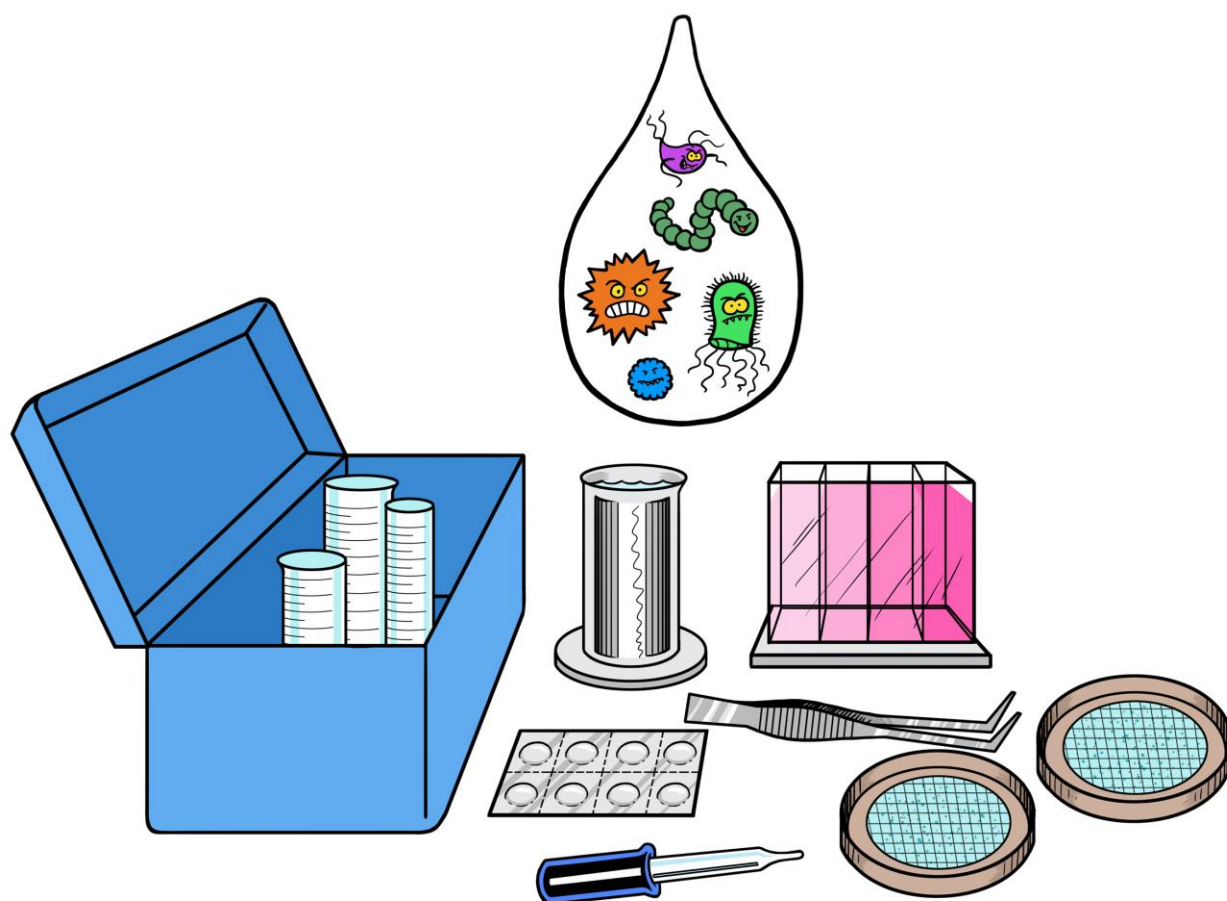


Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 3: Inspecciones sanitarias

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Sección 5: Análisis de parámetros físicos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países

Siglas

EAA	espectometría de absorción atómica
FBA	filtro de bioarena
CAWST	Centre for Affordable Water and Sanitation Technology (Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento)
UFC	unidades formadoras de colonias
ACAC	análisis de la calidad del agua de consumo
CE	conductividad eléctrica
ENPHO	Environment and Public Health Organization (Organización de Medio Ambiente y Salud Pública)
CF	coliformes fecales
CRL	cloro residual libre
UNF	unidades nefelométricas de formacina
H ₂ S	ácido sulfhídrico
TAND	tratamiento del agua a nivel domiciliario
TANDAS	tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro
PAI	plasma acoplado por inducción
l	litro
m	metro
NMC	nivel máximo del contaminante
FPM	filtración por membrana
mg	miligramo
ml	mililitro
MLSB	caldo de lauril sulfato para membrana
mm	milímetro
NMP	número más probable
s/f	sin fecha
ONG	organización no gubernamental
UNT	unidades nefelométricas de turbidez
P-A	presencia-ausencia
ppmm	partes por mil millones
ppm	partes por millón
NSMC	nivel secundario máximo de un contaminante
SODIS	desinfección solar

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

PON	procedimientos operativos normalizados
CT	coliformes totales
UCV	unidades de color verdadero
IDT	ingesta diaria tolerable
SDT	sólidos disueltos totales
DNPC	demasiado numeroso para contar
CTT	coliformes termotolerantes
µg	microgramo
µm	micrómetro
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNICEF	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos
OMS	Organización Mundial de la Salud

Conversión de unidades

Longitud o distancia

1 pie = 0,30 metros
1 m = 3,28 pies
1 pulgada = 25,4 mm
1 pulgada = 2,54 cm
1 cm = 0,39 pulgadas
1 cm = 10 mm
1 mm = 0,1 cm
1 mm = 1000 µm
1 µm = 0,001 mm

Volumen

1 galón = 3,78 litros
1 l = 0,26 galones
1 l = 33,8 onzas líquidas (EE. UU.)
1 l = 1000 ml
1 ml = 0,001 l

Peso

1 kg = 1000 g
1 g = 0,001 kg
1 g = 1000 mg
1 mg = 0,001 g
1 mg = 1000 µg
1 µg = 0,001 mg

Concentración

1 ppm = 1 mg/l = 1/1 millón = 0,000001
1 ppmm = 1 µg/l = 1/1000 millones = 0,000000001

Para convertir de ppmm a ppm, dividir por 1000.
Para convertir de ppm a ppmm, multiplicar por 1000.

Para convertir de µg/l to mg/l, dividir por 1000.
Para convertir de mg/l a µg/l, multiplicar por 1000.



Glosario

Exactitud	Cuán cercano es un valor medido al valor real (verdadero).
Adsorción	Proceso en el cual un contaminante se une o se adhiere a la superficie de un sólido, como un grano de arena.
Agar	Gel semisólido que contiene nutrientes que se usan para hacer que proliferen bacterias.
Técnica de asepsia	Prevenir el contacto con microorganismos.
Bacterias	Organismos unicelulares, que en general tienen un tamaño de unos pocos micrómetros (μm). Pueden vivir en el agua, en el suelo, en los animales y en las plantas. Las bacterias en general no se pueden percibir a simple vista. Algunas bacterias pueden causar enfermedades, pero no todas.
Síndrome del bebé azul	Enfermedad común en lactantes que puede estar causada por la ingesta de grandes cantidades de nitrato, lo cual trae como consecuencia que la sangre no pueda transportar el oxígeno de manera eficaz.
Hervido	Método de desinfección del agua que consiste en calentarla hasta que haga burbujas. Para matar a todos los agentes patógenos del agua, se la deberá hervir a borbotones (es decir, que muchas burbujas cubran toda la superficie del agua) durante al menos 1 minuto.
Caldo	Líquido que contiene nutrientes usado para hacer que proliferen bacterias.
Cancerígeno	Una sustancia química que puede causar cáncer.
Crónico	Algo continuo o que sucede una y otra vez durante un largo tiempo. Antónimo de "agudo" (referido a una enfermedad).
Coliforme	Grupo de bacterias generalmente inofensivas que podrían provenir de la materia fecal o del medio ambiente.
Colonia (de bacterias)	Grupo de bacterias que prolifera en la superficie de un medio de cultivo. Una colonia comúnmente comienza a reproducirse a partir de una sola bacteria y se muestra como un punto en el medio de cultivo.
Sistema comunitario de abastecimiento de agua	La gestión y la administración de un sistema de abastecimiento de agua que con frecuencia está a cargo de la comunidad local. Los sistemas de abastecimiento comunitarios podrían incluir sistemas de abastecimiento de agua corriente, pozos perforados con bombas mecánicas o manuales, pozos excavados a mano o manantiales protegidos.

Concentración	Proporción que hay entre la cantidad de una sustancia presente en una muestra de agua de determinado volumen o peso y el volumen o peso de la muestra (p. ej., mg/l, µg/L, ppm, ppmm).
Insumos	Elementos que se usan una sola vez o durante un tiempo limitado y luego se desechan. Se deben comprar periódicamente para el análisis de la calidad del agua de consumo (p. ej., reactivos, papel filtro, discos absorbentes).
Contaminación	Polución del agua por causas naturales o por actividades de los seres humanos.
Medio de cultivo	Combinación de nutrientes y reactivos usada para hacer que proliferen bacterias. Los caldos y agaros son dos ejemplos de medios de cultivo.
Agua desionizada	También llamada agua desmineralizada. Agua a la que se le han extraído los minerales, como el sodio, el calcio, el hierro, el cobre, el cloruro y el sulfato. La desionización es un proceso químico que elimina los minerales del agua. Sin embargo, ese proceso no elimina de manera significativa los agentes patógenos (p. ej., virus, bacterias).
Desinfección	Proceso que elimina, desactiva o mata los agentes patógenos del agua. Es el último paso del proceso de tratamiento doméstico del agua, que se realiza después de la sedimentación y la filtración. La desinfección es menos letal que la esterilización porque destruye la mayor parte de los agentes patógenos, pero no necesariamente todos (p. ej., esporas bacterianas).
Agua destilada	Agua que fue sometida a un proceso llamado destilación, que elimina muchas de las impurezas químicas, físicas y microbiológicas (p. ej., minerales, turbidez, agentes patógenos). El proceso de destilación consiste en hervir el agua y luego condensar el vapor en un recipiente limpio, lo cual elimina en el camino todas las impurezas.
Calidad del agua de consumo	Los parámetros químicos, físicos y microbiológicos del agua.
Efluente	Vertido de residuos líquidos o aguas residuales.
Equipos	Los aparatos que en general se compran una sola vez para analizar la calidad del agua (p. ej., incubadora, balanza, medidores digitales).
Bacterias fecales	Bacterias que están presentes en las heces de los seres humanos o animales de sangre caliente. Su presencia indica la contaminación fecal del agua la posible presencia de agentes patógenos.
Papel filtro	Papel poroso usado en la filtración por membrana, a través del cual

	se filtra la muestra de agua y que retiene las bacterias. El tamaño de los poros para las bacterias fecales se ubica entre 0,45 y 0,7 μm .
Velocidad de flujo	La velocidad a la cual fluye el agua a través de un filtro. Se puede medir en función del tiempo que lleva llenar un recipiente de agua, en general un recipiente de 1 litro. Para el filtro de bioarena, se debería medir la velocidad de flujo cuando el depósito está completamente lleno de agua.
Agua dulce	Agua que contiene menos de 1000 mg/l de sólidos disueltos, como la sal.
Valor de referencia	Un límite que <u>no se recomienda</u> exceder.
Helmineto	Gusano o duela. Los helmintos pueden vivir en el agua, en el suelo, en los animales y en las plantas. Pueden ser muy pequeños (difíciles de ver a simple vista) o grandes (¡de hasta varios metros de largo!). Son parásitos: pueden vivir en el interior de los seres humanos y robarles los nutrientes (alimentos), lo cual hace que se enfermen.
Implementación	El proceso de llevar a cabo un plan. La fase de implementación de un proyecto ocurre después de que el plan se haya creado.
Incidencia	La incidencia es el número de casos nuevos (o recién diagnosticados) de una enfermedad. Generalmente, se expresa como la cantidad de casos nuevos que ocurren en un intervalo de tiempo (p. ej., por mes, por año). Es un dato mucho más significativo cuando la tasa de incidencia se expresa como una parte de la población que está en riesgo de contraer la enfermedad (p. ej., cada 100.000 o cada 1.000.000 de personas). Véase también la definición de "prevalencia".
Organismo indicador	Hay muchos tipos distintos de microorganismos que causan enfermedades. Sería muy costoso y llevaría mucho tiempo analizar cada uno. La presencia de contaminación fecal se analiza usando organismos indicadores. Son microorganismos cuya presencia en el agua indica la presencia de materia fecal, y posiblemente, de agentes patógenos. Uno de esos organismos indicadores es la bacteria <i>Escherichia coli</i> , que se halla normalmente en la materia fecal de seres humanos y de animales de sangre caliente.
Materiales	Elementos que se usan una sola vez o durante un tiempo limitado y luego se desechan. Se deben comprar periódicamente para el análisis de la calidad del agua de consumo. También se los llama "insumos".
Filtración por membrana	Método de análisis de la calidad del agua que se usa para medir los niveles de contaminación microbiológica mediante el recuento unidades formadoras de colonias (UFC) de bacterias indicadoras.

Contaminación microbiológica	Los agentes patógenos del agua pueden causar enfermedades. La contaminación microbiológica puede provenir de la materia fecal de animales y de los seres humanos, de la basura o del medio ambiente.
Microorganismo	Un ser vivo diminuto, como los protozoos, las bacterias y los virus. La mayoría no son perceptibles a simple vista. Los microorganismos, también llamados "microbios", pueden vivir en el agua, en el suelo, en los animales o en las plantas. Algunos pueden causar enfermedades, pero no todos.
Mutágeno	Una sustancia química que puede alterar los genes de un ser vivo y, en consecuencia, causar mutaciones físicas que difieren de lo normal.
Unidad nefelométrica de turbidez (UNT)	Unidad de medida usada para evaluar la turbidez del agua. Indica la opacidad del agua según la medición realizada con un nefelómetro. La turbidez se basa en la cantidad de luz que dispersan las partículas suspendidas en el agua.
Nutriente	Toda sustancia usada por los microorganismos para vivir y proliferar. Con frecuencia, el término se refiere al nitrógeno y al fósforo en el agua contaminada, pero también se usa para describir otras sustancias químicas.
Agente patógeno	Organismo que causa enfermedades. Los agentes patógenos que suelen estar presentes en el agua son las bacterias, los virus, los protozoos y los helmintos.
Precisión	Cuán cercanos entre sí están los valores medidos.
Prevalencia	La prevalencia es la cantidad existente de casos vivos, ya sea durante un lapso de tiempo (prevalencia de período) o en un momento en particular (prevalencia puntual). La prevalencia de período brinda una mejor medición de la cantidad de casos dado que incluye todos los casos nuevos y todas las muertes ocurridas entre dos fechas, mientras que la prevalencia puntual solo contabiliza los pacientes vivos en una fecha determinada. Es un dato mucho más significativo cuando la tasa de incidencia se expresa como una parte de la población que está en riesgo de contraer la enfermedad (p. ej., cada 100.000 o cada 1.000.000 de personas). Véase también la definición de "incidencia".
Protozoos	Organismos pluricelulares, que con frecuencia tienen una membrana dura. Pueden vivir en el agua, en el suelo, en los animales y en las plantas. Los protozoos son muy pequeños, pero algunos se pueden percibir a simple vista. Algunos pueden causar enfermedades, pero no todos.
Aseguramiento de la calidad	Tiene por objetivo prevenir errores, haciendo énfasis en el

	proceso. Es un proceso proactivo.
Control de calidad	Tiene por objetivo identificar errores en el producto final. Es un proceso reactivo.
Muestra aleatoria	Muestra que se elige sin seguir ningún patrón en particular.
Reactivo	Una sustancia química o biológica necesaria para realizar un análisis de calidad del agua en particular. Se puede usar un reactivo para detectar o medir la presencia de un contaminante o para preparar un producto como un medio de cultivo.
Riesgo	La probabilidad de que los individuos expuestos sufran daños durante un lapso específico y la magnitud o las consecuencias de ese daño.
Inspecciones sanitarias	Inspección in situ de sistema de suministro de agua que se realiza para identificar fuentes de contaminación existentes o potenciales. Se evalúa la estructura física y el funcionamiento de los sistemas, así como también los factores externos (como la ubicación de las letrinas). La información obtenida se puede usar para tomar acciones adecuadas con el fin de proteger o mejorar el suministro de agua.
Vida útil	La cantidad de tiempo que se puede almacenar algo y que todavía sirva antes de su fecha de vencimiento.
DESOL	La desinfección solar del agua, que consiste en colocar agua cristalina en botellas plásticas transparentes y dejarlas al sol. Los rayos UV emitidos por el sol matan los agentes patógenos presentes en el agua.
Estándar	Un límite de cumplimiento <u>obligatorio</u> que no debe excederse; los estándares en general reflejan una obligación o deber jurídico.
Esterilizar	Matar todos los microorganismos, ya sean patógenos o no, y las esporas presentes en una superficie u objeto. La esterilización es un proceso más letal que la desinfección.
Sólidos en suspensión	Partículas sólidas pequeñas, como la suciedad, que flotan en el agua y enturbian el agua. Se pueden eliminar mediante la sedimentación o la filtración.
Tóxico	Una sustancia química que puede causar daños graves o la muerte porque es tóxica para los seres vivos.
Eficacia de tratamiento	También llamada "eficacia de eliminación". Capacidad para tratar el agua que tiene una tecnología de tratamiento del agua a nivel domiciliario (TAND). Se puede expresar como el porcentaje de un contaminante específico que se elimina del agua, por ejemplo: "98,5%

de las bacterias".

Turbidez

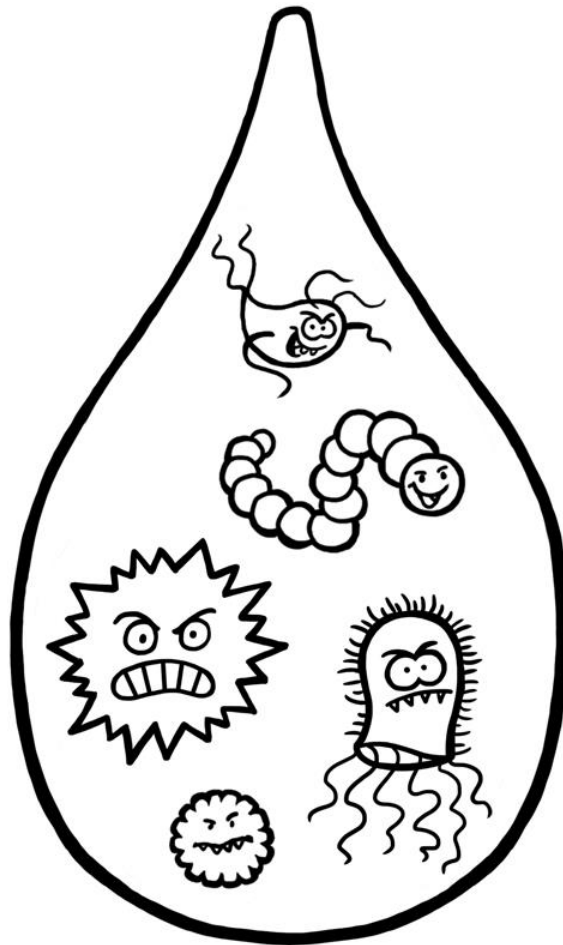
La "opacidad" o "suciedad" del agua. La turbidez es causada por partículas sólidas en suspensión, como la arena, el limo y la arcilla, que flotan en el agua. Las partículas dispersan la luz, lo que hace que el agua tenga un aspecto turbio y sucio. La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Virus

Microorganismos unicelulares. Pueden vivir en el agua, en el suelo, en los animales y en las plantas. Los virus son demasiado pequeños para ser percibidos a simple vista. Algunos pueden causar enfermedades, aunque no todos.

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo.....	i
1.1 Introducción	1
1.2 Calidad del agua de consumo	3
1.3 Enfoque de barreras múltiples para tratar el agua	4
1.4 Guías y estándares para la calidad del agua de consumo	5
1.5 Opciones para analizar la calidad del agua	5
1.5.1 Observación.....	6
1.5.2 Uso de equipos portátiles de análisis.....	6
1.5.3 Uso de un laboratorio móvil	8
1.5.4 Uso de un laboratorio comercial	8
1.5.5 Montaje de un laboratorio propio para el proyecto.....	9
1.6 Lecciones aprendidas por CAWST	10
1.7 Resumen de información clave.....	11
1.8 Referencias.....	12

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo.....	i
1.1 Introducción	1
1.2 Calidad del agua de consumo	3
1.3 Enfoque de barreras múltiples para tratar el agua	4
1.4 Guías y estándares para la calidad del agua de consumo	5
1.5 Opciones para analizar la calidad del agua	5
1.5.1 Observación.....	6
1.5.2 Uso de equipos portátiles de análisis.....	6
1.5.3 Uso de un laboratorio móvil	8
1.5.4 Uso de un laboratorio comercial	8
1.5.5 Montaje de un laboratorio propio para el proyecto.....	9
1.6 Lecciones aprendidas por CAWST	10
1.7 Resumen de información clave.....	11
1.8 Referencias.....	12

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua

Sección 3: Inspecciones sanitarias

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Sección 5: Análisis de parámetros físicos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países

1.1 Introducción

Tener agua potable segura es una necesidad y un derecho de todo hombre, mujer y niño. Las personas necesitan agua limpia para mantener la salud y la dignidad. Contar con una mejor calidad de agua es vital para revertir el ciclo de la pobreza, pues mejora la salud, aumenta la energía para trabajar y la capacidad para ir a la escuela.

Sin embargo, el deterioro de la calidad del agua pone en riesgo los avances realizados durante los últimos veinte años para mejorar el acceso al agua potable. Desde 1990 a 2011, los esfuerzos realizados a nivel mundial ayudaron a que 2100 millones de personas obtuvieran acceso a fuentes de agua mejoradas, pero no todas esas nuevas fuentes son necesariamente seguras (OMS/UNICEF, 2013).

La calidad de las reservas de agua dulce del mundo está cada vez más amenazada por la contaminación. Si bien el agua tiene contaminantes naturales, se contamina cada vez más a causa de las actividades de los seres humanos, como la defecación al aire libre, el manejo inadecuado de las aguas residuales, el vertido de desechos, las malas prácticas agrícolas y los derrames de sustancias químicas en zonas industriales.

La contaminación química del agua de consumo, ya sea de origen natural o por la polución, es un problema muy grave. Solo el arsénico y el fluoruro juntos ponen en riesgo la salud de cientos de millones de personas en todo el mundo.

Pero un problema aún más grave es la contaminación microbiológica, en particular la causada por los excrementos de los seres humanos. La contaminación fecal del agua de consumo es uno de los principales factores causantes de diarrea. En todo el mundo, alrededor de 2000 niños menores de cinco años mueren todos los días a causa de enfermedades diarreicas. Casi 90% de las muertes de niños causadas por diarrea están directamente relacionadas con el agua contaminada, la falta de saneamiento o la higiene inadecuada (UNICEF Canadá, 2013). Por cada niño que muere, cientos de otras personas, entre ellos niños preadolescentes y adultos, carecen de buena salud y pierden oportunidades laborales y educativas.

El análisis de la calidad del agua es una herramienta que se puede utilizar para identificar el agua segura, ya sea en la fuente, en un sistema de agua corriente o en el hogar. El análisis del agua tiene un papel muy importante en el monitoreo del manejo correcto de los sistemas de suministro, en la verificación de la seguridad del agua de consumo, en la investigación de brotes epidémicos y en la validación de procesos y medidas preventivas (Bain et al., 2012).

Sin embargo, para proteger la salud pública no se puede depender solamente del análisis de la calidad del agua, pues analizar toda el agua de consumo no es física ni económicamente viable. Se deben usar otras herramientas y recursos, como las encuestas sanitarias y el monitoreo, para garantizar la calidad del agua.

En este manual, se brinda información y recursos básicos sobre el análisis de la calidad del agua de consumo para ayudar a determinar si es una herramienta adecuada para sus proyectos de agua. Si bien gran parte de la información es de utilidad en todo el mundo, este manual está destinado a profesionales del agua, el saneamiento y la higiene de países en desarrollo donde el acceso a los recursos es limitado.

En este manual, se abordan los siguientes temas:

- Las características del agua potable segura.
- La planificación del análisis de la calidad del agua.
- Las encuestas sanitarias como medio para observar la calidad del agua.
- Las opciones de análisis, incluidos los kits portátiles y los laboratorios.
- Los parámetros físicos, químicos y microbiológicos y los procedimientos de análisis.
- La interpretación de los resultados del análisis de la calidad del agua.

Asimismo, CAWST comparte su experiencia práctica y las lecciones aprendidas a partir del trabajo realizado con más de 1000 clientes en proyectos de agua, saneamiento e higiene en África, Asia, Oriente Medio, América Latina y el Caribe. Nos gustaría conocer su historia para incluir su experiencia relativa al análisis de la calidad del agua en la próxima actualización de nuestro manual. Escribanos a resources@cawst.org para compartir su experiencia y enviarnos comentarios y sugerencias.

¿Qué es una fuente de agua mejorada y qué es el agua segura?

- **Una fuente de agua mejorada** es una fuente de agua de consumo o punto de suministro que, por la naturaleza de su diseño y construcción, es probable que proteja al agua de la contaminación externa, en particular de la materia fecal. Entre las fuentes de agua mejoradas se incluye: la red de agua corriente, los grifos públicos, los pozos entubados o perforados, los pozos excavados protegidos, los manantiales protegidos, la captación de agua de lluvia y el agua embotellada (solo cuando se usa otra fuente mejorada para cocinar y para la higiene personal).
- **El agua segura** no supone ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida. Tiene características microbiológicas, químicas y físicas que cumplen con las guías de la Organización Mundial de la Salud (OMS) o los estándares nacionales de calidad del agua.

(OMS/UNICEF 2013)

1.2 Calidad del agua de consumo

El agua de consumo se obtiene de distintos lugares, según en qué parte del mundo se viva. Las tres fuentes que se usan para obtener agua de consumo son las siguientes.

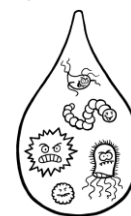
- Agua subterránea: el agua que se aloja entre las rocas y el suelo, que forma un acuífero. La profundidad y la calidad del agua subterránea varía de lugar en lugar. Aproximadamente la mitad del agua del mundo proviene del suelo.
- Agua superficial: el agua que se obtiene directamente de un arroyo, río, lago, estanque, manantial u otra fuente similar. En general, el agua superficial no es segura para beber si no se la trata previamente.
- Agua de lluvia: el agua que se recolecta y se almacena usando un techo, una superficie en el suelo o una superficie rocosa de captación. La calidad del agua de lluvia recolectada usando un techo suele ser mejor que aquella captada por una superficie en el suelo o una superficie rocosa de captación.

A medida que el agua realiza su ciclo, recoge de forma natural muchas cosas en el camino. La calidad del agua lógicamente variará de lugar en lugar, según las estaciones y los tipos de roca y suelo que atraviese.

El agua también se puede contaminar a causa de las actividades de los seres humanos, como la defecación al aire libre, el manejo inadecuado de las aguas residuales, el vertido de desechos, las malas prácticas agrícolas (p. ej., el uso de fertilizantes o pesticidas cerca de fuentes de agua) y los derrames de sustancias químicas en zonas industriales. En los países en desarrollo, 75% de todos los desechos industriales y hasta 85% de las aguas residuales se vierten sin ningún tratamiento en aguas superficiales (Carty, 1991).

Aunque el agua sea cristalina, no significa necesariamente que sea segura para consumir. Es importante evaluar la seguridad del agua teniendo en cuenta los siguientes tres parámetros enumerados a continuación.

- Microbiológico: bacterias, virus, protozoos y helmintos (gusanos).
- Químico: minerales, metales, sustancias químicas y pH.
- Físico: temperatura, color, olor, sabor y turbidez.



El agua segura debería tener las siguientes características microbiológicas, químicas y físicas:

- Estar libre de agentes patógenos (un agente patógeno es un organismo que causa enfermedades. Los agentes patógenos que suelen estar presentes en el agua son las bacterias, los virus, los protozoos y los helmintos).
- Tener bajas concentraciones de sustancias químicas tóxicas.
- Ser cristalina.
- Ser insípida, inodora e incolora (por una cuestión estética).

En general, la calidad microbiológica es la preocupación principal dado que las enfermedades infecciosas causadas por las bacterias, virus, protozoos y helmintos son el riesgo para la salud relacionado con el agua más común y generalizado. Solo unas pocas sustancias químicas han tenido efectos generalizados sobre la salud en personas que consumieron cantidades

excesivas de esas sustancias. Entre ellas, se incluye el fluoruro, el arsénico y el nitrato (OMS, 2011).

1.3 Enfoque de barreras múltiples para tratar el agua

La mejor forma de reducir el riesgo de consumir agua que no es apta es usar el enfoque de barreras múltiples. Los cinco pasos del enfoque de barreras múltiples son:

1. Proteger la fuente de agua.
2. Sedimentar el agua.
3. Filtrar el agua.
4. Desinfectar el agua.
5. Almacenar el agua de forma segura.

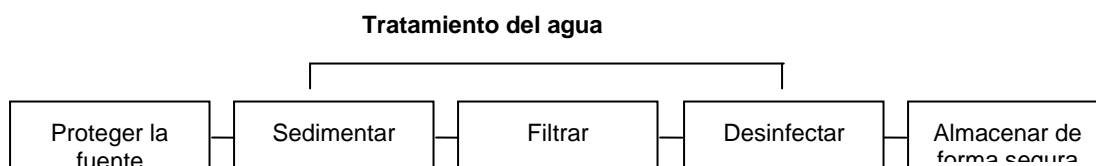
Cada paso del proceso, desde la protección de la fuente hasta el tratamiento del agua y el almacenamiento seguro, ayuda a disminuir los riesgos para la salud. Debería hacerse hincapié en la protección de las fuentes de agua en primer lugar, para así no tener que depender tanto del tratamiento del agua para hacer que sea segura para consumir.

La OMS también aborda el concepto del enfoque de barreras múltiples como parte de las Guías para la calidad del agua de consumo y los planes de seguridad del agua, cuyos principios se pueden aplicar tanto en el ámbito comunitario como en el doméstico. La OMS brinda más información sobre los planes de seguridad del agua en la siguiente página de su sitio web (en inglés):

www.wsportal.org/ibis/water-safety-portal/eng/home.

El agua puede tratarse de forma centralizada, en grandes volúmenes, y luego distribuirse a los hogares mediante una red de tuberías de suministro. Comúnmente, a ese sistema se lo conoce como tratamiento del agua centralizado o comunitario. También se pueden tratar volúmenes pequeños de agua en el punto de consumo, como en instituciones (p. ej., escuelas, clínicas, instituciones religiosas) y en los hogares. Generalmente, a esta opción se la llama tratamiento del agua a nivel domiciliario y almacenamiento seguro (TANDAS) pues los miembros de la familia juntan el agua y luego la tratan y la almacenan en sus hogares.

Tanto el método convencional (comunitario) como el doméstico siguen el mismo proceso básico de tratamiento del agua, que son los tres pasos intermedios del enfoque de barreras múltiples: sedimentación, filtración y desinfección. La principal diferencia entre el sistema convencional y el doméstico es la escala de las tecnologías utilizadas.



- Sedimentar el agua elimina las partículas más grandes y en general más del 50% de los agentes patógenos.
- Filtrar el agua elimina las partículas más pequeñas y en general más del 90% de los agentes patógenos.

- Desinfectar el agua desactiva o mata los agentes patógenos restantes.

1.4 Guías y estándares para la calidad del agua de consumo

La OMS es parte de Organización de las Naciones Unidas (ONU) y se enfoca en la salud pública internacional. La OMS elaboró las Guías para la calidad del agua de consumo (2011) con el fin de proteger la salud pública y ayudar a garantizar que las personas consuman agua segura en el mundo.

En la definición dada en las guías de la OMS, se explica que el agua potable segura es aquella que no hará que las personas se enfermen en ninguna etapa de sus vidas, sin importar si son jóvenes o ancianos o si están enfermos. El agua potable segura debería ser apta para utilizar en todas las necesidades personales, como beber, cocinar y lavar.

En las guías de la OMS, se abordan los parámetros microbiológicos, químicos y físicos. Sin embargo, se hace énfasis en que la calidad microbiológica es el aspecto más importante dado que la contaminación fecal proveniente de las heces de seres humanos y animales es la mayor causa de enfermedad y muerte en todo el mundo.

La implementación de las Guías para la calidad del agua de consumo varía según el país. No hay un enfoque único usado en todo el mundo. Los valores propuestos en las guías son recomendaciones que se procura alcanzar, pero no son límites obligatorios. Los países pueden tener en cuenta las guías de la OMS junto con las circunstancias medioambientales, sociales, culturales y económicas particulares del país. Eso significa que muchos países han elaborado sus propios estándares nacionales que difieren de las guías de la OMS, pero que aun así protegen la salud pública.

Por ejemplo, en el documento elaborado por la OMS se establece que el agua segura no debería tener ningún organismo indicador de contaminación fecal, como la bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*). Sin embargo, en muchos países desarrollados y en desarrollo, hay muchos hogares y pequeños sistemas comunitarios, en particular, que no cumplen con ese requisito de seguridad del agua y presentan algún nivel de *E. coli*. A la luz de esas circunstancias, muchos países (p. ej., Sudáfrica) han fijado estándares más realistas que permiten ciertos niveles de *E. coli* al mismo tiempo que intentan mejorar continuamente la calidad del agua.

1.5 Opciones para analizar la calidad del agua

Históricamente, se utilizaban los laboratorios convencionales para llevar a cabo los análisis de la calidad del agua. En la actualidad, hay disponibles en el mercado una amplia variedad de kits y productos de buena calidad que permiten que uno mismo pueda hacer el análisis. En las siguientes secciones, se presentan los cinco métodos distintos disponibles para analizar la calidad del agua:

1. Observación.
2. Uso de equipos portátiles de análisis.
3. Uso de un laboratorio móvil.
4. Envío de muestras a un laboratorio comercial.
5. Montaje de un laboratorio propio para el proyecto.

1.5.1 Observación

El análisis del agua brinda información sobre la calidad al momento de realizar el muestreo, pero no da detalles sobre las causas de la contaminación ni las posibles tendencias para el futuro. Realizar una simple observación es una herramienta muy útil para identificar posibles riesgos que podrían afectar la calidad actual y futura del agua. Si mediante la observación del entorno local se sospecha la presencia de contaminación, entonces el paso siguiente es analizar la calidad del agua para confirmar.

Se podría detectar una calidad de agua pobre mediante la observación de la fuente de agua, el entorno inmediato al hogar, los recipientes de transporte del agua, los recipientes de almacenamiento y las prácticas de higiene personal y saneamiento. También es posible evaluar la calidad del agua realizando observaciones cualitativas de sus características físicas, como la turbidez, el color, el olor y el sabor. El estado de salud en general, el bienestar y los niveles de energía de la población local también pueden dar una idea sobre la calidad del agua.

Las inspecciones sanitarias son una técnica de observación útil. No se precisa equipamiento especial y realizarlas es fácil y rápido. Podría necesitarse cierta capacitación, pero no se precisa contar con personal altamente calificado. Durante una inspección sanitaria, también se pueden tener en cuenta las condiciones locales.

En la sección 3, se brinda más información sobre cómo realizar una inspección sanitaria y, en el apéndice 1, se proporcionan formularios de observación.

Ventajas y limitaciones de la observación

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> Método fácil y rápido. Económico. No se precisan equipos específicos. No requiere personal altamente calificado. Brinda información sobre las causas de la contaminación y posibles tendencias para el futuro. 	<ul style="list-style-type: none"> No confirma la calidad del agua ni el tipo específico de contaminación.

1.5.2 Uso de equipos portátiles de análisis

Analizar la calidad del agua puede resultar un desafío en lugares donde los recursos son limitados. La falta de disponibilidad de métodos de análisis en los países en desarrollo puso de manifiesto la necesidad de contar con métodos de análisis rápidos, simples y económicos. Esa necesidad es muy grande especialmente para los sistemas de suministro rurales, domésticos y de pequeñas comunidades que están en zonas alejadas y donde no se puede costear un análisis llevado a cabo por un laboratorio comercial. El análisis in situ mediante el uso de un kit portátil con métodos simplificados ha permitido que sea posible analizar la calidad del agua en países en desarrollo.

Mediante el uso de productos diseñados específicamente, que son portátiles y relativamente fáciles de usar, se pueden analizar muchos parámetros físicos, químicos y microbiológicos en

el terreno. En comunidades rurales y alejadas, es más conveniente realizar el análisis del agua in situ. Otra ventaja de usar kits portátiles es que los análisis se realizan con muestras de agua recién tomadas en las que la calidad no ha cambiado como resultado del almacenamiento o el transporte durante distancias largas.

Los fabricantes de kits portátiles brindan un manual de uso con instrucciones simples paso por paso que explican cómo realizar el análisis. Eso hace que sean fáciles de usar para las personas y que no sea necesario contar con un nivel alto de capacitación. Sin embargo, se precisa cierto nivel de capacitación para garantizar que el equipo se use de forma correcta y capacidad para comprender e informar los resultados.

Ejemplos de kits portátiles de análisis



Delagua)

Kit Potatest® (Fuente: Palintest)



Kit Delagua (Fuente: Delagua)

Los kits portátiles también pueden ser una herramienta útil para crear conciencia sobre la calidad del agua. Los promotores de salud comunitaria o el personal que trabaja sobre el terreno pueden usar el análisis de la calidad del agua para ayudar a crear cambios positivos en cuanto a las prácticas de higiene y saneamiento. Muchos análisis brindan resultados visuales, que ayudan a que las personas mejoren su comprensión sobre la calidad del agua que consumen.

Los kits portátiles de análisis de agua deberían tener las siguientes características:

- Ser fáciles de usar con instrucciones simples.
- Ser pequeños y fáciles de transportar.
- Brindar resultados rápido.
- Necesitar una cantidad reducida de agua destilada o desionizada.
- Ser robustos (p. ej., no verse muy afectados por la luz UV, los golpes, la humedad, la temperatura).
- Poder analizar diversos parámetros.
- Precisar una cantidad reducida de insumos o que sean fáciles de obtener.
- Tener un costo razonable, tanto para el equipo y como para los insumos.

En el apéndice 2 "Fichas de productos", se brinda más información sobre los kits portátiles de análisis y otros equipos y materiales usados por CAWST y otras organizaciones no gubernamentales (ONG).

Ventajas y limitaciones de los kits portátiles de análisis

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Fáciles de usar. • Portátiles y autosuficientes. • Brindan resultados rápido. • No se precisa un nivel avanzado de capacitación. • Los usuarios pueden participar del proceso de análisis. • Menos costosos que el análisis de laboratorio. 	<ul style="list-style-type: none"> • Precisión y exactitud reducidas. • Nivel reducido de aseguramiento de calidad. • Es más difícil procesar una gran cantidad de muestras (más de 80 por semana) sin equipos adicionales.

1.5.3 Uso de un laboratorio móvil

Es posible instalar un laboratorio en un vehículo adecuado, p. ej.: un camión o camioneta. Usar un laboratorio móvil es un tipo de análisis sobre el terreno, pero podría brindar mejores instalaciones que los kits de análisis. En la práctica, solo es viable cuando los proyectos están repartidos en distintas ubicaciones y tienen necesidades de análisis del agua en común. Los organismos gubernamentales y los centros de investigación responsables del monitoreo y del análisis de la calidad del agua a veces usan laboratorios móviles para el análisis periódico de la calidad. Usualmente, el vehículo es el equipo más costoso.

1.5.4 Uso de un laboratorio comercial

También es posible enviar las muestras a un laboratorio comercial para que las analicen. En general, esos laboratorios están ubicados en ciudades grandes y tienen instalaciones específicas para eso, técnicos capacitados y equipos especializados. Los laboratorios usan estándares internacionales para realizar los análisis y pueden brindar resultados más uniformes, precisos y exactos. UNICEF (2010) recomienda que el análisis de algunas sustancias químicas, como el plomo, el cianuro, el cromo, el mercurio y el selenio, se realice en un laboratorio para conseguir resultados confiables.

Usar un laboratorio comercial puede ser útil si se analizan pocas muestras y si el proyecto tiene lugar cerca de una ciudad donde haya un laboratorio. Sin embargo, el costo relativamente elevado del análisis en laboratorios comerciales hace que sea difícil o casi imposible usarlos en países en desarrollo, en particular si se necesita analizar muchas muestras. El costo del análisis en laboratorios varía en función de los siguientes factores:

- El viaje necesario para entregar las muestras al laboratorio.
- El tipo de análisis.
- La cantidad de análisis.
- El nivel de exactitud y precisión requerido.

Ventajas y limitaciones de los laboratorios comerciales

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Entorno controlado. • Nivel elevado de precisión y exactitud. • Nivel elevado de aseguramiento de calidad. • Resultados más uniformes. • Se pueden analizar más muestras en menos tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativamente costosos. • Usualmente, están ubicados en zonas urbanas; podría ser necesario transportar las muestras largas distancias. • Algunos laboratorios podrían tener opciones limitadas de métodos de análisis.

1.5.5 Montaje de un laboratorio propio para el proyecto

Algunas organizaciones grandes han instalado sus propios laboratorios de análisis de la calidad del agua para brindar apoyo a sus proyectos. Este es típicamente el caso donde hay una gran cantidad de muestras por tomar durante un largo período y los laboratorios comerciales no están disponibles o son muy costosos.

La viabilidad de instalar un laboratorio para el proyecto depende de la disponibilidad de recursos financieros, instalaciones físicas, técnicos capacitados y equipos de análisis. Si desea instalar un laboratorio propio para un proyecto, póngase en contacto con CAWST para recibir más información y asesoramiento.

Ventajas y limitaciones de un laboratorio propio para el proyecto

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • La organización tiene el control sobre el análisis para cumplir con las necesidades del proyecto. • Puede estar ubicado cerca del área del proyecto. • La precisión y la exactitud pueden ser similares a las de un laboratorio comercial. • Se pueden analizar más muestras en menos tiempo. • Se pueden realizar análisis para otras organizaciones como una fuente de ingresos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relativamente costoso. • Se precisa personal calificado y bastante capacitación. • Se necesitan equipos específicos. • Se necesitan instalaciones destinadas a ese fin.

Estudio de caso: montaje de un laboratorio de proyecto en Zambia

El laboratorio de Seeds of Hope International Partnerships (SHIP) es una rama de análisis y capacitación de SHIP en Zambia. El laboratorio funciona en la división del Centro de Experiencia y Capacitación sobre Agua (Centro WET) de SHIP con el fin de prestar servicios integrales de análisis de calidad del agua en la región.

Comenzó a funcionar en 2009 con el financiamiento provisto por el Organismo Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA, por su sigla en inglés) y el apoyo técnico de CAWST. Montar el laboratorio llevó seis meses y alrededor de USD 20.000.

Originalmente, el laboratorio se puso en marcha para brindar apoyo a los programas de agua, saneamiento e investigación para el programa de Centros WET y diversos departamentos de SHIP. Se monitoreaba la perforación de nuevos pozos y la presencia de recontaminación luego de la reparación de bombas; se analizaba la eficacia de los filtros de bioarena para el tratamiento doméstico; se analizaban las aguas residuales para proyectos agrícolas; y se realizaban estudios de referencia para evaluar las necesidades de la comunidad para proyectos de higiene y saneamiento y de VIH/SIDA. El laboratorio comenzó brindando un servicio móvil de análisis sobre el terreno y luego se instaló en un lugar destinado para ese fin en el centro de recursos de SHIP.

Ha ampliado los servicios prestados y en la actualidad ofrece servicios de análisis de calidad del agua (incluido el análisis de parámetros microbiológicos, químicos y físicos), brinda capacitación (taller de introducción al análisis de la calidad del agua), presta servicios de monitoreo y evaluación y fabrica kits de análisis de presencia-ausencia.

El laboratorio ha ampliado su capacidad y ahora presta sus servicios a clientes externos, lo cual le brinda a la organización una fuente de ingresos. Hoy en día, SHIP cuenta con dos laboratorios instalados en Ndola y Lusaka, en Zambia, que prestan sus servicios a una gran cantidad de actores, entre ellos: el Centro WET de SHIP, distintas ONG, organizaciones comunitarias, ministerios, compañías de perforación y particulares. Tiene dos técnicos especialistas en calidad del agua que trabajan a tiempo completo, con miras a incorporar

1.6 Lecciones aprendidas por CAWST

Los proyectos comunitarios pequeños de abastecimiento de agua y los proyectos de TANDAS que están recién empezando en general no analizan la calidad del agua. Muchos implementadores de proyectos han mostrado interés en un principio; sin embargo, terminan dándose cuenta de que puede ser una tarea difícil y costosa. El costo (alrededor de USD 2-4 por análisis) no es viable para muchos implementadores que quieren analizar la calidad del agua periódicamente.

En algunos proyectos más grandes, los kits portátiles de análisis han resultado útiles para determinar la eficacia del tratamiento del agua y para monitorear y evaluar la implementación

del proyecto. Esos implementadores podrían haber montado un laboratorio propio y recibido capacitación sobre el análisis de la calidad del agua.

Algunos implementadores realizan análisis aleatorios que no forman parte de un programa de monitoreo periódico y estructurado. Realizar análisis de forma ocasional o aleatoria podría dar una falsa sensación de seguridad o resultados que no sean concluyentes, pues la calidad del agua puede variar mucho y rápido.

El análisis de la calidad del agua se usó en algunos proyectos como una herramienta eficaz para crear conciencia sobre la importancia de tener agua segura en comunidades rurales. Los promotores de salud comunitaria o el personal que trabaja sobre el terreno pueden usar el análisis de la calidad del agua para ayudar a crear cambios positivos en cuanto a las prácticas de higiene y saneamiento. Los usuarios tienen la oportunidad de participar en el proceso de análisis y usualmente pueden visualizar los resultados. Sin embargo, los resultados deberían interpretarse y presentarse de forma adecuada ante los usuarios para evitar malentendidos y posibles conductas negativas. Por ejemplo, mostrar que el agua tratada presenta contaminación (pese a que hubo una mejora considerable en comparación con la fuente original) podría desalentar a que se use ese agua.

1.7 Resumen de información clave

- Es posible establecer la calidad del agua en base a tres amplias categorías: física, química y microbiológica.
- En las Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo, se define al agua segura como aquella que no supone riesgo alguno para la salud cuando se consume durante toda una vida.
- La adopción de las recomendaciones presentadas en las Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo varía según el país y la región. No hay un enfoque único usado en todo el mundo.
- Aunque hay diversos contaminantes en el agua que podrían resultar dañinos para los seres humanos, la prioridad es garantizar que el agua de consumo esté libre de microorganismos que causan enfermedades (agentes patógenos).
- Hay cinco opciones para analizar la calidad del agua: 1) la observación; 2) los kits portátiles de análisis; 3) los laboratorios móviles; 4) los laboratorios comerciales; y 5) la instalación de un laboratorio propio para el proyecto.

1.8 Referencias

Bain, R; Bartram, J; Elliott, M; Matthews, R; McMahan, L; Tung, R; Chuang, P; y S Gundry. A Summary Catalogue of Microbial Drinking Water Tests for Low and Medium Resource Settings. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2012, 9, 1609-1625. Disponible (en inglés) en: www.mdpi.com/1660-4601/9/5/1609

Carty, W. (1991). Towards an Urban World. Earthwatch (43): 2-4. 1991. Citado en Solutions for a Water-Short World, Population Reports (1998). Population Information Program, Center for Communication Programs, the Johns Hopkins School of Public Health, Estados Unidos. Volúmen XXVI, Número 1, septiembre, 1998.

Seeds of Hope International Partnerships (2013). Comunicación personal. Ndola, Zambia.

UNICEF (2010). Technical Bulletin No.6, Water Quality Assessment and Monitoring. UNICEF, División de suministros, Copenhagen, Dinamarca. Disponible (en inglés) en: www.unicef.org/supply/files/Water_Quality_Assessment_Monitoring.pdf

UNICEF Canadá (2013). Children dying daily because of unsafe water supplies and poor sanitation and hygiene, UNICEF says. Disponible (en inglés) en: www.unicef.ca/en/press-release/children-dying-daily-because-of-unsafe-water-supplies-and-poor-sanitation-and-hygiene-

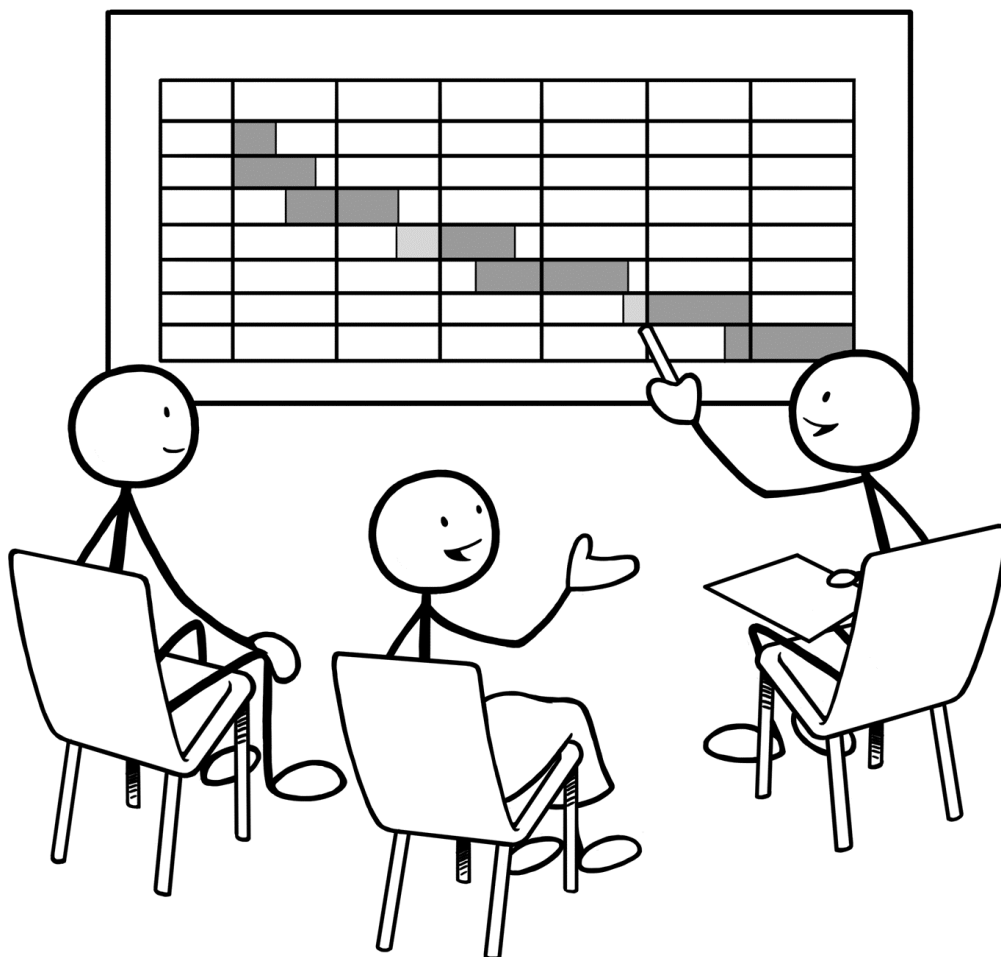
Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality: Second Addendum. Vol. 1, Recommendations, Third Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud y UNICEF (2013). Progresos en materia de saneamiento y agua de consumo: informe de actualización 2013. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible en: http://www.wsscc.org/sites/default/files/publications/jmp2013_spanish.pdf

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua	i
2.1 Introducción	1
2.2 Evaluar la necesidad de realizar el análisis	2
2.3 Establecer los objetivos	3
2.4 Identificar parámetros por analizar	3
2.4.1 Análisis físico	5
2.4.2 Análisis químico	5
2.4.3 Análisis microbiológico.....	5
2.5 Identificar los métodos de análisis	6
2.6 Diseñar el plan de muestreo	7
2.6.1 Tamaño de la muestra para proyectos pequeños (<100 hogares o ubicaciones).....	7
2.6.2 Tamaño de la muestra para proyectos grandes (>100 hogares o ubicaciones).....	7
2.6.3 Decidir qué lugares muestrear	8
2.7 Determinar los hitos clave.....	9
2.8 Identificar las actividades.....	10
2.9 Asignar las responsabilidades	11
2.10 Calcular el tiempo y el costo	12
2.11 Resumen de información clave.....	13
2.12 Referencias.....	14

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua i

2.1	Introducción	1
2.2	Evaluar la necesidad de realizar el análisis	2
2.3	Establecer los objetivos	3
2.4	Identificar parámetros por analizar	3
2.4.1	Análisis físico	5
2.4.2	Análisis químico	5
2.4.3	Análisis microbiológico.....	5
2.5	Identificar los métodos de análisis	6
2.6	Diseñar el plan de muestreo	7
2.6.1	Tamaño de la muestra para proyectos pequeños (<100 hogares o ubicaciones).....	7
2.6.2	Tamaño de la muestra para proyectos grandes (>100 hogares o ubicaciones).....	7
2.6.3	Decidir qué lugares muestrear	8
2.7	Determinar los hitos clave.....	9
2.8	Identificar las actividades.....	10
2.9	Asignar las responsabilidades	11
2.10	Calcular el tiempo y el costo	12
2.11	Resumen de información clave.....	13
2.12	Referencias.....	14

Sección 3: Inspecciones sanitarias

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Sección 5: Análisis de parámetros físicos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas



Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países

2.1 Introducción

Es importante tener un plan antes de comenzar a realizar el análisis de la calidad del agua. Planificar por adelantado y reflexionar cuidadosamente sobre el proceso ahorra tiempo, reduce los costos y evita sorpresas durante el proyecto. Además, brinda una idea sobre los recursos humanos y financieros que se necesitarán para llevar a cabo el análisis. Es importante seguir el plan una vez que está diseñado, aunque a veces es necesario hacer algunos cambios a medida que se comienza con el análisis.

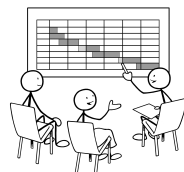
El proceso de planificación abordado en esta sección sigue las prácticas consolidadas que se detallan a continuación:

1. Evaluar la necesidad de realizar el análisis: ¿Por qué es necesario llevar a cabo el análisis de la calidad del agua?
2. Establecer los objetivos: ¿Cuáles son los objetivos de analizar la calidad del agua?
3. Identificar los parámetros por analizar: ¿Cuáles son los parámetros de la calidad del agua que se analizarán?
4. Identificar los métodos de análisis: ¿Qué método se usará para analizar?
5. Diseñar el plan de muestreo: ¿Cuántas muestras de agua se precisan? ¿De dónde se obtendrán?
6. Determinar los hitos clave: ¿Qué logros es necesario alcanzar para poder cumplir con el objetivo final?
7. Identificar las actividades: ¿Qué tareas específicas habrá que realizar?
8. Asignar responsabilidades: ¿Quién estará a cargo de cada tarea?
9. Calcular el tiempo y el costo: ¿Qué tiempo y qué costo conlleva completar cada actividad?

La planificación del análisis de la calidad del agua debería estar a cargo de las personas que participarán del proyecto. Los pasos mencionados pueden examinarse en una actividad grupal antes de comenzar con el análisis para asegurarse de que la planificación sea minuciosa y acabada. El proceso de planificación podría llevar más tiempo de lo esperado en un principio, pero ese tiempo invertido en la planificación es fundamental para llevar a cabo análisis de la calidad del agua que sean eficaces y útiles.

CAWST también ofrece materiales más detallados sobre planificación de proyectos, que se pueden descargar desde: http://resources.cawst.org/collection/project-planning-resources-project-implementers_en.

Por favor, escribanos a resources@kawst.org si precisa más ayuda con la planificación de su proyecto de análisis de la calidad del agua.



2.2 Evaluar la necesidad de realizar el análisis

Es fundamental evaluar detenidamente la necesidad de realizar el análisis de la calidad del agua. Llevar a cabo el análisis puede ser una tarea costosa y difícil si se hace de manera adecuada. Se debería rever la necesidad de analizar la calidad del agua dentro del marco del proyecto y sus objetivos. Al determinar si es necesario realizarlo y cuánta cantidad de análisis se deberían llevar a cabo, se deberían tener en cuenta los siguientes factores:

- El presupuesto.
- La capacidad del personal para realizar el análisis.
- La disponibilidad de equipos e insumos para el análisis.
- La logística que implica tomar las muestras y transportarlas.
- La estacionalidad y la variación de la contaminación de las fuentes.

(Adaptado a partir de OMS, 2012)

Como ya se explicó en la sección 1 "Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo", hay formas alternativas de evaluar la calidad del agua, como realizar encuestas a usuarios e inspecciones sanitarias. Por ejemplo, se pueden usar distintos criterios para medir el desempeño de las tecnologías de tratamiento comunitarias o domésticas, entre ellos:

- La cantidad de agua tratada.
- La satisfacción de los usuarios.
- La robustez.
- La facilidad de mantenimiento y operación.
- La asequibilidad.
- La disponibilidad.
- La percepción del usuario en cuanto al sabor, el olor y el color del agua.

Sin embargo, es necesario realizar un análisis del agua si se precisa evaluar la eficacia de eliminación de contaminantes de una tecnología de tratamiento. Hay otras situaciones que también podría ser necesario analizar la calidad del agua y en las cuales sería una herramienta útil. Por ejemplo:

- A pedido del usuario o la comunidad.
- A pedido de un donante.
- Verificación por parte del gobierno del funcionamiento de una tecnología de tratamiento.
- Monitoreo del cumplimiento de estándares o guías.
- Con fines de investigación.

2.3 Establecer los objetivos

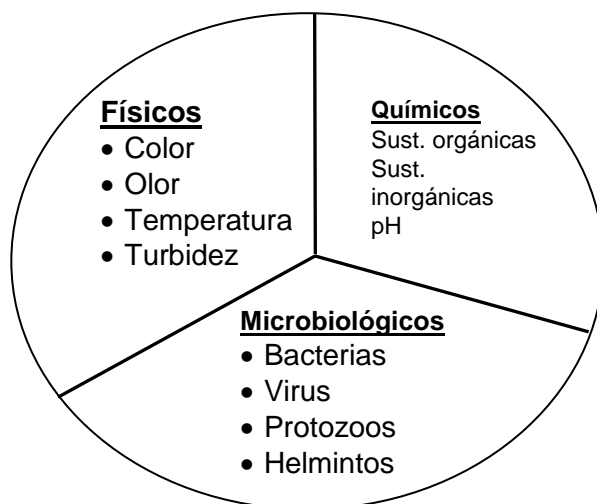
Los objetivos de un programa de análisis de la calidad del agua deberían satisfacer las necesidades del proyecto y tener en cuenta las necesidades de otros actores, como un ente regulador gubernamental o un grupo de usuarios de agua de la comunidad. Si para satisfacer las necesidades de las otras partes involucradas se necesitan recursos mayores a los disponibles, entonces debería ponerse en contacto con ellos de inmediato y conversar sobre los objetivos. Discutir los objetivos es importante para que el alcance del análisis sea acorde a los recursos disponibles.

A continuación, se brinda una lista de ejemplos de objetivos del análisis de la calidad del agua:

- Identificar una fuente adecuada de agua de consumo.
- Identificar la fuente de un brote epidémico de una enfermedad relacionada con el agua.
- Investigar los cambios estacionales de la calidad del agua de consumo.
- Incrementar la concientización de los usuarios sobre asuntos relativos a la calidad del agua.
- Evaluar la eficacia que tiene el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS) para reducir la turbidez y los agentes patógenos.
- Evaluar los niveles de arsénico y fluoruro en el agua de consumo.
- Detectar y resolver problemas como parte de un programa de monitoreo continuo.
- Monitorear el cumplimiento de estándares o guías.
- Evaluar la eficacia de un proyecto de agua segura.

2.4 Identificar parámetros por analizar

Es posible medir los parámetros físicos, químicos y microbiológicos mediante el análisis de la calidad del agua. Los parámetros por analizar dependen de las necesidades del proyecto, los objetivos y los recursos disponibles. Sin embargo, los parámetros que se analizarán deberían tener como prioridad, por sobre todo, aquellos que tendrán un impacto mayor en la salud pública.



El primer paso para decidir si se debería incluir determinado parámetro en el programa de análisis es responder las siguientes preguntas:

- ¿Se sabe si el contaminante está presente o ausente en el agua del país o de la región? Si se sabe que está presente o no hay información disponible, entonces podría incluirse el indicador/parámetro. Si se sabe que no está presente, entonces debería excluirse.
- Si está presente, ¿cuál es la concentración de ese contaminante? La concentración, ¿excede los estándares nacionales o los valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS)?
- ¿Cuál es el alcance de la presencia de los contaminantes? ¿Se presentan solo en una región o durante la estación húmeda?
- ¿Hay alguna actividad en curso o planificada en la zona que podría hacer que el contaminante esté presente en el agua o que aumenten los niveles? Por ejemplo, ¿hay alguna industria ubicada en las cercanías de la fuente de agua? ¿Los agricultores locales usan fertilizantes en los campos?

(Adaptado a partir de OMS, 2012)

También se podrían tener en cuenta las siguientes fuentes de información:

- **Datos sobre asistencia sanitaria**

Los centros de salud u hospitales suelen recopilar cierta información sobre la cantidad de pacientes y tipos de enfermedades que se tratan. Esa información puede indicar cómo se propagan las enfermedades en la zona. Por ejemplo, si se trata a una gran cantidad de pacientes con diarrea, eso indicaría que el agua de mala calidad y la higiene deficiente podrían ser las principales causas de enfermedad. Los líderes locales, los curanderos y los líderes religiosos también pueden ser buenas fuentes de información sobre cuestiones de salud que tienen lugar en la comunidad.

- **Pedidos de hogares o comunidades**

Los usuarios podrían mostrarse interesados en conocer la calidad del agua que consumen y la eficacia y la confiabilidad de las tecnologías de tratamiento comunitarias o domésticas. A veces, quieren ver los agentes patógenos para entender mejor el proceso. En ese caso, puede resultar beneficioso realizar un análisis microbiológico para mostrar la presencia o ausencia de los agentes patógenos en el agua.

- **Desastres naturales**

Los desastres naturales, como las inundaciones, los terremotos o los deslizamientos de tierras con frecuencia contaminan las fuentes de agua. Según el tipo de desastre natural y su intensidad, podría ser necesario llevar a cabo un análisis de la calidad del agua para detectar contaminación microbiológica.

- **Ubicación geográfica**

Dadas las formaciones geológicas naturales, algunas zonas son propensas a tener arsénico, fluoruro u otro tipo de contaminación química. Además, tal vez quiera realizar análisis cerca de zonas con actividad industrial o agrícola donde podría haber productos derivados que contaminen el agua.

- **Información secundaria**

Los organismos gubernamentales, los centros de investigación o las organizaciones internacionales podrían realizar encuestas nacionales o regionales y elaborar informes sobre la calidad del agua subterránea y superficial. Ese tipo de información brinda una idea general sobre la situación local, lo cual puede servir para determinar qué parámetros analizar en la zona.

2.4.1 Análisis físico

La mayoría de los parámetros físicos son fáciles de notar, como el sabor, el olor y el color. En general, la turbidez es el parámetro físico más importante para analizar, porque los niveles elevados de turbidez suelen estar relacionados con niveles altos de contaminación microbiológica. Asimismo, los niveles altos de turbidez pueden reducir la eficacia de algunas tecnologías de tratamiento del agua.

En la sección 5 "Análisis de parámetros físicos", se explica el análisis físico más detalladamente.

2.4.2 Análisis químico

No es posible analizar el agua para detectar todas las sustancias químicas que podrían causar problemas para la salud, ni tampoco es necesario. La mayoría de las sustancias químicas rara vez están presentes y muchas son resultado de la contaminación de los seres humanos en una zona pequeña, que solo afecta a pocas fuentes de agua.

Sin embargo, hay tres sustancias químicas que tienen la capacidad de causar problemas graves de salud y que pueden estar presentes en zonas de gran extensión. Son el arsénico y el fluoruro, que pueden ser de origen natural, y el nitrato, que se usa generalmente como fertilizante agrícola. Al planificar nuevos proyectos de abastecimiento de agua, esos tres contaminantes deberían tener prioridad de análisis (UNICEF, 2008).

Una segunda prioridad de análisis del agua deberían ser los parámetros químicos que comúnmente hacen que las personas rechacen el agua por cuestiones estéticas, como los metales (principalmente, el hierro y el manganeso) y los sólidos disueltos totales (salinidad) (UNICEF, 2008).

Cuando se desinfecta con cloro el agua, también es importante monitorear el pH y el cloro residual libre (CRL) como indicadores de un tratamiento apropiado y eficaz. Asimismo, podría ser importante analizar las sustancias químicas que se sabe que están presentes a nivel local, como el cobre o el plomo provenientes de la contaminación industrial.

En la sección 6 "Análisis de parámetros químicos", se explica el análisis químico más detalladamente.

2.4.3 Análisis microbiológico

Por lejos, el riesgo más grave para la salud pública asociado con el agua de consumo es la contaminación microbiológica, lo cual hace que sea prioritaria en el análisis de la calidad del agua. Los agentes patógenos presentes en el agua —bacterias, virus, protozoos y helmintos— pueden ocasionar una gran variedad de problemas de salud, pero la principal preocupación es

la diarrea infecciosa que se transmite por el consumo de agua contaminada con materia fecal (UNICEF, 2008).

Analizar la presencia de contaminación microbiológica es con frecuencia la prioridad de la mayoría de los proyectos de agua potable. La bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*) y los coliformes termotolerantes (CTT) son el estándar de análisis de contaminación microbiológica.

En la sección 7 "Análisis de parámetros microbiológicos", se explica el análisis microbiológico más detalladamente.

2.5 Identificar los métodos de análisis

Una vez que se han seleccionado los parámetros que se analizarán, será necesario elegir el método a utilizar. En la sección 1 "Resumen general del análisis de la calidad del agua de consumo", se abordaron los distintos métodos disponibles para analizar la calidad del agua:

- Observación.
- Uso de equipos portátiles de análisis.
- Uso de un laboratorio móvil.
- Envío de muestras a un laboratorio comercial.
- Montaje de un laboratorio propio para el proyecto.

En las secciones 5, 6 y 7, se brindan más detalles sobre los métodos específicos de análisis que pueden usarse para los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Los siguientes puntos pueden ayudar a decidir cuáles son los métodos de análisis más adecuados:

- Objetivos del programa de análisis.
- Rango de concentraciones que se necesitan determinar.
 - Los límites de detección dependen del tipo de método; frecuentemente, tanto las concentraciones altas como bajas se pueden analizar con más exactitud en un laboratorio.
- Exactitud y precisión requeridas.
 - Cuanto mayor sean la exactitud y la precisión requeridas, mayor será la complejidad y el costo del análisis.
- Período máximo de tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis.
- Habilidades técnicas requeridas.
- Costo de los equipos y los insumos necesarios para cada análisis.

En general, la decisión final se toma en base a la familiaridad y la comodidad que se tenga con el método de análisis, o en base a la disponibilidad del equipamiento y los insumos en el país.

2.6 Diseñar el plan de muestreo

El siguiente paso es determinar cuántas muestras de agua se necesitan y de dónde se tomarán. El aspecto más importante de la recolección de muestras es idear un plan, implementarlo de forma sistemática y describir el motivo por el cual se eligió ese plan de muestreo. Además, para comprender la selección de muestras, podría ser de ayuda llevar un registro de lo sucedido al implementar el plan y de cómo se sustituyeron las muestras o las encuestas en caso de que no haya sido posible contactarse con los miembros de un hogar (OMS, 2012).

En primer lugar, será necesario determinar la cantidad de hogares o ubicaciones a muestrear. El tamaño de la muestra seleccionada dependerá de:

- Los recursos disponibles para analizar la calidad del agua y los datos.
- La cantidad total de puntos de muestreo.
- La logística que implica llegar a los puntos de muestreo, en particular en zonas rurales, alejadas.
- Cuánta información se necesita para tomar una buena decisión.
- Su mejor criterio.

Los cálculos estadísticos del tamaño de la muestra para realizar una investigación más rigurosa están por fuera del alcance de este manual. Sin embargo, CAWST puede brindar más información para calcular el tamaño de la muestra. Por favor, escribanos a: resources@kawst.org.

Los siguientes valores de referencia pueden ayudar a determinar el tamaño de la muestra para proyectos grandes y pequeños.

2.6.1 *Tamaño de la muestra para proyectos pequeños (<100 hogares o ubicaciones)*

Si se cuenta con recursos, sería bueno analizar el 100% de los hogares o las ubicaciones en el caso de un proyecto pequeño. Como mínimo, el tamaño de la muestra debería ser 30% de los hogares o ubicaciones.

2.6.2 *Tamaño de la muestra para proyectos grandes (>100 hogares o ubicaciones)*

En base a la experiencia de CAWST, se recomienda usar tamaños de muestras que se ajusten a los tamaños de proyecto que figuran en la tabla a continuación. Allí, se muestra que en los proyectos más pequeños es necesario seleccionar una cantidad relativamente grande de muestras. Por ejemplo, en un proyecto que abarca 1000 hogares, se deberían analizar entre 43 y 91 hogares para obtener una representación adecuada de la calidad del agua.

Tamaños de los proyectos y las muestras

Tamaño del proyecto	Tamaño de la muestra
500	41-83
1000	43-91
2000	43-95
3000	44-97
4000-6000	44-98
7000-15.000	44-99
>20.000	44-100

Nota: tamaños de muestra para niveles de precisión $\pm 10\%$ y $\pm 15\%$ donde el nivel de confianza es 95% (adaptado de <http://edis.ifas.ufl.edu/>).

La ubicación geográfica y el nivel socioeconómico también pueden tenerse en cuenta durante la selección de la muestra. Antes de determinar el tamaño de la muestra, se puede dividir el proyecto en distintas zonas geográficas, como zonas montañosas, llanuras o zonas costeras, para obtener una representación precisa. También se pueden clasificar a los hogares en función del nivel socioeconómico: ingresos altos, intermedios y bajos. Luego, se puede tomar 10-20% de los hogares como muestra de cada zona geográfica o grupo socioeconómico.

2.6.3 Decidir qué lugares muestrear

Hay distintos métodos para elegir qué personas o lugares muestrear. Es mejor realizar un muestreo aleatorio (sin seguir ningún patrón en particular) para que no haya ningún sesgo en los resultados, pero puede que no siempre sea posible.

Muestreo aleatorio simple

En este método, cada hogar que participó del proyecto tiene la misma probabilidad de ser seleccionado para la muestra. Se pueden usar distintos métodos para seleccionar al azar los hogares, como sacar los nombres de un sombrero o usar un generador en línea de números aleatorios (www.random.org).

Por ejemplo: el tamaño de la muestra es 50 sobre un total de 200 hogares. Escribir el nombre de cada hogar en trozos de papel y colocarlos en un recipiente. Seleccionar al azar 50 nombres.

Muestreo aleatorio sistemático

En este método, se seleccionan los hogares siguiendo un intervalo determinado. El intervalo se calcula dividiendo el total de hogares que participaron del proyecto por la cantidad de hogares que se seleccionarán (tamaño de la muestra).

Por ejemplo:

- el tamaño de la muestra es de 100 hogares, de un total de 1000 hogares.
- $1000 \div 100 = 10$ hogares
- De la lista de 1000 hogares, tomar como punto de partida un hogar de la lista al azar y, a partir de ese, seleccionar una muestra siguiendo el intervalo de 10 hogares.

Muestreo aleatorio por conglomerados

En este método, se divide a la población en conglomerados o grupos, y se eligen algunos mediante el muestreo aleatorio simple. Es un buen método para usar en proyectos grandes. Las muestras tomadas de los hogares de una misma calle o los hogares de una misma tribu son un ejemplo de muestreo por conglomerados.

Por ejemplo: una organización desea conocer la eficacia de una tecnología de tratamiento del agua en la zona del proyecto. Releva cada hogar del proyecto sería muy costoso y llevaría mucho tiempo. En cambio, se seleccionan aleatoriamente 50 hogares de todos los hogares que usan el estanque local como fuente de agua. A los hogares que usan el estanque se los considera un conglomerado.

Muestreo por conveniencia

En el muestreo por conveniencia, no hay una muestra aleatoria de la población porque los hogares solo se eligen si el acceso a ellos es fácil y conveniente. En muchos proyectos, con frecuencia se usa el muestreo por conveniencia en lugar del muestreo aleatorio debido a la falta de tiempo y recursos.

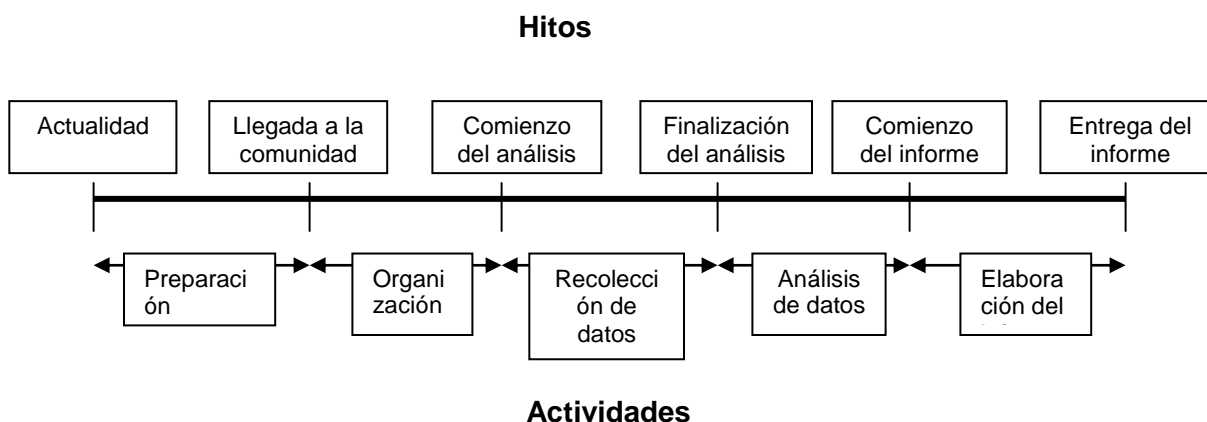
Por ejemplo, se podrían seleccionar los primeros diez hogares de una calle o a la primera fila de personas en una reunión.

2.7 Determinar los hitos clave

El concepto de hito utilizado en la planificación de proyectos deriva originalmente de la construcción de carreteras. Un hito o señal kilométrica se coloca al costado del camino a intervalos regulares. Esa señal le da a quien viaja una mejor idea del camino recorrido y la distancia restante para llegar a destino.

De la misma manera, un hito en el marco del proceso de planificación indica los logros que es necesario alcanzar para cumplir el objetivo final. Al planificar los hitos, es mejor empezar teniendo el fin en mente para determinar cuáles son los hitos clave que hay que alcanzar antes de completar el informe final.

En el siguiente ejemplo, se muestran los hitos clave en la parte superior y las actividades más importantes en la parte inferior, desde la actualidad hasta la finalización del programa de análisis de la calidad del agua.



Este método de visualización de los hitos es una herramienta útil para ver el plan completo y comprender cuáles son los pasos necesarios para completar el trabajo. Al subdividir el programa de análisis de la calidad del agua en hitos, uno puede enfocarse en las actividades específicas que son necesarias para completar cada etapa del programa. Elaborar una lista de actividades específicas para alcanzar cada hito es el próximo paso del proceso de planificación.

2.8 Identificar las actividades

Las actividades son las tareas específicas que es necesario realizar para alcanzar un hito. Puede haber muchas actividades en curso al mismo tiempo. No siempre es necesario finalizar una para comenzar otra. Por ejemplo, las actividades de preparación abarcan todas las cosas que deberían hacerse antes de llegar a una comunidad. Ejemplos de algunas de esas actividades podrían ser:

1. Compra de equipos y suministros para analizar el agua

- Identificar fabricantes locales o internacionales de equipos e insumos.
- Comprar todos los equipos e insumos.
- Hacer una lista de verificación de inventario.
- Encontrar un lugar donde se realizará el análisis de la calidad del agua.
- Elaborar los procedimientos de análisis.
- Capacitar al personal sobre el uso de los equipos.
- Practicar el uso de los equipos para llevar a cabo los análisis.

2. Desarrollo de herramientas para las encuestas

- Determinar los tamaños de las muestras.
- Identificar los hogares o las ubicaciones donde se recolectarán las muestras de agua.

- Crear una lista de verificación para las visitas a hogares y capacitar al personal sobre cómo manejarse durante las visitas.
- Elaborar formularios de inspección sanitaria y capacitar al personal sobre su uso.

3. Plan de gestión de datos

- Establecer qué datos se registrarán.
- Determinar cómo se registrarán los datos.
- Elaborar formularios de recolección de datos.
- Determinar el proceso para compilar los datos recabados de distintas fuentes.
- Determinar quién analizará los datos y cómo se informarán los resultados.

2.9 Asignar las responsabilidades

Una vez que se elaboró la lista de actividades, el próximo paso es asignar quién será el responsable de cada actividad. En los proyectos grandes, podría haber muchas personas involucradas y cada una necesita saber el rol que tiene y cómo trabajar en conjunto. La matriz RACI es una herramienta de gestión de proyectos que ayuda a dejar en claro los distintos roles de un proyecto. El acrónimo RACI proviene de las palabras "responsabilidad", "acción", "consulta" e "información", respectivamente.

R = Responsabilidad

Este rol está a cargo de una sola persona. Ese individuo es el máximo responsable de que la actividad se complete a tiempo y con el presupuesto disponible. Aunque muchas otras personas trabajen en esa actividad, solo una tiene asignado el rol "R".

A = Acción

A todas las personas que tendrán que realizar alguna acción para completar la actividad se les asigna el rol "A" en la matriz. Se les asigna el rol "A" a todas y cada una de las personas que realizarán alguna acción para esa actividad.

C = Consulta

Este punto se refiere a las personas a las que se consultará y que se precisa que den una respuesta. Por ejemplo, si se necesita aprobar fondos, entonces se le asignará el rol "C" en la matriz a quien esté a cargo de dar la aprobación.

I = Información

En muchas actividades, hay una cantidad de personas a las que es necesario mantener informadas, aunque no sea necesario que den una respuesta. Este podría ser el caso de los destinatarios de los informes de progreso o de resultados preliminares, etc. A esas personas, se les asigna el rol "I" en la matriz.

Nótese que a una misma persona se le puede asignar más de un rol (p. ej.: "A" e "I"). Es importante que cada persona comprenda y esté de acuerdo con las responsabilidades que se

le asignaron y que esté lista para informar al equipo sobre el progreso alcanzado a medida que se avanza.

Ejemplo de matriz RACI

Actividades	R	A	C	I
1. Kit de análisis del agua e insumos:				
Identificar fabricantes de equipos e insumos	Sr. X			Sra. Y
Comprar todos los equipos e insumos	Sr. X			Sra. Y
Hacer una lista de verificación de inventario	Sr. X			Sra. Y
Elaborar el procedimiento de análisis	Sra. Y		Sr. X	
Capacitar al personal sobre el uso de los equipos	Sra. Y	Sr. X Sra. W		
Practicar la realización de los análisis	Sra. Y	Sr. X Sra. W		

2.10 Calcular el tiempo y el costo

El último paso es calcular el tiempo y el costo que implica completar cada actividad. Mediante el uso de la lista de actividades a modo de desglose del proyecto, es mucho más fácil calcular el tiempo necesario y el costo de cada actividad.

En general, el costo y el tiempo lo calcula o al menos lo aprueba la persona que es el responsable máximo de la actividad. Con frecuencia, el análisis de la calidad del agua es más complejo y lleva más tiempo de lo esperado originalmente, en particular durante el primer proyecto. Es mejor asignar tiempo adicional en el plan.

Ejemplo de cálculo del tiempo

Actividades	Semana				
	1	2	3	4	5
1. Preparación					
2. Organización					
3. Recolección de datos					
4. Análisis de datos					
5. Elaboración del informe final					

Cuando sea posible, respaldar el cálculo de costos con presupuestos reales (p. ej., para los equipos de análisis y los insumos). Se debería elaborar un presupuesto para incluir todos los costos de capital (p. ej.: los equipos) y los gastos corrientes, incluidos el transporte y los recursos humanos.

Ejemplo de presupuesto para análisis de 30 filtros cerámicos

Actividades	Costo (USD)
1. Kit portátil de análisis (incluye cantidad suficiente de insumos necesarios para el análisis)	\$2500,00
2. Material de oficina	
Papel	\$15,00
Fotocopias	\$30,00
Impresión	\$50,00
Mapas	\$10,00
3. Trabajo de campo	
Transporte local hasta el proyecto (6 días a razón de \$20 por día)	\$120,00
Equipos de análisis e insumos	\$120,00
Refrigerios para reuniones comunitarias	\$120,00
3. Recursos humanos	
Viáticos diarios del personal (1 líder de equipo, 3 miembros, 1 chofer)	\$180,00
Total de costos	\$3145,00
Contingencias 10%	\$314,50
Total general	\$3459,50

2.11 Resumen de información clave

- Es importante tener un plan antes de comenzar a realizar el análisis de la calidad del agua. Planificar por adelantado y reflexionar cuidadosamente sobre el proceso ahorra tiempo, reduce los costos y evita sorpresas durante el proyecto. Además, brinda una idea sobre los recursos humanos y financieros que se necesitarán para llevar a cabo el análisis.
- La planificación de un programa de análisis de la calidad del agua debería estar a cargo de las personas que participarán del proyecto.
- Las etapas principales del proceso de planificación son:
 1. Evaluar la necesidad de realizar el análisis: ¿Por qué es necesario llevar a cabo el análisis de la calidad del agua?
 2. Establecer los objetivos: ¿Cuáles son los objetivos de analizar la calidad del agua?
 3. Identificar los parámetros por analizar: ¿Cuáles son los parámetros de la calidad del agua que se analizarán?
 4. Identificar los métodos de análisis: ¿Qué método se usará para analizar?
 5. Diseñar el plan de muestreo: ¿Cuántas muestras de agua se precisan? ¿De dónde se obtendrán?
 6. Determinar los hitos clave: ¿Qué logros es necesario alcanzar para poder cumplir con el objetivo final?
 7. Identificar las actividades: ¿Qué tareas específicas habrá que realizar?
 8. Asignar responsabilidades: ¿Quién estará a cargo de cada tarea?

9. Calcular el tiempo y el costo: ¿Qué tiempo y qué costo conlleva completar cada actividad?
- En general, los parámetros prioritarios del análisis de la calidad del agua son:
 - *E. coli* o coliformes termotolerantes (véase la sección 7 "Análisis de parámetros microbiológicos").
 - Turbidez (véase la sección 5 "Análisis de parámetros físicos").
 - Arsénico (véase la sección 6 "Análisis de parámetros químicos").
 - Fluoruro (véase la sección 6 "Análisis de parámetros químicos").
 - Nitrato (véase la sección 6 "Análisis de parámetros químicos").
 - Cloro residual libre y pH, si se usa la desinfección con cloro (véase la sección 6 "Análisis de parámetros químicos").

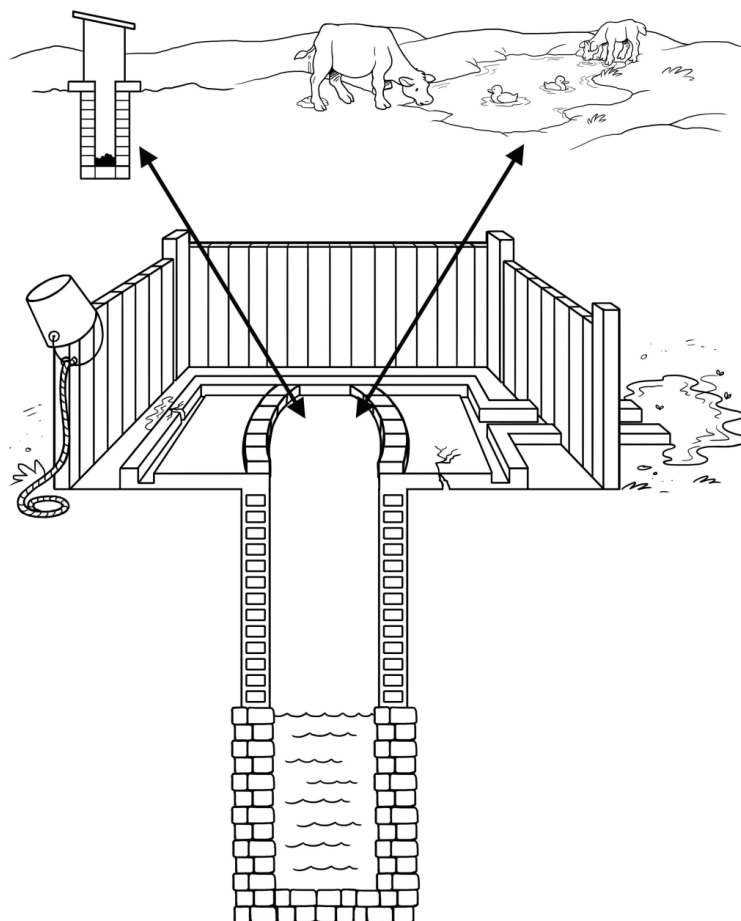
2.12 Referencias

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en:
www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 3: Inspecciones sanitarias





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Sección 3: Inspecciones sanitarias.....	i
3.1 Introducción	1
3.2 ¿Qué es una inspección sanitaria?.....	2
3.3 ¿Cuándo se debe hacer una inspección sanitaria?	2
¿Cómo se debe hacer una inspección sanitaria?	3
3.4 Interpretación de resultados	6
3.5 Educación de la comunidad y los hogares.....	6
3.6 Inspecciones visuales	7
3.7 Resumen de información clave.....	7
3.8 Referencias.....	8

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua

Sección 3: Inspecciones sanitarias..... i

3.1 Introducción 1

3.2 ¿Qué es una inspección sanitaria?..... 2

3.3 ¿Cuándo se debe hacer una inspección sanitaria? 2

¿Cómo se debe hacer una inspección sanitaria? 3

3.4 Interpretación de resultados 6

3.5 Educación de la comunidad y los hogares..... 6

3.6 Inspecciones visuales 7

3.7 Resumen de información clave..... 7

3.8 Referencias..... 8

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Sección 5: Análisis de parámetros físicos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países

3.1 Introducción

Las inspecciones sanitarias son un método simple, asequible y práctico para ayudar a que las comunidades y los hogares comprendan y gestionen la calidad de su agua de consumo. Se pueden usar las inspecciones sanitarias combinadas con el análisis de la calidad del agua para identificar las fuentes de contaminación más importantes y tomar las acciones adecuadas para mejorar la seguridad del agua.

El análisis de la calidad por sí solo no garantiza que el agua sea segura. Realizar un análisis periódico solo refleja la calidad del agua en un momento determinado. Brinda poca información sobre la fuente de contaminación y podría no identificar cambios estacionales importantes en la calidad del agua. Identificar las causas de la contaminación y tomar medidas adecuadas para evitarla solo es posible si se cuenta con información sobre el origen y el trayecto de los contaminantes. Las inspecciones sanitarias pueden brindar esa información (UNICEF, 2008).

Son particularmente útiles para evaluar y monitorear los sistemas de abastecimiento de agua pequeños gestionados por comunidades (p. ej., una red simple de distribución de agua, pozos perforados con bombas mecánicas o manuales, pozos excavados, manantiales protegidos) y los sistemas de tratamiento del agua a nivel domiciliario y almacenamiento seguro. En esos casos, llevar a cabo un análisis de forma periódica no es posible y las inspecciones sanitarias pueden ayudar a evaluar la seguridad del agua (OMS, 2011). En las investigaciones realizadas por Mushi et al. (2012), se muestra que las inspecciones sanitarias (que usan el procedimiento elaborado por la Organización Mundial de la Salud) tuvieron la capacidad de predecir los niveles de contaminación bacteriana por materia fecal en los pozos usados para extraer agua de consumo.

Comparación del análisis del agua y las inspecciones sanitarias para evaluar la calidad

Análisis de la calidad del agua	Inspecciones sanitarias
El análisis puede ser costoso, se precisan equipos y personal competente y calificado; por eso, no siempre es fácil de llevar a cabo de forma regular o rutinaria.	Las inspecciones sanitarias son económicas, no precisan equipos o personal altamente calificado y se pueden realizar de forma regular o rutinaria.
El análisis solo brinda una foto instantánea, un reflejo de la calidad del agua al momento de realizar el muestreo.	Las inspecciones sanitarias pueden poner de manifiesto condiciones o prácticas que podrían ocasionar episodios de contaminación a corto plazo o contaminación a largo plazo.
El análisis indica si una muestra está contaminada, pero en general no ayuda a identificar la fuente de la contaminación.	Las inspecciones sanitarias ponen de manifiesto las posibles fuentes de contaminación más obvias, pero podrían no mostrar todas las fuentes de contaminación (p. ej., la contaminación de aguas subterráneas). Con las inspecciones sanitarias, no se confirma si la contaminación existe o no.
El análisis del agua brinda datos sobre la calidad física, química y microbiológica de las muestras.	Con las inspecciones sanitarias, usualmente se identifican riesgos que podrían afectar la calidad física y microbiológica del agua. En general, no se identifican los riesgos que afectan la calidad química del agua.

(Adaptado a partir de OMS, 2012)

3.2 ¿Qué es una inspección sanitaria?

Una inspección sanitaria es una inspección in situ del suministro de agua que se realiza para identificar fuentes de contaminación existentes o potenciales. Se evalúa la estructura física y el funcionamiento de los sistemas, así como también los factores externos (como la ubicación de las letrinas). La información obtenida se puede usar para tomar acciones adecuadas con el fin de proteger o mejorar el suministro de agua (OMS, s/f).

Las inspecciones sanitarias generalmente hacen foco en las fuentes de contaminación microbiológica, principalmente la contaminación fecal proveniente de personas y animales. Sin embargo, en algunos casos se pueden identificar riesgos químicos provenientes de industrias locales o de la actividad agrícola. Por ejemplo, con una inspección sanitaria se podría identificar la fertilización intensiva cerca de una toma de agua superficial o efluentes de una curtiembre cercana a una fuente de agua (OMS, s/f).

3.3 ¿Cuándo se debe hacer una inspección sanitaria?

Las inspecciones sanitarias se deberían hacer en todas las fuentes de agua nuevas (incluyendo pozos perforados, pozos excavados y manantiales protegidos) antes de que se usen como fuente de agua de consumo y en forma regular una vez que la fuente está en funcionamiento. En la siguiente tabla, se muestran las frecuencias anuales mínimas sugeridas para las inspecciones sanitarias que deberían ser realizadas por la comunidad (p. ej., grupos de usuarios de agua), entidades de abastecimiento de agua (p. ej., organizaciones no gubernamentales o empresas privadas que implementan proyectos de abastecimiento y tratamiento de agua) y organismos de control (p. ej., ministerios de medioambiente, ministerios de salud).

Capacitar a los miembros de la comunidad para que realicen inspecciones de sus sistemas de suministro de agua podría hacer posible que las realicen con más frecuencia. También es importante capacitar a los miembros de la comunidad sobre cómo tomar medidas correctivas adecuadas para los riesgos identificados.

Frecuencia mínima sugerida para realizar inspecciones sanitarias

Fuente y suministro de agua	Comunidad ^a	Entidad de abastecimiento de agua ^b	Organismo de control ^{a,b,c}
Pozo excavado (sin cabrestante)	6 veces por año	-	1 vez por año ^d
Pozo excavado (con cabrestante)	6 veces por año	-	1 vez por año ^d
Pozo excavado con bomba manual	4 veces por año	-	1 vez por año ^d
Pozo entubado poco profundo y profundo con bomba manual	4 veces por año	-	1 vez por año ^d
Captación de agua de lluvia	4 veces por año	-	1 vez por año ^d
Manantial de gravedad	4 veces por año	-	1 vez por año ^d
Abastecimiento por tuberías: agua subterránea con y sin cloro	-	1 vez por año	1 vez por año
Abastecimiento por tuberías: agua superficial tratada con cloro	12 veces por año -	1 vez por año 2 veces por año	1 vez por año 1 vez por año
Población <5000 Población entre 5000 y 20.000			
Distribución del agua abastecida por tuberías ^e	-	12 veces por año	1 vez por año

^a En los casos en que una familia es dueña del sistema de suministro (p. ej., pozos excavados con o sin bomba manual), la familia es la responsable de realizar las inspecciones sanitarias, con apoyo del organismo de control.

^b Todas las fuentes nuevas deberían inspeccionarse antes de entrar en funcionamiento.

^c En situaciones de emergencia, como la aparición de epidemias, se debería realizar la inspección de forma inmediata.

^d Cuando sea poco práctico inspeccionar todas las instalaciones, se debería inspeccionar una muestra estadísticamente significativa.

^e La limpieza de los grifos públicos queda a cargo de la comunidad si la población es inferior a 5000 personas. La entidad de abastecimiento de agua con frecuencia mantiene el sistema de distribución y los grifos públicos si la población es de 5000 a 20.000 personas.

(Adaptado a partir de OMS, 2007)

¿Cómo se debe hacer una inspección sanitaria?

El procedimiento para hacer una inspección sanitaria fue elaborado por la OMS como parte de los planes de seguridad del agua. Las inspecciones sanitarias usan formularios estandarizados de observaciones y entrevistas con un sistema de puntos para cuantificar el riesgo general. Los formularios generalmente tienen diez preguntas que se deben responder con “sí” o “no”. Las preguntas están escritas de manera tal que las respuestas “sí” indican que hay riesgo de contaminación y las respuestas “no” indican que no hay riesgo. Cada respuesta “sí” vale un punto y cada respuesta “no” vale cero puntos. Al final de la inspección, se suman los puntos para obtener un resultado sobre un total de diez. Cuanto más alta sea la puntuación total, mayor será el riesgo de contaminación (OMS, s/f).

Puntaje y riesgo de una inspección sanitaria

Puntaje de la inspección sanitaria	Riesgo de contaminación
9-10	Muy alto
6-8	Alto
3-5	Intermedio
0-2	Bajo

En el apéndice 1, se brindan ejemplos de formularios de inspección sanitaria para distintas fuentes de agua. Los formularios se pueden modificar para tener en cuenta las condiciones y la lengua local. Los formularios también deberían ser fáciles de usar y comprender para los inspectores. Para inspectores con niveles bajos de alfabetismo, se pueden adaptar los formularios para que el texto sea simple y tenga ilustraciones.

Se deberían abordar con los hogares y la comunidad los resultados de las inspecciones sanitarias y las acciones que es necesario tomar para proteger y mejorar la calidad del agua. Por ejemplo, en la siguiente ilustración de un pozo abierto, las acciones que se podrían tomar para proteger la fuente de agua son:

- Reubicar la letrina si está muy cerca de la fuente de agua.
- Asegurarse de que los animales no tengan acceso a la fuente de agua.
- Reparar las grietas que hay alrededor de la plataforma del pozo.
- Mejorar el drenaje alrededor de la plataforma del pozo.
- Usar un recipiente de recolección de agua limpio que se almacene en un lugar seguro.

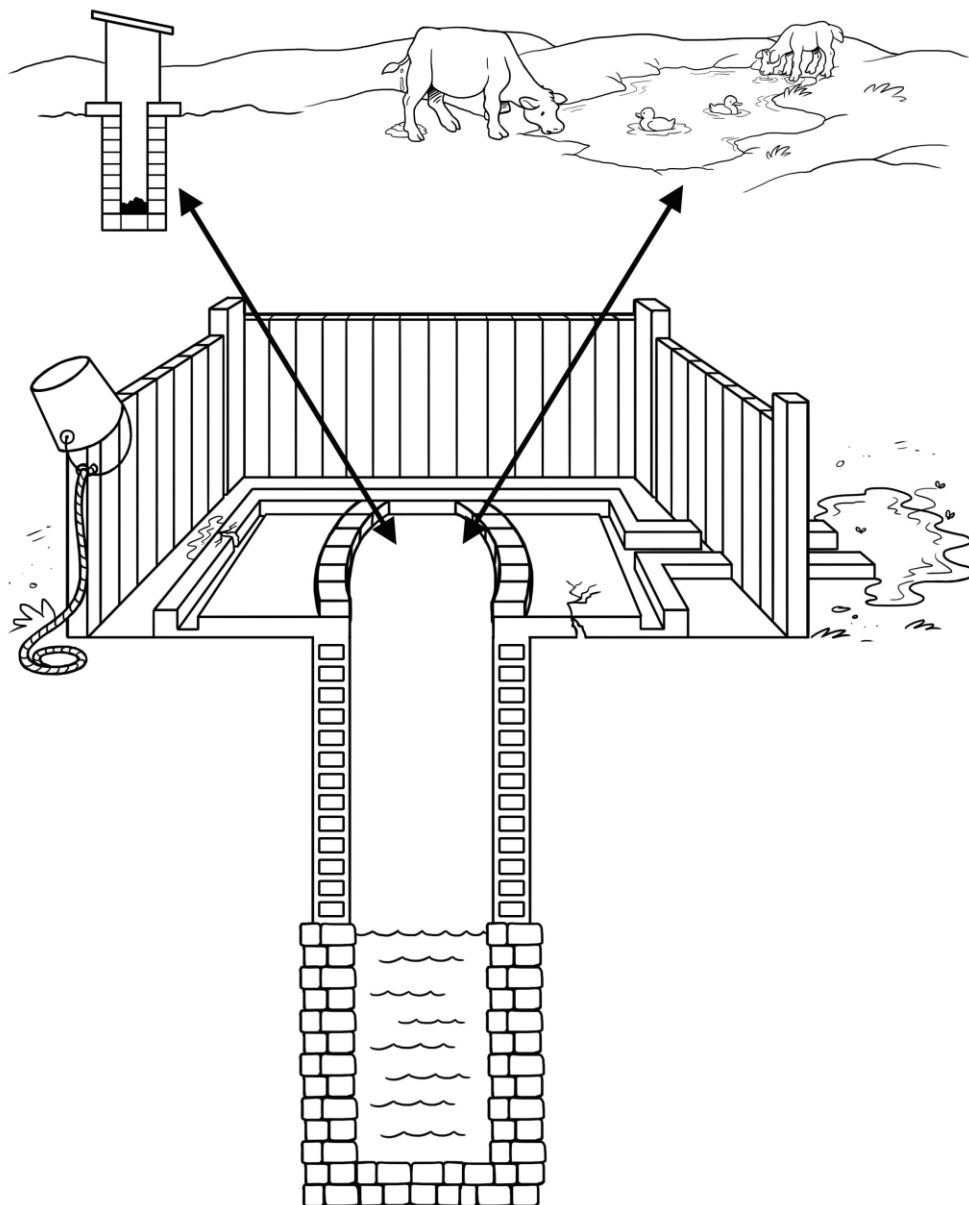
La capacitación es fundamental para realizar inspecciones sanitarias eficaces y uniformes. Es posible capacitar tanto al personal del proyecto como a los miembros de la comunidad para realizar las inspecciones. Incluso los miembros de la comunidad que no tenían conocimientos técnicos formales han sido capacitados con éxito sobre la realización de inspecciones sanitarias. Los inspectores locales frecuentemente son muy eficaces ya que son actores directos en sus sistemas de agua, deben rendir cuentas ante sus pares y las autoridades locales y están en condiciones de realizar inspecciones periódicamente. Si se usan miembros de la comunidad para llevar a cabo las inspecciones, también es importante capacitarlos en cuanto a qué medidas correctivas tomar para los riesgos identificados.

Algunos problemas comunes que impiden que grupos comunitarios y otras organizaciones realicen inspecciones sanitarias eficaces son:

- No hay un método estandarizado para realizar la inspección.
- La interpretación de las observaciones realizadas en el lugar puede variar entre inspector e inspector.
- Es difícil cuantificar o comparar los datos debido a la subjetividad de la interpretación y al estilo de observación.
- No se realiza ningún esfuerzo para analizar los datos con el fin de investigar tendencias generales o problemas comunes.

Esos problemas ponen de manifiesto la necesidad de contar con una buena planificación, gestión y capacitación para asegurarse de que las inspecciones sanitarias sean una herramienta eficaz para ayudar a garantizar que el agua sea segura.

Ejemplo de una inspección sanitaria de un pozo abierto



3.4 Interpretación de resultados

A veces, el análisis de la calidad del agua se realiza al mismo tiempo que una inspección sanitaria. A eso se lo conoce como encuesta sanitaria. Combinar los resultados de una inspección sanitaria con los datos del análisis de la calidad del agua puede ser útil para identificar las causas más importantes de contaminación y las acciones que se pueden tomar para mejorar la situación. Por ejemplo, los resultados podrían ayudar a determinar si el saneamiento in situ o ex situ está causando la contaminación del agua de consumo. Este análisis también podría identificar otros factores relacionados con la contaminación, como las precipitaciones intensas.

Combinar el análisis de una inspección sanitaria con los datos del análisis de la calidad del agua es particularmente útil para evaluar los sistemas domésticos de gestión del agua. A nivel doméstico, los datos sobre la calidad microbiológica del agua son limitados y, por eso, el puntaje de riesgo obtenido en la inspección sanitaria se transforma en un elemento importante para evaluar los sistemas domésticos, su gestión y la priorización de las acciones por tomar para mejorar la situación. En la siguiente tabla, se muestra un ejemplo de un sistema combinado para evaluar el riesgo y priorizar las acciones para los sistemas domésticos de agua (OMS, 2011).

Ejemplo de evaluación de la prioridad de acción para agua doméstica mediante el uso de los resultados microbiológicos de calidad del agua y el puntaje de la inspección sanitaria¹

		Puntaje de riesgo de la inspección sanitaria			
		0-2	3-5	6-8	9-10
<i>E. coli</i> (UFC/100 ml) ²	<1				
	1-10				
	11-100				
	>100				

Riesgo bajo: no se requiere tomar medidas.	Riesgo intermedio: prioridad de acción baja.	Riesgo alto: prioridad de acción alta.	Riesgo muy alto: se requiere tomar medidas urgentes.
---	---	---	---

¹ Cuando hay una posible discrepancia entre los resultados del análisis de la calidad del agua y la inspección sanitaria, se precisa seguimiento adicional.

² UFC = unidades formadoras de colonias (para más información, véase la sección 7 "Análisis de parámetros microbiológicos").
(OMS, 2011)

3.5 Educación de la comunidad y los hogares

Las inspecciones sanitarias también podrían incluir actividades educativas y de promoción de la salud para mejorar el comportamiento en cuanto al agua, el saneamiento y la higiene. Una ventaja de las inspecciones sanitarias es que los resultados se pueden tratar con los usuarios y los miembros de la comunidad al momento de la inspección. Así se puede ayudar a que comprendan los riesgos identificados y los inspectores pueden brindar consejos en el lugar. La

participación de los miembros de la comunidad en las inspecciones sanitarias puede aumentar su predisposición a tomar acciones correctivas (OMS, 2011 y 2012).

3.6 Inspecciones visuales

Una inspección visual es similar a una inspección sanitaria, pero menos estructurada. Brinda datos cualitativos que se obtienen mediante la observación y luego se plasman en un informe oral o escrito. Para esta técnica, se precisa que quienes lleven a cabo las inspecciones tengan una comprensión y un conocimiento básicos de los principios de salud pública y que sean meticulosos y profesionales por naturaleza. Por ejemplo, los promotores de salud comunitaria podrían usar la inspección visual para evaluar las prácticas domésticas de higiene y los riesgos que afectan la calidad del agua dentro del hogar. La inspección visual abarca observar cómo se almacena, se manipula y se usa el agua en los hogares para identificar prácticas antihigiénicas.

Se podrían usar formularios estandarizados para registrar los resultados de las inspecciones visuales. El uso de formularios estandarizados fomenta la evaluación objetiva, para que los datos obtenidos por distintos inspectores o en distintas zonas se puedan comparar directamente (OMS, 2012).

CAWST brinda algunos formularios de inspección visual como parte del monitoreo de los filtros de bioarena. Pueden descargarse desde: http://resources.cawst.org/package/monitoring-biosand-filter-projects-manual_en

3.7 Resumen de información clave

- Las inspecciones sanitarias son un método simple, asequible y práctico para ayudar a que las comunidades y los hogares comprendan y gestionen la calidad de su agua de consumo.
- Una inspección sanitaria es una inspección in situ del suministro de agua que se realiza para identificar fuentes de contaminación existentes o potenciales.
- Las inspecciones sanitarias generalmente hacen foco en las fuentes de contaminación microbiológica, principalmente la contaminación fecal proveniente de personas y animales.
- Las inspecciones sanitarias usan formas estandarizadas de observaciones y entrevistas con un sistema de puntos para cuantificar el riesgo general.
- En el apéndice 1, se proporcionan ejemplos de formularios de inspección sanitaria para distintas fuentes de agua. Se pueden modificar para tener en cuenta las condiciones y la lengua local.
- Se deberían abordar con los hogares y la comunidad los resultados de las inspecciones sanitarias y las acciones que es necesario tomar para proteger y mejorar la calidad del agua.
- La capacitación es fundamental para realizar inspecciones sanitarias eficaces y uniformes. Es posible capacitar tanto al personal del proyecto como a los miembros de la comunidad para realizar las inspecciones.
- A veces, el análisis de la calidad del agua se realiza al mismo tiempo que una inspección sanitaria. A eso se lo conoce como encuesta sanitaria. Combinar los resultados de una inspección sanitaria con los datos del análisis de la calidad del agua puede ser útil para identificar las causas más importantes de contaminación y las acciones que se pueden tomar para mejorar la situación.

- Las inspecciones sanitarias también podrían incluir actividades educativas y de promoción de la salud para mejorar el comportamiento en cuanto al agua, el saneamiento y la higiene.
- Una inspección visual es similar a una inspección sanitaria, pero menos estructurada. Brinda datos cualitativos que se obtienen mediante la observación y luego se plasman en un informe oral o escrito.

3.8 Referencias

Mushi, D., Byamukama, D., Kirschner, A., Mach, R., K. Brunner y A. Farnleitner. Sanitary inspection of wells using risk-of-contamination scoring indicates a high predictive ability for bacterial faecal pollution in the peri-urban tropical lowlands of Dar es Salaam, Tanzania. J Water Health. Junio de 2012; 10(2): 236–243. Disponible (en inglés) en: www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3393635/

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en: www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

Organización Mundial de la Salud (sin fecha). Fact Sheet 2.1: Sanitary Inspections. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/emergencies/envsanfactsheets/en/index1.html

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

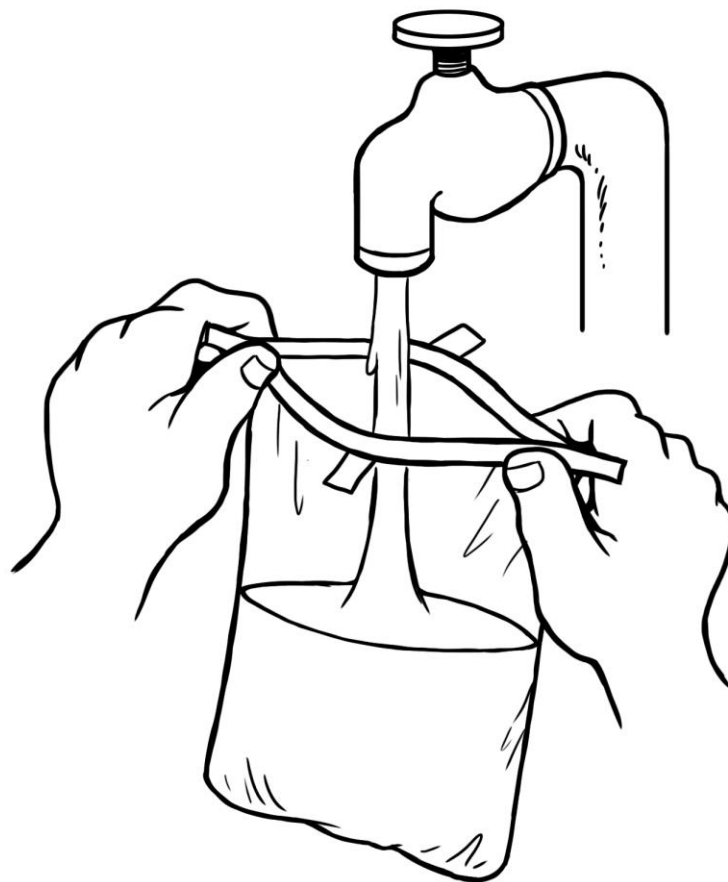
Organización Mundial de la Salud (2005). Water Safety Plans: Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad	i
4.1 Introducción	1
4.2 Cómo recolectar muestras de agua	1
4.2.1 Limpieza y esterilización de recipientes para muestras	2
4.2.2 Uso de aditivos y conservantes	3
4.2.3 Muestreo de una fuente de agua superficial	3
4.2.4 Muestro de un tanque o pozo abierto	4
4.2.5 Muestreo de un grifo	5
4.2.6 Muestreo de una bomba manual	7
4.2.7 Muestreo de un manantial protegido.....	8
4.2.8 Muestreo de un recipiente de transporte o almacenamiento	8
4.2.9 Muestreo de una tecnología de tratamiento del agua a nivel domiciliario	9
4.3 Cómo transportar las muestras de agua.....	11
4.4 Cómo diluir una muestra de agua	12
4.5 Aseguramiento y control de la calidad	13
4.5.1 Selección de equipos y productos.....	16
4.5.2 Calibración de los equipos	16
4.5.3 Calidad de los productos.....	16
4.5.4 Distribución desigual de los microorganismos en una muestra.....	17
4.5.5 Contaminación secundaria.....	17
4.5.6 Muestras por duplicado	20
4.5.7 Controles: muestras en blanco y verdaderos positivos	20
4.6 Salud y seguridad	20
4.7 Resumen de información clave.....	21
4.8 Referencias.....	22

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua

Sección 3: Inspecciones sanitarias

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad i

4.1 Introducción 1

4.2 Cómo recolectar muestras de agua 1

4.2.1 Limpieza y esterilización de recipientes para muestras 2

4.2.2 Uso de aditivos y conservantes 3

4.2.3 Muestreo de una fuente de agua superficial 3

4.2.4 Muestro de un tanque o pozo abierto 4

4.2.5 Muestreo de un grifo 5

4.2.6 Muestreo de una bomba manual 7

4.2.7 Muestreo de un manantial protegido 8

4.2.8 Muestreo de un recipiente de transporte o almacenamiento 8

4.2.9 Muestreo de una tecnología de tratamiento del agua a nivel domiciliario 9

4.3 Cómo transportar las muestras de agua 11

4.4 Cómo diluir una muestra de agua 12

4.5 Aseguramiento y control de la calidad 13

4.5.1 Selección de equipos y productos 16

4.5.2 Calibración de los equipos 16

4.5.3 Calidad de los productos 16

4.5.4 Distribución desigual de los microorganismos en una muestra 17

4.5.5 Contaminación secundaria 17

4.5.6 Muestras por duplicado 20

4.5.7 Controles: muestras en blanco y verdaderos positivos 20

4.6 Salud y seguridad 20

4.7 Resumen de información clave 21

4.8 Referencias 22

Sección 5: Análisis de parámetros físicos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países



Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

4.1 Introducción

En esta sección, se abordan los siguientes temas: cuántas muestras de agua tomar en función de lo que se necesita; cómo recolectar y transportar las muestras de distintas fuentes; las distintas acciones que se pueden tomar para garantizar el control de la calidad; y la importancia de la salud y la seguridad.

4.2 Cómo recolectar muestras de agua

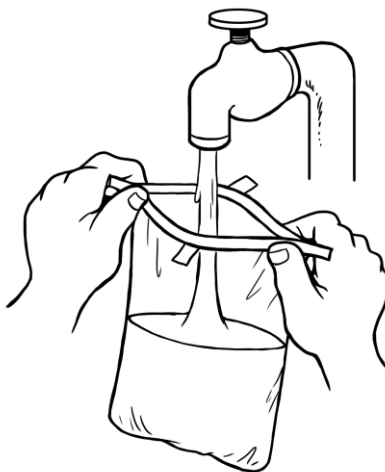
Es importante recolectar las muestras de agua en condiciones normales y cotidianas, para que la muestra sea representativa. También se deben seguir los procedimientos adecuados para la recolección de muestras. Se debería capacitar a los técnicos pues la forma en la que se realiza el muestreo puede alterar los resultados de los análisis.

Las muestras se deberían recolectar en recipientes de vidrio o de plástico con tapa a rosca, que hará que el recipiente se mantenga bien cerrado, incluso después de muchas esterilizaciones. En general, los kits portátiles de análisis suelen incluir un recipiente para muestras reutilizable.



Consejo: los biberones de plástico se pueden usar como recipiente para muestras. Generalmente, son fáciles de conseguir en zonas urbanas y están hechos de un plástico resistente al calor, por lo cual es posible esterilizar el biberón muchas veces sin alterarlo.

Las bolsas desechables y de un solo uso son otra opción para recolectar muestras de agua, aunque son más costosas que los recipientes reutilizables (para más información, véase la ficha de producto de Whirl-Pak® en el apéndice 1).



Uso de una bolsa desechable Whirl-Pak® para recolectar una muestra de agua

Se debería juntar más agua que la necesaria (250 ml como mínimo), por si se cometen errores o si se precisa realizar varios análisis.

Etiquetar cada recipiente para muestras antes de llenarlo. La etiqueta debería incluir la siguiente información:

- Lugar donde se realiza el muestreo (p. ej., en un hogar, en la fuente).
- Descripción de la muestra (p. ej., agua sin filtrar, agua de un recipiente de almacenamiento).
- Número de identificación.
- Fecha y hora.
- Iniciales de la persona que toma la muestra.
- Otra información relevante (p. ej., el nombre del proyecto, análisis que se realizará).

Es necesario tener cuidado para no contaminar el recipiente ni la muestra. El procedimiento básico de recolección de muestras de agua es el siguiente:

- Usar los recipientes para muestras solo para muestras de agua y nunca para almacenar sustancias químicas u otros líquidos.
- Usar los recipientes para muestras destinadas al análisis microbiológico solo para ese propósito.
- Si se realiza un análisis microbiológico, usar recipientes para muestras esterilizados. Para análisis químicos y físicos, los recipientes tienen que estar limpios, pero no esterilizados.
- Etiquetar el recipiente antes del muestreo.
- Lavarse o desinfectarse las manos antes de abrir un recipiente para muestras o usar guantes descartables, si estuvieran disponibles.
- No tocar el interior del recipiente para muestras ni de la tapa con los dedos o cualquier otro objeto.
- No enjuagar el recipiente para muestras pues está esterilizado.
- Colocar la tapa del recipiente en un lugar limpio (no en el suelo) para evitar contaminar la muestra mientras el recipiente está abierto.

(Adaptado a partir de PNUMA/OMS, 1996)

4.2.1 Limpieza y esterilización de recipientes para muestras

Los recipientes de vidrio o de plástico resistente al calor se pueden reutilizar. Para preparar los recipientes, se deberían lavar con jabón y enjuagarse al menos tres veces (cinco es mejor) con agua destilada, para eliminar todo residuo que haya quedado. Si no se cuenta con agua destilada, se podría usar agua limpia libre de cloro (p. ej., agua filtrada y luego hervida) (PNUMA/OMS, 1996).

Una vez lavados, los recipientes para análisis microbiológico se deben esterilizar. Para análisis químicos y físicos, los recipientes tienen que estar limpios, pero no esterilizados. Sin embargo,

se suele usar la misma muestra de agua para el análisis físico, químico y microbiológico, por lo cual, una vez que se utiliza el recipiente, se lo debe esterilizar usando alguno de los siguientes métodos:

- Horno convencional: calentar a 180°C durante 30 minutos (OMS, 2012).
- Hervido: hervir durante 10 minutos (CDC, 2010 y OMS, 2012).
- Autoclave: calentar a 121°C durante 20 minutos (OMS, 1997).
- Olla de presión: calentar durante al menos 30 minutos (OMS, 1997).

Nunca usar lejía, cloro ni desinfectantes que podrían dejar restos si no se enjuagan correctamente los recipientes (con agua destilada) o si no se los hierve después. Los restos podrían alterar los resultados al inhibir o eliminar las bacterias que se intenta analizar.

4.2.2 Uso de aditivos y conservantes

Cada vez que se usa cloro para desinfectar, podría quedar cloro residual en el agua después del muestreo y continuar actuando contra cualquier microorganismo que haya en la muestra. Por lo tanto, los resultados del análisis microbiológico podrían no mostrar el nivel de contaminación real de la muestra. Si se sospecha o se sabe que la muestra de agua contiene cloro, entonces será necesario agregarle tiosulfato de sodio. Ese producto químico inactiva de forma inmediata el cloro residual pero no afecta a los microorganismos que podría haber en la muestra.

El tiosulfato de sodio debería agregarse al recipiente para muestras una vez que haya sido esterilizado. Para muestras de 200 ml, se deberían agregar cuatro o cinco gotas de solución líquida de tiosulfato de sodio (100 g/l) en cada recipiente limpio y esterilizado (OMS, 1997). Podría suceder que algunos fabricantes ya hayan incluido el tiosulfato de sodio en los recipientes descartables para muestras (p. ej., las bolsas para muestras Whirl-Pak®).

También podría ser necesario usar conservantes para analizar la presencia de otras sustancias químicas, como el amoníaco y el cianuro. Los fabricantes de kits portátiles de análisis o los laboratorios comerciales en general incluyen los conservantes y las instrucciones para usarlos correctamente.

4.2.3 Muestreo de una fuente de agua superficial

Los lagos y los embalses pueden estar sometidos a diversas influencias que hacen que la calidad del agua varíe de lugar en lugar y cada cierto tiempo. En aquellos lugares donde los arroyos afluentes o los efluentes ingresan a los lagos o a los embalses, podría haber zonas donde se concentre el agua entrante, porque no se ha mezclado aún con la masa de agua principal. En bahías aisladas y en entradas de lagos angostas, el agua usualmente está poco mezclada y podría haber agua cuya calidad difiera de la del resto del lago (PNUMA/OMS, 1996).

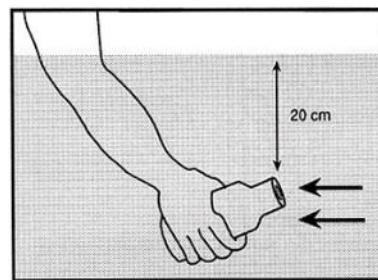
En los ríos o en cualquier otro curso de agua, se deberían tomar las muestras en un lugar donde el agua esté bien mezclada y sea representativa de la fuente de agua de consumo. No se deben tomar muestras muy cerca de la orilla, muy lejos del punto de donde se recolecta el agua de consumo ni a una profundidad superior o inferior al punto de donde se junta el agua de consumo.

Es posible que la calidad del agua superficial varíe según la hora del día o la estación del año. Es importante tomar las muestras en el mismo horario y registrar las condiciones del tiempo al momento de recolectar la muestra.

Se podría tomar la muestra usando las manos si es fácil acceder al agua. En muchos casos, podría suceder que eso no fuera conveniente o que fuera peligroso ingresar al agua. En esos casos, podría ser necesario atar el recipiente con un alambre o una soga y arrojarlo al agua. Un puente es un lugar excelente para tomar muestras, pero solo si está cerca de donde las personas suelen recolectar el agua que consumen.

Para tomar una muestra de una fuente de agua superficial:

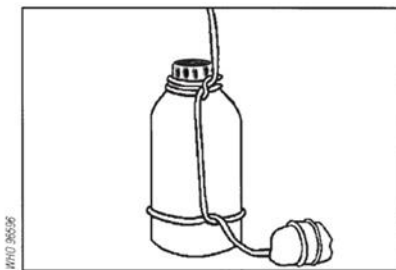
1. Quitar con cuidado la tapa del recipiente para muestras y colocarla en un lugar limpio o pedirle a alguien que la sostenga. Tener cuidado para evitar que el polvo o cualquier otro elemento entre al recipiente y contamine la muestra.
2. Sostener el recipiente con firmeza y sumergir la boca en el agua.
3. Sumergir el recipiente unos 20 cm y recoger el agua con un movimiento ascendente. El movimiento con el que se recoge el agua garantiza que no ingresen contaminantes al recipiente de muestreo. En lugares donde el agua está en movimiento (p. ej., en ríos), la muestra se debería tomar a contracorriente.
4. Levantar el recipiente con cuidado y apoyarlo en una superficie limpia donde no se vuelque. Si el recipiente está completamente lleno, verter un poco de agua para dejar un poco de aire en el recipiente. Así queda lugar para mezclar la muestra de agua antes del análisis. Tapar el recipiente.



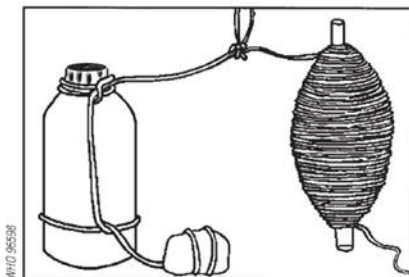
(Adaptado a partir de OMS, 1997)

4.2.4 Muestro de un tanque o pozo abierto

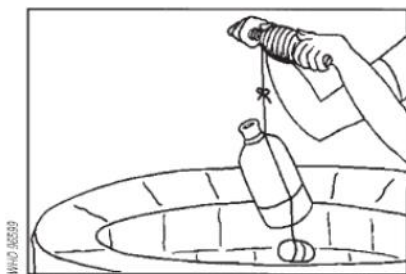
1. Preparar el recipiente de muestreo. Usar una cuerda, una soga o un alambre para atar al recipiente un objeto que haga peso (p. ej., una piedra pequeña).



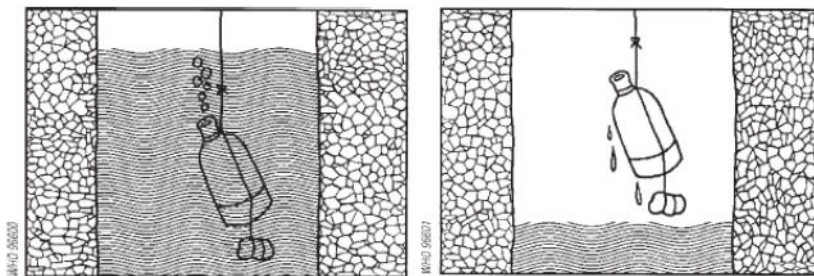
2. Tomar 20 m de cuerda, enrollarla en un palo y atarla al recipiente. Abrir el recipiente según lo explicado anteriormente.



3. Quitar con cuidado la tapa y colocarla en un lugar limpio o pedirle a alguien que la sostenga. Tener cuidado para evitar que el polvo o cualquier otro elemento entre al recipiente y contamine la muestra.



4. Bajar el recipiente al pozo o tanque, desenrollando la cuerda de a poco. No dejar que el recipiente toque los costados del pozo o tanque pues podría juntar tierra y contaminar la muestra.
5. Sumergir el recipiente por completo y seguir bajándolo (hasta aproximadamente 20 cm de profundidad, aunque podría ser difícil de calcular). No dejar que el recipiente toque el fondo del pozo o remueva los sedimentos.
6. Una vez que el recipiente esté lleno, subirlo enrollando la cuerda alrededor del palo. Levantar el recipiente con cuidado y apoyarlo en una superficie limpia donde no se vuelque. Si el recipiente está completamente lleno, vierta un poco de agua para dejar un poco de aire en el recipiente. Así queda lugar para mezclar la muestra de agua antes del análisis. Tapar el recipiente.



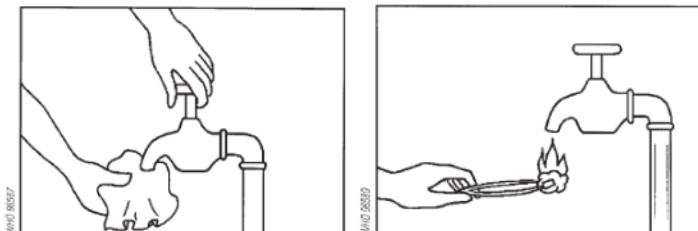
(Adaptado a partir de OMS, 1997)

4.2.5 Muestreo de un grifo

1. Retirar todo accesorio que esté conectado al grifo (p. ej., boquillas, adaptadores, mallas). Esos accesorios son una fuente habitual de contaminación.

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

- Opcional: usar un paño limpio para limpiar el grifo y eliminar la suciedad. Esterilizar el interior y el exterior del grifo durante 1 minuto. Verter alcohol en la salida del grifo y prenderlo fuego con un encendedor o usar unas pinzas para sostener una bola de algodón embebida en alcohol y prenderla fuego. Si el grifo es de plástico, entonces usar una bola de algodón embebida en alcohol sin prenderla fuego o el plástico se derretirá. Si se esteriliza el grifo, se sabrá la calidad real del agua. Si no se esteriliza el grifo, el resultado mostrará la calidad del agua que realmente consumen las personas.



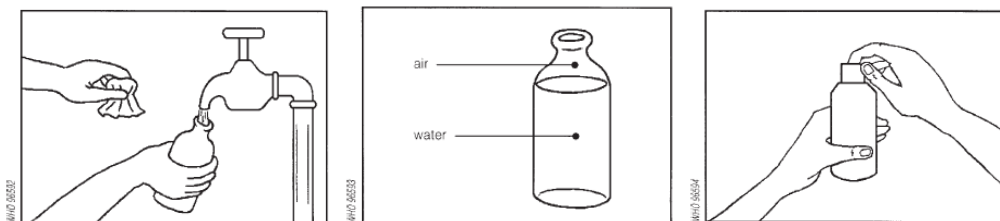
- Abrir el grifo antes de realizar el muestreo. Con cuidado, abrir el grifo y dejar correr el agua de forma moderada durante 2 a 3 minutos para eliminar cualquier depósito que haya en las tuberías.



Consejo: es importante no desperdiciar el agua al realizar el muestreo. Se puede juntar el agua drenada en un recipiente para utilizarla en el futuro.



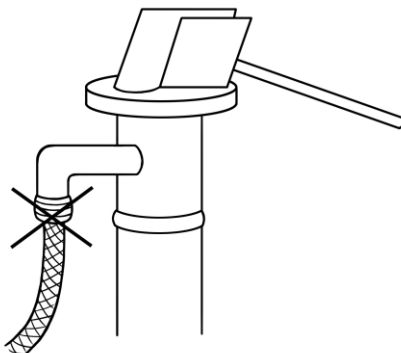
- Quitar con cuidado la tapa del recipiente para muestras y colocarla en un lugar limpio o pedirle a alguien que la sostenga. Tener cuidado para evitar que el polvo o cualquier otro elemento entre al recipiente y contamine la muestra. Sostener el recipiente por debajo del chorro de agua para llenarlo. No llenar el recipiente por completo. Así queda lugar para mezclar la muestra de agua antes del análisis. Tapar el recipiente.



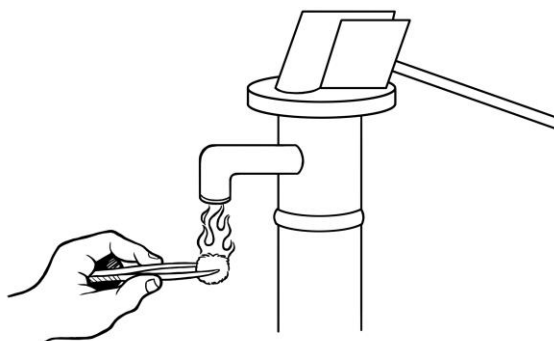
(Adaptado a partir de OMS, 1997)

4.2.6 Muestreo de una bomba manual

1. Retirar todo accesorio que esté conectado a la bomba manual (p. ej., boquillas, adaptadores, mallas). Esos accesorios son una fuente habitual de contaminación.



2. Opcional: usar un paño limpio para limpiar la salida de la bomba y eliminar la suciedad o la grasa. Esterilizar el interior y el exterior de la bomba durante 1 minuto. Verter alcohol en la salida y prenderlo fuego con un encendedor o usar unas pinzas para sostener una bola de algodón embebida en alcohol y prenderla fuego. Si se esteriliza la bomba, se sabrá la calidad real del agua. Si no se esteriliza, el resultado mostrará la calidad del agua que realmente consumen las personas.



3. Bombear agua durante 4 a 5 minutos (según la profundidad del pozo, podría llevar hasta 10 minutos) para eliminar el agua estancada en el sistema de tuberías o la tubería ascendente de la bomba. En general, si el agua sale más fría significa que el agua estancada ya se eliminó. Tomar la muestra de agua lo antes posible después de bombear.



Consejo: es importante no desperdiciar el agua al realizar el muestreo. Se puede juntar el agua drenada en un recipiente para utilizarla en el futuro.

4. Quitar con cuidado la tapa del recipiente para muestras y colocarla en un lugar limpio o pedirle a alguien que la sostenga. Tener cuidado para evitar que el polvo o cualquier otro elemento entre al recipiente y contamine la muestra. Sostener el recipiente por debajo del chorro de agua para llenarlo. No llenar el recipiente por completo. Así queda lugar para mezclar la muestra de agua antes del análisis. Tapar el recipiente.

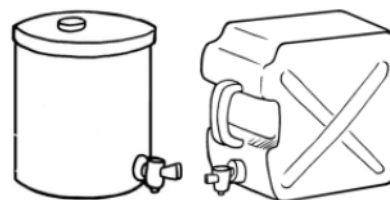
(Adaptado a partir de DACAAR, 2013 y OMS, 1997)

4.2.7 Muestreo de un manantial protegido

Los manantiales en general se protegen construyendo un tanque de captación de concreto para mantener la buena calidad del agua. Si el tanque de captación tiene una tapa, entonces recolectar la muestra siguiendo el procedimiento indicado en la sección 4.2.4 "Muestreo de un tanque o pozo abierto". Si el tanque de captación tiene un grifo, entonces realizar el muestreo siguiendo el procedimiento indicado en la sección 4.2.5 "Muestreo de un grifo".

4.2.8 Muestreo de un recipiente de transporte o almacenamiento

Hay distintos tipos de recipientes de transporte o almacenamiento, según el lugar donde se viva o lo que haya disponible en el ámbito local. Los baldes o bidones se usan generalmente para transportar el agua de la fuente al hogar. El recipiente de almacenamiento seguro usado en el hogar debería tener una tapa y un grifo o salida angosta para verter el agua.



El método de muestreo depende del propósito del análisis y del tipo de recipiente.

Opción 1 - Para determinar la calidad del agua del recipiente de almacenamiento:

1. Quitar la tapa del recipiente y desinfectar la salida con una bola de algodón embebida en alcohol y prendida fuego. Si el recipiente es de plástico, entonces no prender fuego la bola de algodón o el plástico se derretirá. Si el recipiente es un balde, entonces desinfectar el borde.
2. Tirar un poco de agua del recipiente para eliminar el alcohol remanente.
3. Verter el agua en un recipiente de muestreo sin que toque el borde o el pico del recipiente. No sumergir nada en el recipiente ni usar un cucharón u otro elemento para sacar el agua. Así se podría contaminar la muestra.

Opción 2 - Para determinar la calidad del agua que beben en los hogares:

1. Usar el grifo o verter el agua en un recipiente para muestras. No desinfectar el pico o el borde del recipiente de almacenamiento. No sumergir nada en el recipiente ni usar un cucharón u otro elemento para sacar el agua, ya que así se podría contaminar la muestra.

4.2.9 Muestreo de una tecnología de tratamiento del agua a nivel domiciliario

A muchos implementadores de proyectos les preocupa la eficacia de la tecnología de tratamiento que eligieron y quieren asegurarse de que elimine los agentes patógenos del agua. En este caso, solo vale la pena analizar la calidad del agua si la tecnología se usa y se mantiene adecuadamente. Se sabe que las tecnologías de tratamiento no dan agua potable de buena calidad si no se usan de forma correcta. Por lo tanto, en ese caso no sirve gastar dinero en analizar la calidad. Por eso, para el monitoreo regular de la calidad del agua, toda tecnología de tratamiento que no cumpla con su desempeño debería marcarse como "funcionamiento inadecuado" y no deberían tomarse muestras. Sin embargo, puede haber casos en los que sí se desee analizar una tecnología de tratamiento que no funcione bien para tener una idea general de la eficacia del proyecto. Por ejemplo, durante una evaluación.

Hay dos maneras de analizar una tecnología de tratamiento, en función de lo que se quiera saber: (1) la calidad real del agua y la eficacia de la tecnología o (2) la calidad del agua que consumen las personas.

Sedimentación

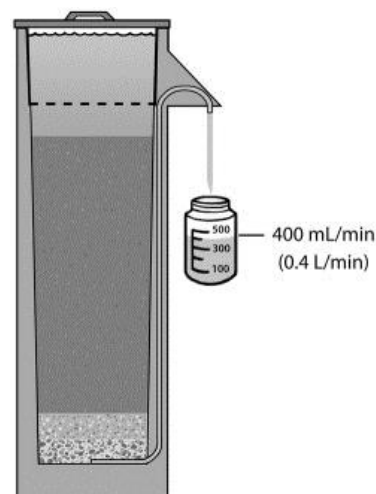
La decantación natural o con coagulantes (natural o química) son métodos que se pueden usar para sedimentar el agua de consumo. El período de reposo depende del método usado: con coagulantes químicos, el proceso toma algunas pocas horas, mientras que si la decantación es natural, puede llevar 24 horas o más. Para todos esos métodos de sedimentación, en general se usa un balde. Para tomar una muestra después de la sedimentación, simplemente verter el agua del balde en el recipiente para muestras. Seguir el procedimiento explicado en la sección 4.2.8 "Muestro de un recipiente de transporte o almacenamiento".



Filtros de bioarena

Se deben verificar los siguientes ocho puntos clave de funcionamiento del filtro antes de tomar una muestra de agua:

1. El filtro se instaló hace más de 30 días.
2. El filtro se usa al menos una vez al día con agua proveniente de la misma fuente.
3. El agua que se vierte en el filtro de bioarena es cristalina.
4. El recipiente del filtro no tiene rajaduras ni filtraciones.
5. El filtro tiene un difusor.
6. Cuando el agua deja de fluir, la profundidad del agua por encima del nivel de arena es de 5 cm.
7. La arena está plana y nivelada.
8. Cuando el filtro está lleno, la velocidad de flujo debería ser de 400 ml o menos por minuto, en el caso del diseño de filtro más nuevo (versión 10). En versiones anteriores (versión 8 o



9), la velocidad de flujo debería ser 600 ml o menos por minuto.

A continuación, se describe el procedimiento para realizar el muestreo de un filtro de bioarena.

1. Opcional: usar un paño limpio para limpiar la salida y eliminar la suciedad. Esterilizar el interior y el exterior de la salida durante 1 minuto. Para salidas de caño metálico, puede usarse una llama; para salidas de caño plástico, puede usarse un algodón embebido en alcohol. Si se esteriliza la salida, los resultados obtenidos reflejarán la calidad real del agua y la eficacia del filtro. Si no se esteriliza la salida, el resultado mostrará la calidad del agua que realmente consumen las personas.
2. Verter un balde de agua en el filtro hasta que esté lleno. Nótese que la muestra que se obtiene es, en realidad, el agua en reposo que estaba en el filtro y podría no provenir de la misma fuente que el agua recién vertida.
3. Esperar 10 minutos antes de tomar la muestra. Después de verter el agua en un filtro de bioarena, los primeros 1,5 a 2 litros que salen es agua que estaba en reposo entre el drenaje y la capa de separación, no de la capa de arena. Ese agua no es representativa de la calidad del agua en su totalidad y por eso no debería analizarse. Por eso, para drenar los primeros 2 litros, será necesario esperar 10 minutos. No se recomienda recolectar una muestra durante los primeros 5 minutos.
4. Quitar con cuidado la tapa del recipiente para muestras y colocarla en un lugar limpio. Tener cuidado para evitar que el polvo o cualquier otro elemento entre al recipiente y contamine la muestra. Sostener el recipiente por debajo de la salida del agua para llenarlo. Dejar un poco de aire para poder mezclar antes de realizar el análisis. Tapar el recipiente.

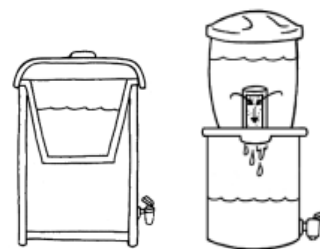


Consejo: es importante no desperdiciar el agua al realizar el muestreo. Se puede juntar el agua drenada en un recipiente para utilizarla en el futuro.

Filtros cerámicos

Se deben verificar los siguientes dos puntos clave de funcionamiento para filtros cerámicos tipo vela o vasija antes de tomar una muestra de agua:

1. El filtro cerámico no tiene rajaduras ni filtraciones.
2. La velocidad de flujo no debería exceder lo indicado por el fabricante. En general, la velocidad de flujo de los filtros cerámicos tipo vasija no supera los 3 l/h y, en el caso de los filtros cerámicos tipo vasija, no excede 0,1 l/h.



Para tomar una muestra de un filtro cerámico, seguir el procedimiento indicado en la sección 4.2.5 "Muestreo de un grifo".

Filtros de membrana

Se venden distintos tipos de filtros de membrana. Antes de tomar una muestra de agua, será necesario verificar que el filtro se use según las instrucciones provistas por el fabricante. El procedimiento de muestreo dependerá del diseño del filtro. Por ejemplo, el filtro para familias LifeStraw®, fabricado por Vestergaard Frandsen, usa un grifo del cual se pueden tomar muestras usando el procedimiento explicado en la sección 4.2.5 "Muestreo de un grifo".

Desinfección solar

Se deben verificar los siguientes cinco puntos clave de funcionamiento para la desinfección solar antes de tomar una muestra de agua:

1. Las botellas son de tereftalato de polietileno (PET) transparente.
2. El tamaño de las botellas supera los 10 cm (4") de diámetro.
3. Las botellas tienen tapa y no pierden.
4. Las botellas no están rayadas ni sucias.
5. Las botellas se dejaron al sol durante 6 horas o más.



Para tomar una muestra de agua tratada por desinfección solar, simplemente verter el agua de la botella en un recipiente para muestras. Seguir el procedimiento explicado en la sección 4.2.8 "Muestro de un recipiente de transporte o almacenamiento".

Hervido

Es necesario hervir el agua durante al menos 1 minuto antes de tomar la muestra. Para tomar una muestra del agua hervida, simplemente verter el agua de la olla en el recipiente de muestreo. Seguir el procedimiento explicado en la sección 4.2.8 "Muestro de un recipiente de transporte o almacenamiento".



Cloro

En general, al agua se le agrega cloro en un recipiente de almacenamiento. Es necesario esperar al menos 30 minutos después de agregar el cloro para tomar una muestra de agua. Para tomar una muestra de agua con cloro, simplemente verter el agua del recipiente de almacenamiento en un recipiente para muestras. Si se realizará un análisis microbiológico, entonces es necesario agregar tiosulfato de sodio al recipiente antes de tomar la muestra (para más detalles, véase la sección 4.2.2 "Agregado de conservantes"). Seguir el procedimiento explicado en la sección 4.2.8 "Muestro de un recipiente de transporte o almacenamiento".



4.3 Cómo transportar las muestras de agua

En general, se debería reducir al mínimo el tiempo transcurrido entre el muestreo y el análisis. Para el análisis físico y químico, las muestras se deberían almacenar en un lugar frío (4°C) y oscuro, para conservar la calidad del agua. El cloro residual, el pH y la turbidez se deberían analizar inmediatamente después de la toma de las muestras, dado que sufren cambios durante el almacenamiento y el transporte (OMS, 1997).

En general, las bacterias no sobreviven bien en el agua debido a diversos factores. La cantidad de bacterias de una muestra se reduce rápidamente 24 horas después de la recolección de la muestra. La temperatura también puede afectar la muerte de las bacterias de la muestra; las temperaturas altas ocasionan una mayor cantidad de muertes bacterianas.

Las muestras destinadas al análisis microbiológico deberían recolectarse y colocarse en un recipiente térmico (p. ej. en una conservadora o refrigerador portátil) con hielo o gel refrigerante si no se pueden analizar de inmediato; conservar preferentemente a $<10^{\circ}\text{C}$ durante el transporte. Si no se cuenta con hielo, el tiempo de transporte no debe ser superior a 2 horas. Las muestras deberían analizarse el mismo día o mantenerse refrigeradas durante la noche si es necesario. Si el tiempo transcurrido entre la recolección y el análisis es mayor a 6 horas, en el informe final se deberían incluir datos sobre las condiciones de transporte y la duración del viaje. Toda muestra que supere las 24 horas (desde la recolección hasta el análisis) no debería someterse a análisis (OMS, 1997).



Ejemplo de conservadora portátil para transportar muestras de agua
(Fuente: OMS, 1997)

4.4 Cómo diluir una muestra de agua

Es posible que sea necesario diluir las muestras de agua en las siguientes situaciones.

- Análisis microbiológico: hay demasiadas bacterias, por lo cual es muy difícil contarlas, o el agua es muy turbia y tapa el papel filtro.
- Análisis físico: demasiada turbidez (fuera del rango del turbidímetro).
- Análisis químico: la concentración de la sustancia química es demasiado alta (fuera de rango de los métodos de análisis).
- Al diluir la muestra, se reduce la concentración del parámetro, lo cual hace que sea más fácil realizar la medición y obtener resultados más precisos.

En la siguiente tabla, se brinda un método para calcular la dilución de muestras a modo de ejemplo.

Cálculo de la dilución de una muestra

Volumen de la muestra usada	Volumen de agua para agregar a la muestra	Multiplicar el resultado del análisis por el factor de dilución
100 ml	0 ml	X 1
50 ml	50 ml	X 2
10 ml	90 ml	X 10
5 ml	95 ml	X 20
1 ml	99 ml	X 100
Volumen total = 100 ml		



Consejos para diluir:

- Tomar una cantidad de muestra pequeña con una pipeta esterilizada. Si no se cuenta con una pipeta esterilizada, también se puede usar una jeringa estéril adquirida en una farmacia.
- Si se trabaja con volúmenes de muestra pequeños, se puede reducir la precisión de los resultados. Asimismo, es necesario tener cuidado al manipular la muestra.
- Para el análisis físico y químico, se puede usar agua destilada para diluir la muestra. Si no se dispone de agua destilada, entonces usar agua hervida (p. ej., agua de lluvia limpia, agua embotellada o agua de manantial). Tener cuidado de no usar agua para baterías en lugar de agua destilada. El agua para baterías frecuentemente contiene algunas sustancias químicas que podrían alterar los resultados del análisis.
- Para el análisis microbiológico, se debe usar agua esterilizada para diluir las muestras. Usar solución madre amortiguadora de fosfato o agua hervida (p. ej.: agua de lluvia limpia, agua embotellada o agua de manantial). Para diluir las muestras, no usar agua clorada pues el cloro residual matará los microorganismos que se intenta analizar.

4.5 Aseguramiento y control de la calidad

Los procedimientos de aseguramiento y control de la calidad son muy importantes para el análisis de la calidad del agua, en especial cuando se usan métodos de campo o se analiza la presencia de microorganismos. Hay posibilidades de que se contamine una muestra en cada paso de los procedimientos de muestreo y análisis. En esta sección, se brinda información útil sobre cómo asegurarse de que el análisis de la calidad del agua dé resultados confiables, exactos y precisos.

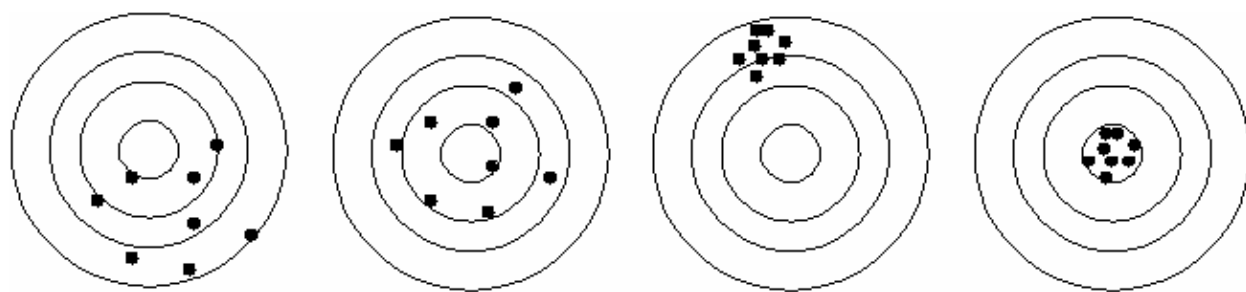
El aseguramiento y el control de la calidad puede ser un tema confuso. Distintas personas podrían usar distintas palabras para describir lo mismo o la misma palabra para describir cosas diferentes. A continuación, se muestran algunas definiciones de palabras que se usan en este manual.

Aseguramiento de la calidad: su propósito es evitar errores enfocándose en el proceso usado para analizar el agua. El objetivo es contar con documentación clara y concisa de todos los procedimientos de muestreo y análisis, que pueden monitorearse para garantizar que se mantenga la calidad. El aseguramiento de la calidad es un proceso proactivo.

Control de calidad: se enfoca en encontrar y eliminar las causas de problemas de calidad mediante la verificación de productos y equipos. El control de calidad es un proceso reactivo.

Exacto: cuán cercano es el valor medido al valor real (verdadero).

Preciso: cuán cercanos entre sí están los valores medidos. La precisión depende principalmente de los equipos de medición y del método, pero también del técnico y de los procedimientos de control de calidad.



Inexacto e impreciso Más exacto, impreciso Preciso e inexacto Preciso y exacto

(Fuente: UNICEF, 2008)

En los estudios de investigación científica, con frecuencia se explica el nivel de la precisión del análisis de calidad del agua y se incluye el análisis estadístico de los resultados. El análisis estadístico de los resultados es un tema complejo y está fuera del alcance de este manual. En esta sección, solo se presenta un análisis simplificado de los aspectos más importantes relativos al aseguramiento y control de la calidad.

Cuando se realizan los mismos análisis muchas veces con una misma muestra de agua, rara vez se obtienen los mismos resultados. Las mediciones y las observaciones siempre están sujetas a que haya algún error. Los errores pueden ser causados por las personas, los equipos, los insumos, los métodos de análisis y las condiciones del entorno (p. ej., humedad, iluminación).

Sin importar si se realiza un análisis de campo o de laboratorio, el sistema de aseguramiento y control de la calidad debería diseñarse en la etapa de planificación para ayudar a reducir los errores. El sistema será más simple para el análisis de campo, pero debería tener un conjunto básico de procedimientos necesarios para eliminar o reducir los errores.

En un sistema de aseguramiento de la calidad, se documentan todos los procedimientos de análisis de la calidad del agua para ayudar a garantizar que los resultados sean confiables.

Generalmente, un sistema de aseguramiento de la calidad debería incluir los siguientes elementos.

- Gestión: organización del personal, descripción del puesto de trabajo y responsabilidades.
- Procedimientos operativos normalizados: documentos en los que se describe en detalle todos los procedimientos de análisis de la calidad del agua, incluido el muestreo, el transporte, el análisis, el uso de los equipos, el control de calidad, la calibración y la elaboración de informes.
- Capacitación: para quien tome las muestras de agua o realice los análisis (p. ej., promotores de salud comunitaria, técnicos de calidad del agua).
- Equipos: calibración y mantenimiento.
- Registro de datos: registros de muestreo y de resultados de análisis.
- Elaboración de informes claros sobre los resultados.

Un sistema de control de calidad ayuda a encontrar y eliminar las causas de problemas de calidad mediante la verificación de productos y equipos. En la siguiente lista de verificación y en las siguientes secciones, se brinda más información sobre cómo garantizar la calidad y la confiabilidad de los resultados de los análisis.

Lista de verificación para garantizar el control de la calidad

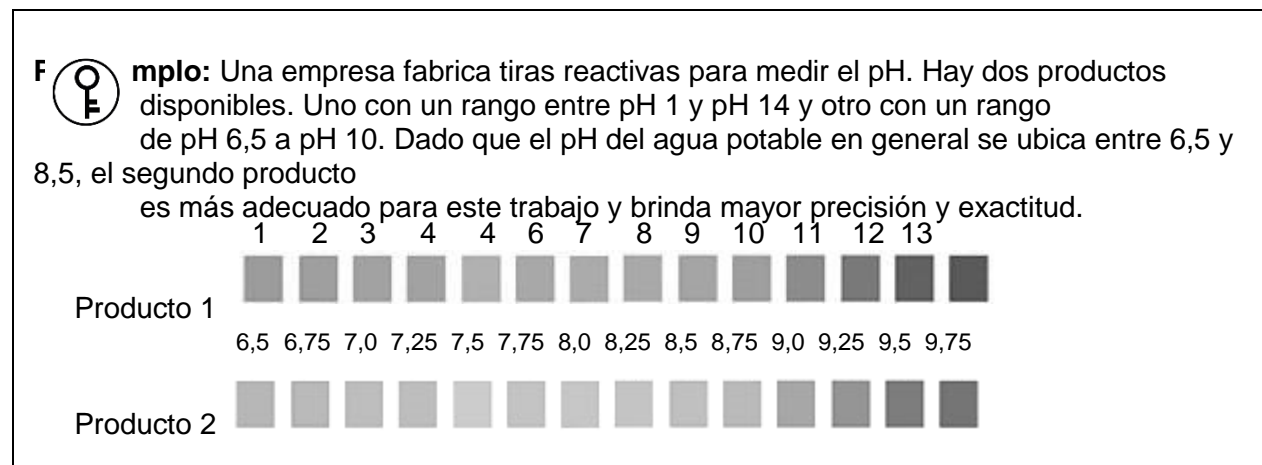
Ítems	Verificación
Cálculos y registros	<ul style="list-style-type: none">• Verificar que no haya errores en los cálculos matemáticos.• Confirmar que los resultados se hayan registrado en las unidades correctas y que se hayan copiado bien los datos al transferirlos de un registro al otro.
Soluciones estándar	<ul style="list-style-type: none">• Verificar las soluciones estándar que se usan para calibrar los equipos (las soluciones viejas podrían estar deterioradas y podrían causar errores).• Verificar las condiciones de almacenamiento, la antigüedad de las soluciones y su vida útil.
Reactivos	<ul style="list-style-type: none">• Verificar si los reactivos viejos se han deteriorado.• Verificar los reactivos nuevos para asegurarse de que se hayan preparado adecuadamente.• Verificar las condiciones de almacenamiento de los reactivos, en particular aquellos que deben mantenerse alejados de la luz o las temperaturas altas.• Verificar la fecha de vencimiento de los reactivos y desechar los que estén vencidos o hayan estado mal almacenados.
Equipos	<ul style="list-style-type: none">• Verificar los registros de calibración y mantenimiento de todos los equipos.• Verificar y recalibrar los equipos, como las balanzas, las incubadoras y los medidores digitales.• Verificar que los equipos se usen de forma correcta.

(Adaptado a partir de PNUMA/OMS, 1996)

En las siguientes secciones, se detallan acciones más específicas que pueden realizarse para ayudar a garantizar el control de la calidad y la obtención de resultados confiables.

4.5.1 Selección de equipos y productos

Hay una gran cantidad de tipos de equipos y productos disponibles en el mercado para analizar la calidad del agua (véase el apéndice 2 "Fichas de productos"). Todos tienen ventajas y limitaciones. Algunos son fáciles de usar, pero podrían ser imprecisos. Otros son exactos, pero podría ser difícil leer los resultados. Asimismo, algunos no son capaces de medir una cantidad pequeña de muestra de agua. Por lo tanto, seleccionar equipos y productos adecuados es importante para cumplir con los objetivos de análisis.



4.5.2 Calibración de los equipos

Para obtener buenos resultados, es importante calibrar los equipos según las especificaciones del fabricante. La mayoría de los equipos electrónicos precisa algún tipo de calibración. Entre los equipos usados comúnmente para analizar la calidad del agua que precisan calibración, se incluyen: las incubadoras, los medidores de pH, los turbidímetros, los colorímetros y los fotómetros. Los fabricantes deberían proporcionar las instrucciones de calibración al comprar un equipo.

4.5.3 Calidad de los productos

La mayoría de los insumos tienen una vida útil y deberían usarse antes de la fecha de vencimiento. Algunos se deben almacenar en un refrigerador, mientras que otros se deben almacenar en un lugar fresco y seco. Se deberían seguir las instrucciones del fabricante para ayudar a conservar los productos y su eficacia.

La confiabilidad de los reactivos y los medios de cultivo utilizados para el análisis microbiológico es particularmente importante. En los proyectos grandes, se debería monitorear la calidad de los reactivos y de los medios de cultivo de forma periódica. Cuando sea necesario pedir nuevos productos, es una buena idea compararlos con los que están en uso. También, tal vez quiera analizarlos con un nivel de contaminación conocido para ver si se obtienen resultados válidos.

Se deberían verificar los siguientes puntos antes de usar los reactivos y los medios de cultivo:

- Fecha de vencimiento.
- Fecha de fabricación.
- Condición al momento de la entrega.
- Instrucciones de almacenamiento y de uso provistas por el fabricante.

4.5.4 Distribución desigual de los microorganismos en una muestra

Un factor que puede afectar significativamente los resultados del análisis microbiológico es la distribución desigual de los microorganismos en una fuente de agua o incluso en una muestra. Ese fenómeno ocurre porque los microorganismos se aglutinan y a veces también se adhieren a los costados del recipiente para muestras.

No es raro que, en los análisis independientes realizados a partir de una única muestra de agua y usando el mismo método de análisis, se obtengan resultados levemente diferentes. Los resultados de los análisis varían más cuando la concentración de microorganismos es muy baja (BCCDC, 2006).



Nota: agitar vigorosamente las muestras de agua durante al menos 10 segundos antes del análisis para ayudar a garantizar una distribución pareja de los microorganismos en el agua.

4.5.5 Contaminación secundaria

Es necesario manipular las muestras de agua con cuidado para evitar la contaminación secundaria. Eso es particularmente importante para el análisis microbiológico, pues los microorganismos indeseados que provienen del cabello y la piel y también de las superficies de trabajo y los equipos sucios pueden contaminar las muestras si no se es cuidadoso. Usar técnicas de asepsia ayuda a evitar el contacto con los microorganismos y elimina la contaminación secundaria. Asimismo, el uso de técnicas de asepsia ayuda a proteger el entorno y a las personas que realizan el análisis, garantiza que los resultados sean válidos y puede ahorrar tiempo y recursos al no tener que repetir ningún análisis.

Entre los métodos básicos de higiene usados al trabajar con microorganismos, se incluyen los siguientes puntos.

Preparación personal (para evitar la contaminación por bacterias en la piel, el cabello y elementos personales):

- Atarse el cabello.
- Lavarse las manos con agua y jabón o usar gel antiséptico.
- Cubrir las heridas con parches a prueba de agua (curitas); si no, se puede usar guantes.

- Sujetar bien toda prenda o joya que esté suelta (p. ej.: corbatas, mangas sueltas, collares largos).
- Usar equipamiento de protección personal, como una bata de laboratorio y protección ocular.
- Abrochar todos los botones de la bata de laboratorio y no arremangarse para proteger la ropa de derrames accidentales.

Preparación del espacio de trabajo (para evitar la contaminación proveniente de de las superficies de trabajo y los equipos):

- Para el análisis microbiológico, elija una mesa de trabajo lisa y que no sea absorbente para evitar la contaminación si ocurre un derrame.
- Si es necesario, cubrir la superficie de trabajo con un plástico grueso.
- Desinfectar la mesa de trabajo con desinfectante comercial (como Dettol o Lysol) o con alcohol (etílico o isopropílico) antes de empezar a trabajar.
- Ubicar las herramientas que se usarán durante el análisis (p. ej.: pipetas, pinzas, botellas con medio de cultivo, equipos de análisis) sobre toallas de papel limpias y reemplazarlas si ocurre un derrame o salpicadura.
- Limpiar y esterilizar los equipos de análisis y los recipientes para muestras (véanse las instrucciones a continuación).
- Reducir al mínimo la corriente de aire en el área de análisis evitando usar ventiladores o dejar ventanas abiertas, ya que muchos contaminantes se propagan por medio de partículas de polvo que caen en superficies esterilizadas.

Métodos higiénicos para el análisis microbiológico (para evitar la contaminación por la manipulación incorrecta o por una técnica inadecuada):

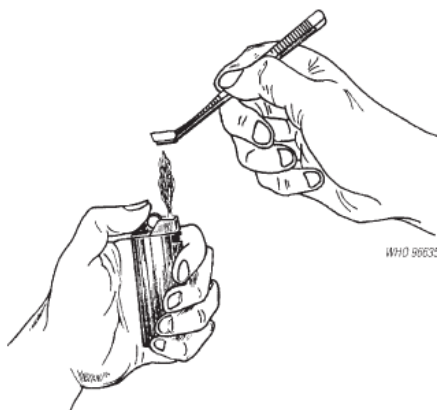
- No tocar las distintas partes de los equipos de filtración por membrana, como el disco de bronce y la junta (véase la sección 7 "Análisis de parámetros microbiológicos").
- No tocar el interior de los recipientes para muestras, las placas de Petri ni las tapas.
- No comer ni beber en el área de análisis.
- No dejar las placas de Petri abiertas cuando no se usan.
- Esterilizar las pinzas entre cada uso exponiéndolas a una llama (véanse las instrucciones a continuación).
- Cubrirse la nariz y la boca al estornudar.
- Analizar las muestras menos contaminadas primero (p. ej.: analizar primero el agua filtrada, luego el agua almacenada y, por último, la muestra de agua de origen).
- Analizar muestras en blanco para detectar contaminación secundaria (1 muestra en blanco cada 10-20 muestras; véase la sección 4.5.7 "Controles: muestras en blanco y falsos positivos).
- No usar los dedos u objetos como ayuda durante el conteo de colonias de bacterias (en particular, los objetos que se usen con otro fin, como los bolígrafos).
- Limpiar la superficie de trabajo antes de pasar a una tarea distinta.

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

- Desechar correctamente los residuos (véase la sección 7 "Análisis de parámetros microbiológicos").
- Desinfectar la superficie de trabajo cuando se haya terminado.
- Limpiar y desinfectar los equipos antes de guardarlos.
- Guardar los equipos de análisis en un lugar limpio y seguro.

Se deben limpiar y esterilizar minuciosamente todos los elementos reutilizables antes de cada uso para evitar la contaminación secundaria y garantizar buenos resultados. Los fabricantes usualmente incluyen instrucciones sobre cómo esterilizar los equipos. Algunos métodos para esterilizar son los siguientes.

- Llama: se puede usar la llama de un encendedor, por ejemplo, para esterilizar las pinzas que se usan para sostener el papel filtro. Debe usarse un encendedor de gas butano o propano, no fósforos ni un encendedor que use gasolina o un líquido combustible similar, que ennegrecería las pinzas y dejaría residuos.



Esterilización de pinzas con un encendedor (OMS, 2007)

- Formaldehído: este gas es un bactericida potente. Se genera por la combustión del metanol (y no otro alcohol) en un lugar cerrado donde el oxígeno se agota. En el terreno, es una forma conveniente de desinfectar los equipos de filtración por membrana entre cada uso. Los fabricantes usualmente incluyen instrucciones sobre cómo esterilizar los equipos de filtración por membrana usando este método.
- Horno convencional: calentar a 180°C durante 30 minutos (OMS, 2012).
- Hervido: hervir durante 10 minutos (CDC, 2010 y OMS, 2012).
- Autoclave: calentar a 121°C durante 20 minutos (OMS, 1997).
- Olla de presión: calentar durante al menos 30 minutos (OMS, 1997).

Para esterilizar los equipos, nunca usar lejía, cloro ni desinfectantes que podrían dejar restos si no se enjuagan correctamente los recipientes (con agua destilada) o si no se los hierve después. Los restos podrían alterar los resultados al inhibir o eliminar las bacterias que se intenta analizar.

4.5.6 Muestras por duplicado

Las muestras por duplicado son muestras independientes que se toman de una misma ubicación aproximadamente al mismo momento. Hay una variabilidad normal de la concentración microbiológica entre una muestra y la otra que se toma de la misma fuente. Al tomar muestras por duplicado, es posible comprobar la confiabilidad de los procedimientos de análisis y promediar las dos muestras para obtener resultados más confiables.

De ser posible, se deberían tomar todas las muestras por duplicado, pero puede ser costoso y no es viable para la mayoría de los proyectos. En función de los recursos disponibles, se debería intentar tomar por duplicado al menos 10% de las muestras (CDC, 2010).

Ejemplo de muestras por duplicado al 10%

Un 10% de duplicación de muestras significa que es necesario tomar por duplicado 1 de cada 10 muestras. Entonces, si el plan es analizar 50 muestras de agua, será necesario tomar una duplicado de la muestra número 10, 20, 30, 40, 50. Así habrá 5 muestras más para analizar. Es importante recolectar la muestra por duplicado en un recipiente distinto dado que eso ayudará a identificar posibles errores en el muestreo.

4.5.7 Controles: muestras en blanco y verdaderos positivos

Las muestras en blanco ayudan al proceso de control de calidad para garantizar de que no haya contaminación secundaria. La muestra en blanco se analiza igual que las otras muestras, pero se usa agua hervida para el análisis microbiológico y agua desionizada o destilada para el análisis físico o químico. Si la muestra en blanco arroja algún resultado, entonces se sabe que hubo contaminación secundaria en algún momento durante el procedimiento de muestreo o análisis. Se debería analizar una muestra en blanco cada 10-20 muestras (CDC, 2010).

Un verdadero positivo es lo opuesto a una muestra en blanco. Se usa (o se crea) una muestra que se sabe con certeza que tiene contaminación fecal. Colocar un palo largo en una letrina de fosa o cualquier otro método debería ayudar a crear una muestra (1 gramo de materia fecal contiene miles de millones de bacterias coliformes). Tener cuidado de no contaminar las otras muestras con esta muestra muy contaminada. Asegurarse de filtrar esta muestra en último lugar. Si no hay proliferación bacteriana en esa muestra, entonces podría haber un problema con el medio de cultivo o la incubadora.

4.6 Salud y seguridad

Es importante trabajar de forma segura y evitar lesiones al realizar el análisis de la calidad del agua. El personal que realiza el análisis podría encontrar distintos peligros durante su trabajo. Por ejemplo, las fuentes de agua podrían estar muy contaminadas con material fecal o sustancias químicas, acceder a las estaciones de muestreo podría acarrear atravesar terreno peligroso y caminar en arroyos conlleva la posibilidad de resbalarse. Se debería capacitar al personal de campo para que sepan reconocer y enfrentar la mayor cantidad de peligros posibles que es probable que encuentren (PNUMA/OMS, 1996).

Es responsabilidad del implementador del proyecto brindar capacitación a quienes participen del muestreo y el análisis del agua. Como mínimo, la capacitación debería abarcar la seguridad del agua y primeros auxilios. Además, el personal del proyecto debería comprender todo peligro y riesgo especial relacionado con la manipulación de sustancias químicas específicas (como el arsénico y el metanol) y respetar las medidas de seguridad.



Cerciórese de que todos sepan dónde está el KIT DE PRIMEROS AUXILIOS.

Por lo menos, el kit debería tener vendas, gasa y antisépticos.

También es responsabilidad del implementador del proyecto brindar equipamiento de seguridad, pero es responsabilidad de cada individuo usarlo adecuadamente o solicitarlo si no está disponible. Los elementos de seguridad, como extintores de fuego, antiparras de seguridad, guantes y kits de primeros auxilios, deberían estar en un lugar conveniente y disponibles con facilidad. Se deberían realizar inspecciones de rutina de los elementos de protección y todos los miembros del personal deberían recibir capacitación sobre su uso. También es importante asegurarse de que todos sepan a quién recurrir en caso de emergencia.

Durante el muestreo del agua, se debería llevar en todo momento un kit de primeros auxilios y no se debería dejarlo en el vehículo de transporte si el personal tendrá que alejarse mucho de él. Cuando hay riesgo de infección por contacto con el agua (como en el caso de la esquistosomosis, por ejemplo), el personal debería tener y usar elementos de protección adecuados, como guantes de goma (PNUMA/OMS, 1996).



También es importante asegurarse de que todos sepan A QUIÉN LLAMAR en caso de emergencia.

Las muestras y todos los residuos generados durante el análisis podrían contener agentes patógenos o sustancias químicas que podrían dañar la salud. Se deben desechar de manera apropiada y segura. Véanse las secciones 6 y 7 para más información sobre cómo desechar los residuos específicos provenientes del análisis químico y microbiológico.

4.7 Resumen de información clave

- El objetivo del muestreo del agua es recolectar la muestra en condiciones normales y cotidianas, para que la muestra sea representativa de la fuente de agua.
- A muchos implementadores de proyectos les preocupa la eficacia de la tecnología de tratamiento que eligieron y quieren asegurarse de que elimine eficazmente los agentes patógenos del agua. Solo vale la pena analizar la calidad del agua si la tecnología se usa y se mantiene adecuadamente. No se deberían tomar muestras de ninguna tecnología de tratamiento domiciliario del agua que no cumpla con las condiciones normales de funcionamiento.
- La cantidad de bacterias de una muestra se reduce rápidamente 24 horas después de la recolección de la muestra. Las muestras se deben recolectar y colocar en un recipiente térmico con hielo si no se pueden analizar de inmediato. Se deberían analizar las muestras el mismo día y mantenerse refrigeradas durante la noche si fuera necesario. No se deberían analizar las muestras que superen las 24 horas (desde el muestreo hasta el análisis).

- Hay una variabilidad inherente asociada con todas las técnicas de análisis. Por lo tanto, el resultado de los análisis de calidad del agua son solo la mejor estimación o aproximación al valor real del elemento medido.
- Sin importar si se realiza un análisis portátil o de laboratorio, el sistema de aseguramiento y control de calidad debería estar diseñado para ayudar a reducir los errores.
- No es raro que, en los análisis independientes realizados a partir de una única muestra de agua y usando el mismo método de análisis, se obtengan resultados levemente diferentes. Los resultados de los análisis varían más cuando la concentración de microorganismos es muy baja.
- Es responsabilidad del implementador del proyecto brindar elementos de seguridad a quienes participen del muestreo y el análisis del agua.

4.8 Referencias

BCCDC Environmental Health Laboratory Services (2006). Safe Drinking Water: Public Health Laboratory Surveillance Update. British Columbia, Canadá. Disponible (en inglés) en: www.vch.ca/environmental/docs/water/safe_drinking_water.pdf

Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, CDC (2010). Microbiological Indicator Testing in Developing Countries: A Fact Sheet for the Field Practitioner. Disponible (en inglés) en: <http://sanitationupdates.files.wordpress.com/2010/11/microbiology2020.pdf>

DACAAR (2013). Personal communication on how to take a water sample from a hand pump. Kabul, Afganistán.

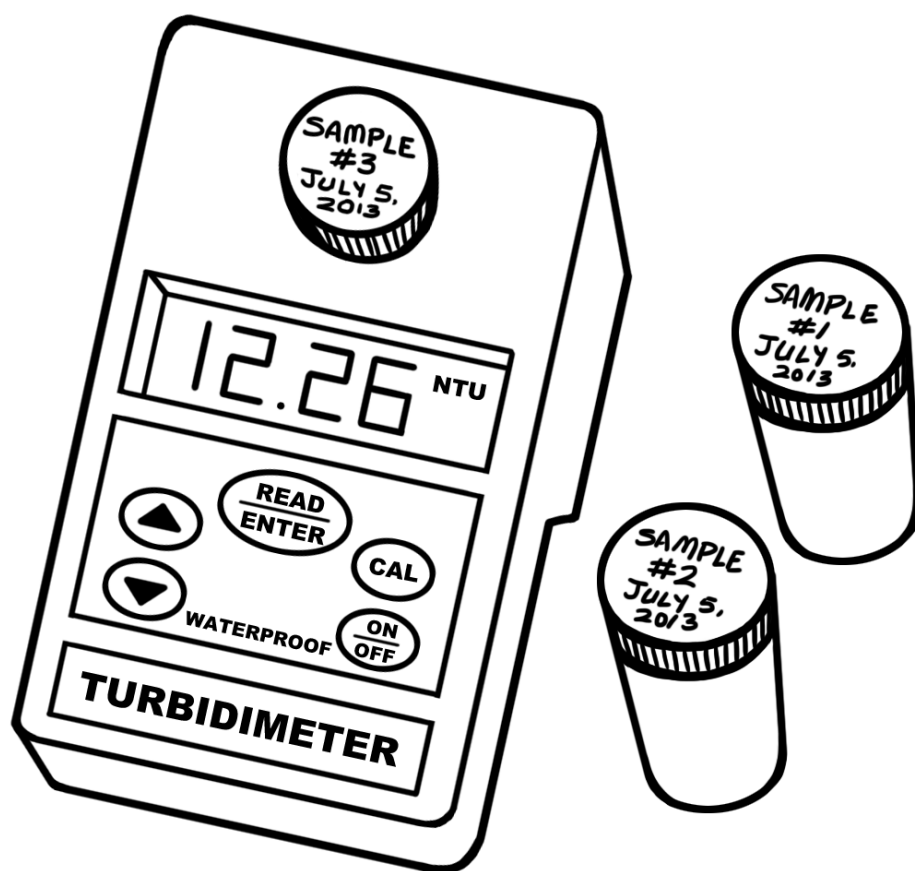
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA (1996). Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. EF&N Spon, publicado por Chapman & Hall, Londres, Reino Unido.

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 5: Análisis de parámetros físicos





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Sección 5: Análisis de parámetros físicos	i
Tabla de contenidos	2
5.1 Introducción	1
5.2 Guías de la OMS para parámetros físicos	1
5.3 Posibles efectos sobre la salud	1
5.4 Color	1
5.5 Sabor y olor	2
5.6 Temperatura	3
5.7 Turbidez.....	3
5.7.1 Cálculo simple	4
5.7.2 Tubo de turbidez	4
5.7.3 Turbidímetro digital	5
5.8 Resumen de información clave.....	6
5.9 Referencias.....	6

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua

Sección 3: Inspecciones sanitarias

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Sección 5: Análisis de parámetros físicos i

5.1 Introducción 1

5.2 Guías de la OMS para parámetros físicos 1

5.3 Posibles efectos sobre la salud 1

5.4 Color 1

5.5 Sabor y olor 2

5.6 Temperatura 3

5.7 Turbidez..... 3

5.7.1 Cálculo simple 4

5.7.2 Tubo de turbidez..... 4

5.7.3 Turbidímetro digital 5

5.8 Resumen de información clave..... 6

5.9 Referencias..... 6

Sección 6: Análisis de parámetros químicos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países

5.1 Introducción

Los parámetros físicos del agua de consumo son por lo general cosas que se pueden medir con los sentidos: el color, el sabor, el olor, la temperatura y la turbidez. Generalmente, se considera que el agua tiene buenas cualidades físicas si es cristalina, tiene buen sabor, no tiene olor y es fresca.

5.2 Guías de la OMS para parámetros físicos

La tabla que figura a continuación muestra las Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo relativas a los parámetros físicos. No se han establecido valores de referencia para esos parámetros, como el color, el olor y la temperatura, porque no tienen una relación directa con efectos perjudiciales para la salud.

Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo: parámetros físicos

Parámetro	Valores recomendados por la OMS
Color	Parámetro meramente estético, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Olor	Parámetro meramente estético, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Temperatura	Parámetro meramente estético, no se propone ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud
Turbidez	< 1 UNT y preferentemente mucho más bajo para una desinfección eficaz; < 5 UNT para suministros de agua pequeños.

(OMS, 2011)

5.3 Posibles efectos sobre la salud

Los parámetros físicos no tienen efectos directos sobre la salud. Sin embargo, las características físicas del agua de consumo podrían indicar un riesgo mayor de contaminación microbiológica o química que podría ser perjudicial para la salud de los seres humanos. Por ejemplo, los niveles elevados de turbidez en general están relacionados con niveles elevados de agentes patógenos en el agua, como virus, protozoos y bacterias (OMS, 2011).

Asimismo, es normal que las personas sospechen de la calidad del agua que tiene aspecto sucio u olor o sabor desagradables, aunque esos aspectos no tengan un efecto directo sobre la salud. El agua segura que no tenga buen sabor, olor o apariencia podría llevar a las personas a rechazar el agua y usar otras fuentes menos seguras (OMS, 2011).

5.4 Color

En general, el color de una muestra de agua se evalúa simplemente mediante la observación. También se puede medir comparándolo visualmente mediante el uso de una serie de soluciones estándar. La mayoría de las personas pueden detectar niveles de color superiores a 15 unidades de color verdadero (UCV) en un vaso de agua, aunque no sea una amenaza para la salud.

El color en el agua de consumo podría deberse a distintos motivos, como la presencia de:

- Material orgánico y vegetación, como hojas y corteza.

- Metales como el hierro, el manganeso y el cobre, que son abundantes en la naturaleza y tienen un color natural (véase la sección 6 para más información sobre el análisis químico).
- Residuos industriales altamente coloreados; los más comunes son los residuos de pulpa, de papel y textiles.

Observación del color

Observaciones	Posibles contaminantes
Espuma	Detergentes
Negro	Manganeso, proliferación bacteriana
Marrón, amarillo o rojo	Hierro
Marrón oscuro o amarillo	Taninos y pigmentos de la vegetación
Depósitos blancos o sarro	Dureza, metales disueltos

El color del agua superficial está causado principalmente por la materia orgánica. En general, el agua superficial dura tiene menos color que el agua superficial blanda. El color del agua subterránea usualmente se debe a la presencia de metales, como el hierro, el manganeso y el cobre. En algunas zonas, en particular en aquellas asociadas a la piedra caliza, el color del agua subterránea de pozos profundos y poco profundos podría provenir de la materia orgánica natural (Health Canada, 1995).

La presencia de color en el agua podría tener un efecto sobre la medición de la turbidez. Asimismo, el color moderado en ciertos tipos de agua podría tener un efecto adverso en la eliminación de la turbidez mediante los métodos de la coagulación y tratamiento por sedimentación (Health Canada, 1995). El agua coloreada a causa de la presencia de materia orgánica también podría reducir la eficacia de la desinfección con cloro y hacer que sea difícil producir cloro residual libre (CRL).

5.5 Sabor y olor

Aunque el sabor y el olor no son una amenaza directa para la salud, podrían indicar contaminación química o biológica, en particular cuando ocurre un cambio repentino. El sabor y el olor desagradables podrían indicar la necesidad de realizar más análisis de la calidad del agua.

El sabor y el olor son tal vez las características más importantes del agua de consumo, desde el punto de vista del usuario. Es casi imposible convencer a las personas de que el agua es apta para consumir si tiene mal sabor u olor. El agua segura que no tenga buen sabor, olor o apariencia podría llevar a las personas a rechazar el agua y usar otras fuentes menos seguras (OMS, 2011).

Un ejemplo común es el cloro. Frecuentemente, a las personas no les gusta el sabor o el olor del agua que tiene cloro en exceso (en el marco de un proyecto nuevo de cloración de agua doméstica o de un sistema de suministro de agua) y, en cambio, prefieren beber de otra fuente distinta, posiblemente más contaminada. Cuando las personas usan agua con cloro, deberían recibir orientación sobre la dosificación correcta del cloro y debería crearse conciencia sobre su uso.

Olor y posibles contaminantes

Olor	Posibles contaminantes
A tierra, humedad, moho	<ul style="list-style-type: none"> • Es el fenómeno más frecuente. • Se podría detectar solo después de agregar cloro. • Esos olores pueden ser producidos por bacterias específicas llamadas actinomicetos. • Las concentraciones muy bajas pueden generar quejas.
A pasto, heno, paja, madera	<ul style="list-style-type: none"> • En general, se relacionan con subproductos de las algas y a veces descritos como vegetación en descomposición.
A pantano, pozo séptico, aguas cloacales, huevo podrido	<ul style="list-style-type: none"> • Muy desagradables. • Azufre natural o de origen humano.
Cloro	<ul style="list-style-type: none"> • Cloro residual después de la desinfección.

En general, el olor y el sabor se evalúan simplemente observando. Al oler una muestra de agua de una fuente desconocida, no respirar el olor directamente. Usar la mano para arrastrar el olor hacia la nariz. Nunca beber una muestra de agua de una fuente desconocida.

5.6 Temperatura

La temperatura no es significativa en cuanto a la contaminación. Sin embargo, en general se prefiere el agua fresca en lugar de tibia. El agua de temperatura elevada (20-30°C) también podría aumentar la proliferación de microorganismos y traer problemas en cuanto al sabor, olor, color y corrosión. La temperatura preferida para el agua potable se ubica entre 4°C y 10°C. Las temperaturas superiores a 25°C causan rechazo.

Se puede usar un termómetro común o digital para medir la temperatura del agua.

5.7 Turbidez

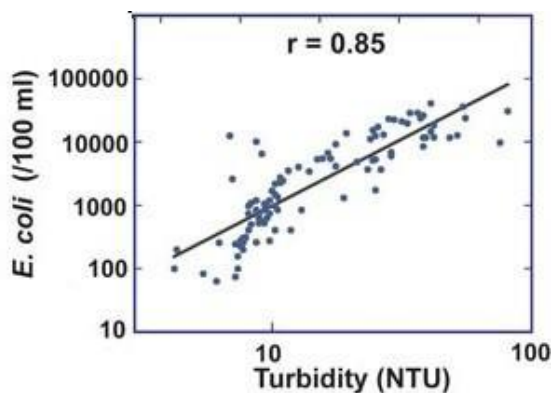
La turbidez es causada por partículas sólidas en suspensión, como la arena, el limo y la arcilla, que flotan en el agua. Las partículas dispersan la luz, lo que hace que el agua tenga un aspecto turbio y sucio.

La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez (UNT) o en unidades nefelométricas de formacina (UNF), según el método y el equipamiento usado. La turbidez que se mide en UNT usa métodos nefelométricos (utilizados generalmente en los kits portátiles de análisis) que dependen del paso de una luz específica de una longitud de onda específica a través de la muestra. Las UNF tienen un valor comparable al de las UNT; UNF es la unidad de medida que usa métodos absorciométricos, utilizados más comúnmente en un laboratorio (Wilde, 2005). Cuanto mayor es la turbidez, más difícil es ver a través del agua y mayor es el nivel de UNT y UNF. La turbidez se puede detectar a simple vista cuando su nivel es superior a aproximadamente 4 UNT (OMS, 2011).

La turbidez en sí no causa enfermedades; sin embargo, los niveles altos de turbidez en general están relacionados con niveles elevados de microorganismos (p. ej., bacterias, virus y protozoos) porque se unen a las partículas en el agua. Por lo tanto, se debe tener cuidado con

el agua turbia pues en general contiene más agentes patógenos, por lo cual beberla aumenta las probabilidades de enfermarse.

Relación entre la turbidez y la presencia de *E. coli* en el agua

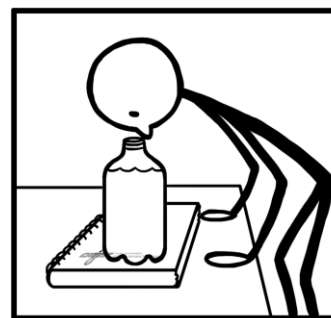


La OMS (2011) recomienda que la turbidez no supere 1 UNT y que preferentemente sea mucho más baja, para garantizar una desinfección adecuada. Los sistemas grandes de suministro municipal bien gestionados deberían ser capaces de alcanzar menos de 0,5 UNT en todo momento antes de la desinfección y deberían ser capaces de promediar 0,2 UNT o menos. Los sistemas comunitarios pequeños y los métodos de tratamiento doméstico del agua podrían no ser capaces de alcanzar niveles de turbidez tan bajos. En esos casos, el objetivo debería ser producir agua con niveles de turbidez inferiores a 5 UNT y, de ser posible, inferiores a 1 UNT (OMS, 2011).

Hay tres formas de medir la turbidez: 1) cálculo simple, 2) cálculo cuantitativo usando un tubo de turbidez o 3) usando un turbidímetro digital.

5.7.1 Cálculo simple

Un método simple para medir la turbidez es usar una botella plástica transparente de 2 litros llena con el agua de muestra. Colocar la botella encima de un texto grande, como el logotipo de CAWST que aparece en este manual. Si puede ver este logotipo mirando a través de la botella, desde la parte superior, el agua probablemente tenga una turbidez menor que 50 UNT.

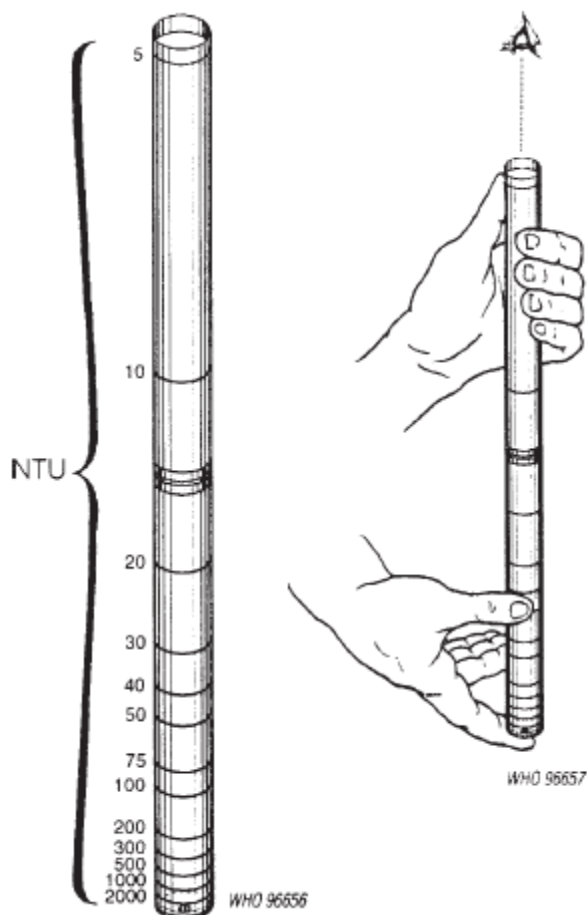


5.7.2 Tubo de turbidez

Usar un tubo de turbidez es otra forma fácil y económica de calcular visualmente las UNT. Es práctico para el análisis sobre el terreno porque es portátil y no necesita baterías o partes de reemplazo. Una desventaja es que con un tubo de turbidez es más difícil leer los niveles inferiores a 10 UNT.

Es un método fácil de comprender porque es un método de análisis visual. Puede transmitir más información sobre lo que se mide que mirar una lectura digital en una pantalla. Brinda una oportunidad para educar a los miembros de la comunidad sobre cuestiones relativas a la calidad del agua, como la protección de la fuente y opciones de tratamiento.

La mayoría de los kits portátiles de análisis traen un tubo de turbidez. También se pueden comprar por separado. Véanse las fichas de producto en el apéndice 2.



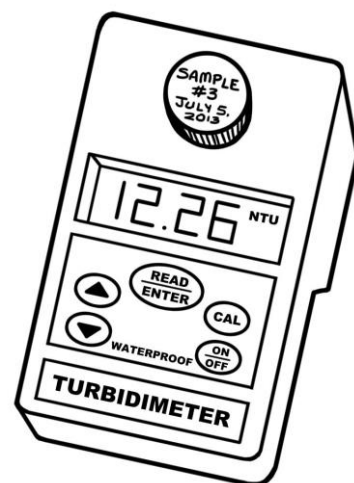
Lectura de las UNT usando un tubo de turbidez
(Fuente: WHO 1997)

Cómo usar un tubo de turbidez

1. Lentamente, verter algo de agua en el tubo.
2. Colocar la cabeza entre 10 y 20 centímetros directamente por encima del tubo para ver el disco del fondo.
3. Seguir agregando agua hasta que el patrón del disco que está en el fondo sea difícil de ver a través de la parte superior del tubo.
4. Dejar de verter agua cuando el patrón ya no sea visible.
5. Leer el nivel de turbidez expresado en

5.7.3 Turbidímetro digital

Un turbidímetro funciona con una batería o con el suministro de energía y brinda una lectura digital del nivel de turbidez. El turbidímetro da resultados más precisos, aunque es más costoso y más vulnerable a dañarse. Tiene la capacidad de medir un rango amplio de niveles de turbidez y es útil para medir agua que tenga niveles inferiores a 10 UNT. También hay distintos tipos de turbidímetros disponibles en el mercado. Véanse las fichas de producto en el apéndice 2.



5.8 Resumen de información clave

- Los parámetros físicos del agua de consumo son por lo general cosas que se pueden medir con los sentidos: el color, el sabor, el olor, la temperatura y la turbidez.
- Generalmente, se considera que el agua tiene buenas cualidades físicas si es cristalina, tiene buen sabor, no tiene olor y es fresca.
- Los parámetros físicos no tienen efectos directos sobre la salud. Sin embargo, la presencia de contaminantes físicos podría indicar un riesgo mayor de contaminación microbiológica o química que podría ser perjudicial para la salud de los seres humanos.
- El sabor y el olor son tal vez las características más importantes del agua de consumo, desde el punto de vista del usuario. Es casi imposible convencer a las personas de que el agua es apta para consumir si tiene mal sabor u olor. El agua segura que no tenga buen sabor, olor o apariencia podría llevar a las personas a rechazar el agua y usar otras fuentes menos seguras.
- La turbidez es causada por partículas sólidas en suspensión, como la arena, el limo y la arcilla, que flotan en el agua. Las partículas dispersan la luz, lo que hace que el agua tenga un aspecto turbio y sucio. La turbidez se mide en unidades nefelométricas de turbidez (UNT) o en unidades nefelométricas de formacina (UNF).
- La turbidez en sí no causa enfermedades; sin embargo, los niveles altos de turbidez en general están relacionados con niveles elevados de microorganismos (p. ej., bacterias, virus y protozoos) porque se unen a las partículas en el agua. Por lo tanto, se debe tener cuidado con el agua turbia pues en general contiene más agentes patógenos, por lo cual beberla aumenta las probabilidades de enfermarse.
- Hay tres formas de medir la turbidez: 1) cálculo simple, 2) cálculo cuantitativo usando un tubo de turbidez o 3) usando un turbidímetro digital.

5.9 Referencias

Health Canada (1995). Colour, Environmental and Workplace Health. Disponible (en inglés) en: www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/colour-couleur/index_e.html

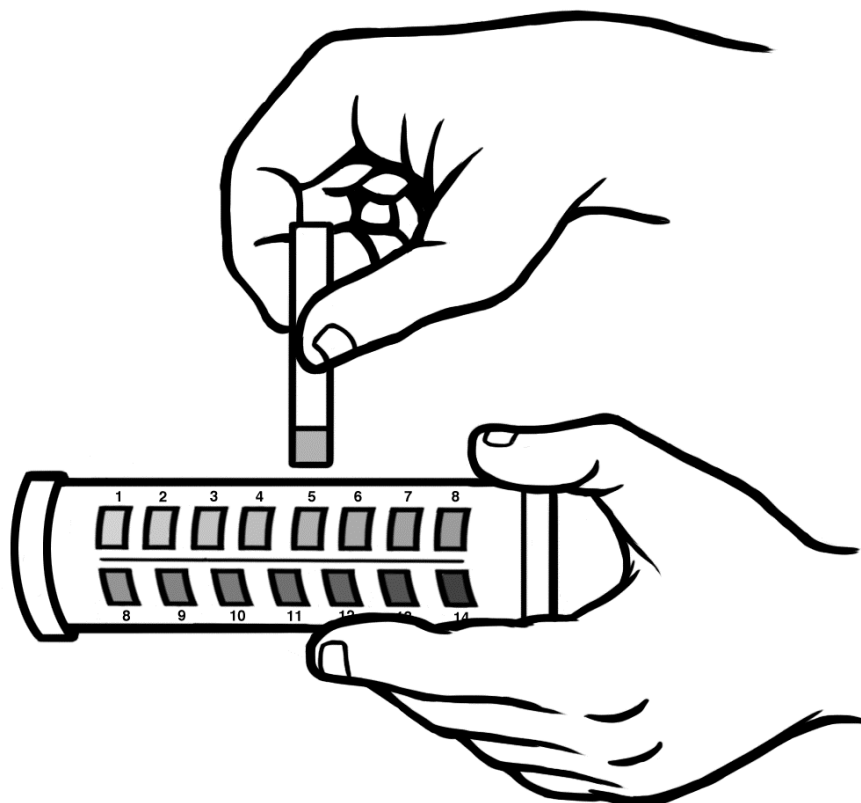
Wilde, F.D., ed. (2005). Field Measurements: U.S. Geological Survey Techniques of Water-Resources Investigations, Book 9, Chap. A6. Disponible (en inglés) en: <http://water.usgs.gov/owg/FieldManual/>

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 6: Análisis de parámetros químicos





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos	i
6.1 Introducción	1
6.2 Parámetros químicos prioritarios	1
6.3 Guías de la OMS para parámetros físicos	2
6.4 Métodos de análisis	3
6.4.1 Métodos de análisis de laboratorio	4
6.4.2 Métodos portátiles de análisis.....	5
6.5 Eliminación segura de desechos	8
6.6 Resumen de información clave.....	9
6.7 Referencias.....	10

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua

Sección 3: Inspecciones sanitarias

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Sección 5: Análisis de parámetros físicos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos i

6.1 Introducción 1

6.2 Parámetros químicos prioritarios 1

6.3 Guías de la OMS para parámetros físicos 2

6.4 Métodos de análisis 3

6.4.1 Métodos de análisis de laboratorio 4

6.4.2 Métodos portátiles de análisis..... 5

6.5 Eliminación segura de desechos 8

6.6 Resumen de información clave..... 9

6.7 Referencias..... 10

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países

6.1 Introducción

El agua podría contener sustancias químicas beneficiosas o perjudiciales para la salud. Muchas sustancias químicas se incorporan al suministro de agua de consumo mediante distintos procesos naturales y actividades humanas. Las sustancias químicas de ocurrencia natural, como el arsénico, el fluoruro, el hierro y el manganeso, se encuentran en general en el agua subterránea. Las actividades humanas pueden agregar otras sustancias químicas a las reservas de agua, como el nitrógeno y los pesticidas. En muchos países en desarrollo, ha aumentado la actividad industrial sin que haya un cumplimiento estricto de las normas y reglamentos sobre medioambiente. Como resultado, las fuentes de agua están cada vez más contaminadas con residuos químicos industriales.

6.2 Parámetros químicos prioritarios

A diferencia de la contaminación microbiológica, la mayoría de las sustancias químicas presentes en el agua de consumo son peligrosas para la salud solo después de años de exposición. Con frecuencia, la contaminación química pasa inadvertida hasta que se manifiesta una enfermedad a causa de la exposición crónica. La gravedad de los efectos sobre la salud depende de la sustancia química y su concentración, así como de la duración de la exposición. Son pocas las sustancias químicas que podrían ocasionar problemas para la salud después de una exposición a corto plazo, como el nitrato, a menos que haya una contaminación masiva de un sistema de suministro de agua potable (OMS, 2011).

No es posible analizar el agua para detectar todas las sustancias químicas que podrían causar problemas para la salud, ni tampoco es necesario. La mayoría de las sustancias químicas rara vez se presentan y muchas son resultado de la contaminación de los seres humanos en una zona pequeña, que solo afecta a pocas fuentes de agua.

Sin embargo, hay tres sustancias químicas que tienen la capacidad de causar problemas graves de salud y que pueden estar presentes en zonas de gran extensión. Son el arsénico y el fluoruro, que pueden ser de origen natural, y el nitrato, que se usa generalmente como fertilizante agrícola. Esas tres sustancias contaminantes se encuentran más frecuentemente en las aguas subterráneas, aunque las aguas superficiales también se pueden ver afectadas. Al planificar nuevos proyectos de sistemas de abastecimiento de agua, en particular aquellos donde se use agua subterránea, esos tres contaminantes deberían ser prioritarios en el análisis (UNICEF, 2008).

Una segunda prioridad de análisis del agua deberían ser los parámetros químicos que comúnmente hacen que las personas rechacen el agua por cuestiones estéticas, como los metales (principalmente, el hierro y el manganeso) y los sólidos disueltos totales (salinidad) (UNICEF, 2008).

Cuando se desinfecta con cloro el agua, también es importante monitorear el pH y el cloro residual libre (CRL) como indicadores de un tratamiento apropiado y eficaz. Asimismo, podría ser importante analizar las sustancias químicas que se sabe que están presentes a nivel local, como el mercurio o el plomo provenientes de la contaminación industrial.

Los parámetros químicos prioritarios se abordan más detalladamente en las hojas informativas sobre sustancias químicas del apéndice 3.

6.3 Guías de la OMS para parámetros físicos

El agua "pura" por naturaleza en realidad no existe, pues toda el agua contiene en cierta medida sustancias químicas de origen natural que se han filtrado del entorno. En la mayoría de los casos, los niveles de las sustancias químicas de origen natural son beneficiosos o implican un riesgo mínimo. También hay muchas sustancias químicas producidas por los seres humanos que pueden contaminar el agua y alterar su usabilidad. La Organización Mundial de la Salud (OMS) divide las fuentes de sustancias químicas en los siguientes cinco grupos.

Fuentes de contaminación química

Fuente de la sustancia química	Ejemplos	Sustancias químicas comunes
Origen natural	Rocas y suelo	Arsénico, cromo, fluoruro, hierro, manganeso, sodio, sulfato, uranio.
Actividades agrícolas	Estiércol, fertilizantes, prácticas pecuarias intensivas, pesticidas.	Amoníaco, nitrato, nitrito.
Fuentes industriales y núcleos habitados	Minería, industrias de fabricación y procesamiento, aguas residuales, residuos sólidos, escorrentía urbana, fugas de combustibles.	Nitrato, amoníaco, cadmio, cianuro, cobre, plomo, níquel, mercurio.
Tratamiento del agua	Sustancias químicas para tratamiento del agua, materiales de tuberías.	Aluminio, cloro, yodo, plata.
Plaguicidas añadidos al agua por cuestiones de salud pública	Larvicidas utilizados en el control de insectos vectores de enfermedades	Compuestos organofosforados (p. ej., clorpirifós, diazinón, malatión) y carbamatos (p. ej., aldicarb, carbaril, carbofurano, oxamil).

(Adaptado a partir de OMS, 2011)

En las Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo (2011), se brindan recomendaciones de concentraciones químicas máximas basadas en investigaciones y experimentos. Un valor guía o de referencia representa la concentración de una sustancia química que no supone ningún riesgo significativo para la salud cuando se consume durante toda una vida.

Para la mayoría de las sustancias químicas, se cree que hay una dosis por debajo de la cual no se presentan efectos adversos. Las guías de la OMS están elaboradas en base a la ingesta diaria tolerable (IDT) de una sustancia química. La IDT es una estimación de la cantidad de una sustancia presente en los alimentos y el agua, expresada en función del peso corporal (mg/kg o µg/kg de peso corporal), que se puede ingerir durante toda la vida sin riesgo apreciable para la salud.

En las guías de la OMS, no se incluyen algunas sustancias químicas como el hierro, el calcio, el sodio, el magnesio y el zinc, pues esas sustancias no representan un riesgo para la salud en los niveles que habitualmente hay en el agua de consumo.

En el apéndice 4, se resumen las guías de la OMS para las sustancias químicas presentes en el agua de consumo y los efectos potenciales sobre la salud.

6.4 Métodos de análisis

Hay diversos factores que se deben tener en cuenta al elegir un método de análisis apropiado para los distintos parámetros químicos, como:

- Los recursos disponibles.
- El nivel de exactitud y precisión requerido.
- Las habilidades técnicas del personal.
- La ubicación geográfica.
- Los objetivos de los resultados.

Los laboratorios y los ensayos de campo son dos de los métodos principales de análisis usados por los gobiernos y las organizaciones no gubernamentales (ONG). Las ONG tienden a usar kits portátiles para el análisis químico, mientras que los institutos gubernamentales, los centros de investigación y las universidades en general prefieren realizar los análisis en laboratorios, que pueden brindar resultados más exactos. En la siguiente tabla, se muestran los posibles métodos de análisis para algunos parámetros químicos.

Métodos de análisis para algunos parámetros químicos

Sustancia química	Posible método de análisis
Aluminio	Tiras reactivas, comparadores de color, fotómetro, laboratorio.
Arsénico	Laboratorio, kit portátil de análisis que use el método de Gutzeit.
Cadmio	Fotómetro, laboratorio.
Cloro (libre)	Tiras reactivas, kit de análisis para piscinas, comparadores de color, fotómetro, laboratorio.
Cromo	Laboratorio.
Cobre	Tiras reactivas, comparadores de color, fotómetro, laboratorio.
Cianuro	Laboratorio.
Fluoruro	Comparadores de color, fotómetro, laboratorio.
Hierro	Tiras reactivas, comparadores de color, fotómetro, laboratorio.
Plomo	Laboratorio.
Manganeso	Tiras reactivas, comparadores de color, fotómetro, laboratorio.
Mercurio	Laboratorio.
pH	Tiras reactivas, medidor digital de pH, laboratorio.
Nitrato	Tiras reactivas, comparadores de color, fotómetro, laboratorio.
Nitrito	Tiras reactivas, comparadores de color, fotómetro, laboratorio.
Selenio	Laboratorio.
SDT	Medidor digital de conductividad eléctrica, laboratorio.

(Adaptado a partir de UNICEF, 2010)

6.4.1 Métodos de análisis de laboratorio

Generalmente, se usan los siguientes métodos, ordenados en función de su complejidad, para analizar los contaminantes químicos en el laboratorio. Realizar una reseña completa de los métodos de laboratorio usados para medir los diversos parámetros importantes para la calidad del agua está por fuera del alcance de este manual. Las Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo incluyen una lista completa de los métodos de laboratorio usados para sustancias químicas específicas que tienen valores de referencia (OMS, 2011).

Método colorimétrico

Se agregan reactivos químicos a la muestra de agua para que reaccionen con el parámetro químico específico que se busca analizar. El producto que se forma absorbe luz de una longitud de onda determinada. La muestra de agua luego se analiza en un colorímetro o espectrofotómetro y se compara con estándares conocidos.

Métodos con electrodos

Los electrodos selectivos de iones pueden medir la concentración de ciertos iones en una muestra de agua. El pH puede medirse con facilidad con un electrodo y un medidor.

Cromatografía

Las muestras se inyectan a través de una columna que contiene un relleno o recubrimiento que retiene de forma selectiva ciertos tipos de sustancias químicas. Los distintos compuestos atraviesan la columna a distintas velocidades, en función de la afinidad que tengan con el relleno o recubrimiento. Un detector ubicado en la salida de la columna mide la concentración de la sustancia química. Hay muchos tipos de cromatografías: la cromatografía iónica, la cromatografía líquida y la cromatografía de gases.

Espectrometría de absorción atómica

Este método se usa para analizar la presencia de metales. Se calientan las muestras con una llama o eléctricamente con un horno de grafito y se determina la concentración mediante la absorción atómica del metal de una luz de una longitud de onda particular.

Plasma acoplado por inducción

Este método también se usa para analizar la presencia de metales. Las muestras se descomponen hasta su nivel atómico y los metales se detectan ya sea mediante la espectrometría de emisión atómica o la espectrometría de masas.

Los métodos colorimétricos y con electrodos se pueden implementar relativamente fácil en laboratorios básicos. La cromatografía y la espectrometría de adsorción atómica son métodos mucho más costosos y complejos y son más apropiados para laboratorios centrales o de referencia. Los métodos de plasma acoplado por inducción son muy costosos y difíciles y son poco comunes en países en desarrollo (UNICEF, 2008).

6.4.2 Métodos portátiles de análisis

Hay muchos tipos de kits portátiles de análisis disponibles para medir diversos parámetros químicos del agua de consumo. En general, se usan para comprobar el cumplimiento de los valores de referencia así como para el monitoreo operativo de la calidad del agua de consumo.

Aunque los kits portátiles de análisis tienen la ventaja de ser fáciles de usar en un entorno ajeno al laboratorio y suelen conseguirse a precios relativamente bajos, su exactitud analítica es en general inferior a los métodos de laboratorio descritos con anterioridad. Sin embargo, si se usan correctamente, los kits portátiles de análisis son herramientas valiosas para evaluar con rapidez diversos parámetros químicos en los casos en que no se dispone de un laboratorio comercial o realizar el análisis allí resulta muy costoso (OMS, 2011).

Los métodos portátiles de análisis más populares son las tiras reactivas, los comparadores de color, los colorímetros y fotómetros, y los medidores digitales. Es necesario corroborar la validez del método de análisis antes de usarlo.

Tiras reactivas

Hay muchos tipos distintos de tiras reactivas disponibles para medir diferentes contaminantes químicos. En general, son convenientes y fáciles de usar, dan resultados rápidos y son la forma más económica de realizar ensayos de campo. Las tiras reactivas también se comercializan en paquetes individuales. Ese tipo de envase puede ser útil ya que las tiras se deterioran con la humedad, el calor, el polvo y la luz. La principal limitación de las tiras reactivas es que son menos precisas pues requieren que se realice una interpretación visual de los resultados.

Las tiras reactivas comúnmente tienen una punta plástica desde donde se manipulan y una zona reactiva en el extremo opuesto. Por lo general, se sumerge la zona reactiva en una muestra de agua, se la extrae y se compara con una escala cromática. Algunas tiras reactivas funcionan con el principio de presencia/ausencia y cambian de color con una concentración máxima.

Es importante usar el método de activación requerido para las tiras reactivas que se usan. Los distintos productos tienen métodos de activación distintos, como:

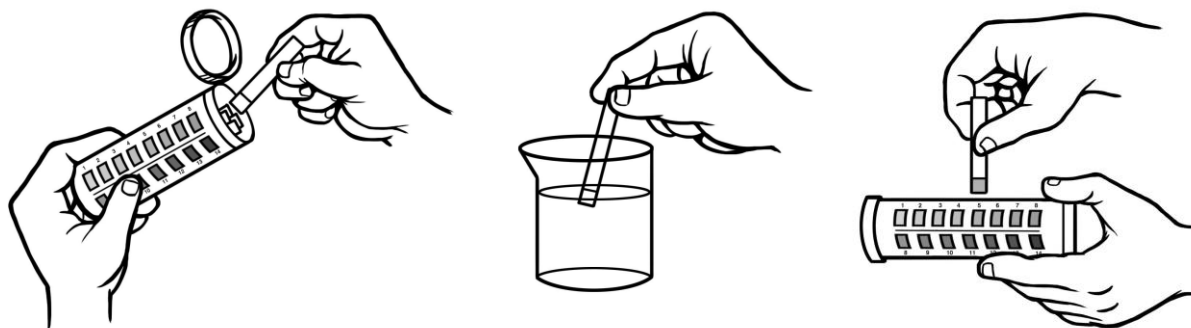
- Sumergir la tira en la muestra.
- Mover rápidamente la tira hacia adelante y hacia atrás en la muestra.
- Sostener la zona reactiva en un chorro de muestra.

Además, las distintas tiras reactivas tienen tiempos de espera diferentes que se deben respetar antes de comparar la tira con la escala cromática. Usar el método de activación equivocado o leer los resultados antes o después de tiempo podría dar resultados incorrectos.



Algunas personas pasan por alto las instrucciones de las tiras que están usando. Eso puede dar lugar a resultados incorrectos. Hay dos cosas que se deben tener en mente:
• el método de activación y el tiempo de lectura. Esas instrucciones se dan en la etiqueta

Las tiras reactivas sirven para medir el pH y diversas sustancias químicas, como el cloro y el manganeso.

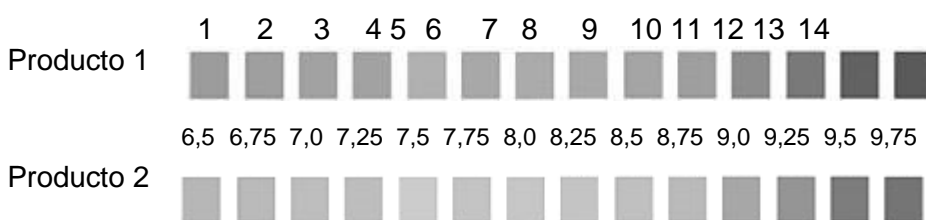


Usar una tira reactiva sumergiéndola en una muestra de agua y compararla contra una escala cromática para medir el valor.



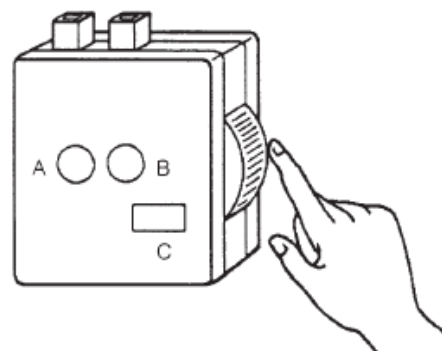
Consejo: comprender los límites y los rangos de concentración de los parámetros químicos que se analizan es fundamental al seleccionar los equipos y los productos más adecuados. Asegúrese de comprar las tiras reactivas que más se ajusten al propósito del análisis. Puede haber distintos rangos para el mismo parámetro.

Por ejemplo: una empresa fabrica tiras reactivas para medir el pH. Hay dos productos disponibles. Uno con un rango entre pH 1 y pH 14 y otro con un rango de pH 6,5 a pH 10. Dado que el pH del agua potable en general se ubica entre 6,5 y 8,5, el segundo producto es más adecuado para este trabajo y brinda mayor precisión y exactitud.



Comparadores de color

Hay distintos tipos de comparadores de color disponibles. El comparador se usa con una gran variedad de discos de colores intercambiables. Esos discos de colores sirven para comparar el color generado para el análisis contra los colores estándar del disco. Los discos de color sirven para distintos parámetros químicos como el cloro, el fluoruro, el nitrato, el hierro y el manganeso. A veces, los comparadores de color pueden ser más exactos que las tiras reactivas y son más fáciles de usar, pero son más costosos, se precisan más materiales y aun así requieren



que se determine de forma visual la concentración de la sustancia química.

Comparador de colores (Fuente: OMS, 1997)

Colorímetros y fotómetros

Los colorímetros y fotómetros son instrumentos digitales que usan una fuente de luz para medir la concentración de una sustancia química en una muestra de agua. Si se los compara con las tiras reactivas, brindan resultados más exactos y repetibles pues la concentración se muestra como una lectura digital. Asimismo, los colorímetros y fotómetros pueden detectar una gran variedad de sustancias químicas en una muestra, así como un rango más amplio para cada parámetro. Sin embargo, son más costosos, precisan una fuente de alimentación y capacitación para asegurarse de que se usan correctamente.



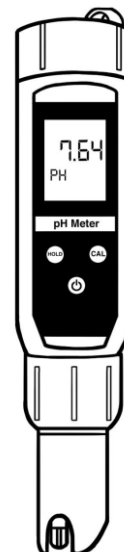
Fotómetro usado para medir las sustancias químicas del agua

Colorímetro versus fotómetro

A veces, los términos "colorímetro" y "fotómetro" se usan indistintamente y eso puede generar confusión. Los dos son instrumentos digitales que miden la cantidad de luz de color absorbida por una muestra de color en referencia a una muestra sin color (en blanco); sin embargo, usan distintas tecnologías para realizar las mediciones del color. En general, los colorímetros son menos costosos y más resistentes que un fotómetro; sin embargo, no son tan precisos y la calidad del equipo varía según el fabricante. Por lo general, los fotómetros se usan más en las áreas de investigación y desarrollo.

Medidores digitales

En algunos kits portátiles, se incluyen diversos medidores digitales para analizar parámetros como el pH y la conductividad eléctrica. Son relativamente fáciles de usar y brindan mediciones más exactas que otros métodos, como las tiras reactivas. Las principales desventajas son la necesidad de calibrar los medidores y de reemplazar las baterías, y la fragilidad general de los equipos electrónicos.



Medidor digital de pH

Kit para análisis de arsénico

Es difícil analizar la presencia de arsénico en el agua de consumo, en particular en niveles de $\mu\text{g/l}$. No hay tiras reactivas o comparadores de color disponibles que sean simples. Analizar la presencia de arsénico solía ser posible solo en un laboratorio. Sin embargo, como resultado del descubrimiento de contaminación significativa con arsénico de las aguas subterráneas en Asia y otros lugares, hoy en día hay diversos kits portátiles de análisis. Todos esos kits se basan en el método Gutzeit, que consta de varias etapas (UNICEF, 2008).

La mayoría de los kits portátiles de análisis disponibles comercialmente por lo general traen tablas de referencia de color y tienen límites de detección en torno de $10 \mu\text{g/l}$. Sin embargo, las evaluaciones han mostrado que los resultados son semicuantitativos en el mejor de los casos, en particular en los niveles más bajos ($<100 \mu\text{g/l}$). Estos equipos sirven más para mostrar si el resultado es positivo o negativo, tomando como valor de referencia $50 \mu\text{g/l}$, que es el estándar para el agua de consumo en muchos países afectados por la contaminación con arsénico. En ese nivel, la mayoría de las muestras que tienen entre $50\text{-}99 \mu\text{g/l}$ de arsénico se identifican como positivas y casi todas las muestras que tienen $100 \mu\text{g/l}$ o más dan resultados positivos, aunque el resultado cuantitativo podría ser incorrecto (UNICEF, 2008).

Véase el apéndice 2 para consultar las fichas de producto de los distintos kits de análisis de arsénico.

6.5 Eliminación segura de desechos

Las muestras usadas en análisis químicos se deben desechar de manera segura y apropiada. Los recipientes de muestras contaminados (p. ej., botellas para muestreo, tubos de ensayo) se deben lavar antes de reutilizarse. Para preparar los recipientes, se deberían lavar con jabón y enjuagarse al menos tres veces (cinco es mejor) con agua destilada, para eliminar todo residuo que haya quedado. Si no se cuenta con agua destilada, se podría usar agua limpia libre de cloro (p. ej., agua filtrada y luego hervida) (PNUMA/OMS, 1996).

Para análisis químicos y físicos, los recipientes tienen que estar limpios, pero no esterilizados. Sin embargo, se suele usar la misma muestra de agua para el análisis físico, químico y microbiológico, por lo cual, una vez que se utiliza el recipiente, se debe esterilizarlo.

Los residuos químicos líquidos se pueden tirar por el retrete o el lavabo con mucha cantidad de agua. Asegurarse de limpiar el lavabo posteriormente.

Los residuos sólidos, como las tiras reactivas, se pueden incinerar o tirar a la basura. No se deberían incinerar los residuos sólidos provenientes del análisis de arsénico. Se deberían desechar usando una bolsa de basura designada para ese fin. Se debe intentar no mezclar los desechos con los residuos urbanos.

Después de manipular residuos contaminados y antes de tocar equipos limpios y esterilizados, siempre lavarse las manos meticulosamente usando jabón. Si es posible, se deberían usar guantes descartables.

6.6 Resumen de información clave

- Las fuentes de contaminación química se pueden dividir en los siguientes cinco grupos:
 - Origen natural
 - Actividades agrícolas
 - Fuentes industriales y núcleos habitados
 - Tratamiento del agua
 - Plaguicidas añadidos al agua por cuestiones de salud pública
- A diferencia de la contaminación microbiológica, la mayoría de las sustancias químicas presentes en el agua de consumo son peligrosas para la salud solo después de años de exposición. Con frecuencia, la contaminación química pasa inadvertida hasta que se manifiesta una enfermedad a causa de la exposición crónica.
- La gravedad de los efectos sobre la salud depende de la sustancia química y su concentración, así como de la duración de la exposición.
- No es posible analizar el agua para detectar todas las sustancias químicas que podrían causar problemas para la salud, ni tampoco es necesario. La mayoría de las sustancias químicas rara vez se presentan y muchas son resultado de la contaminación de los seres humanos en una zona pequeña, que solo afecta a pocas fuentes de agua.
- Hay tres sustancias químicas que tienen la capacidad de causar problemas graves de salud y que pueden estar presentes en zonas de gran extensión: el arsénico, el fluoruro y el nitrato. Esas tres sustancias contaminantes se encuentran más frecuentemente en las aguas subterráneas, aunque las aguas superficiales también se pueden ver afectadas. Al planificar nuevos proyectos de sistemas de abastecimiento de agua, en particular aquellos donde se use agua subterránea, esos tres contaminantes deberían ser prioritarios en el análisis (UNICEF, 2008).
- Una segunda prioridad de análisis del agua deberían ser los parámetros químicos que comúnmente hacen que las personas rechacen el agua por cuestiones estéticas, como los metales (principalmente, el hierro y el manganeso) y los sólidos disueltos totales (salinidad) (UNICEF, 2008).
- Cuando se desinfecta con cloro el agua, también es importante monitorear el pH y el cloro residual libre (CRL) como indicadores de un tratamiento apropiado y eficaz. Asimismo, podría ser importante analizar las sustancias químicas que se sabe que están presentes a nivel local, como el mercurio o el plomo provenientes de la contaminación industrial.
- Hay diversos factores que se deben tener en cuenta al elegir un método de análisis apropiado para los distintos parámetros químicos, como:
 - Los recursos disponibles.
 - El nivel de exactitud y precisión requerido.
 - Las habilidades técnicas del personal.
 - La ubicación geográfica.
 - Los objetivos de los resultados.
- Hay muchos tipos de kits portátiles de análisis disponibles para medir diversos parámetros químicos del agua de consumo. En general, se usan para comprobar el cumplimiento de los

valores de referencia así como para el monitoreo operativo de la calidad del agua de consumo.

- Aunque los kits portátiles de análisis tienen la ventaja de ser fáciles de usar en un entorno ajeno al laboratorio y suelen conseguirse a precios relativamente bajos, su exactitud analítica es en general inferior a los métodos de laboratorio. Sin embargo, si se usan correctamente, los kits portátiles de análisis son herramientas valiosas para evaluar con rapidez diversos parámetros químicos en los casos en que no se dispone de un laboratorio comercial o realizar el análisis allí resulta muy costoso (OMS, 2011).
- Los métodos portátiles de análisis más populares son las tiras reactivas, los comparadores de color, los colorímetros y fotómetros, y los medidores digitales.
- Es difícil analizar la presencia de arsénico en el agua de consumo, en particular en niveles de $\mu\text{g/l}$. No hay tiras reactivas o comparadores de color disponibles que sean simples. Analizar la presencia de arsénico solía ser posible solo en un laboratorio. Sin embargo, en la actualidad hay diversos kits portátiles de análisis. Todos esos kits se basan en el método Gutzeit, que consta de varias etapas (UNICEF, 2008).

6.7 Referencias

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA (1996). Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes. EF&N Spon, publicado por Chapman & Hall, Londres, Reino Unido.

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en: www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

UNICEF (2010). Technical Bulletin No.6, Water Quality Assessment and Monitoring. UNICEF, División de suministros, Copenhague, Dinamarca. Disponible (en inglés) en: www.unicef.org/supply/files/Water_Quality_Assessment_Monitoring.pdf

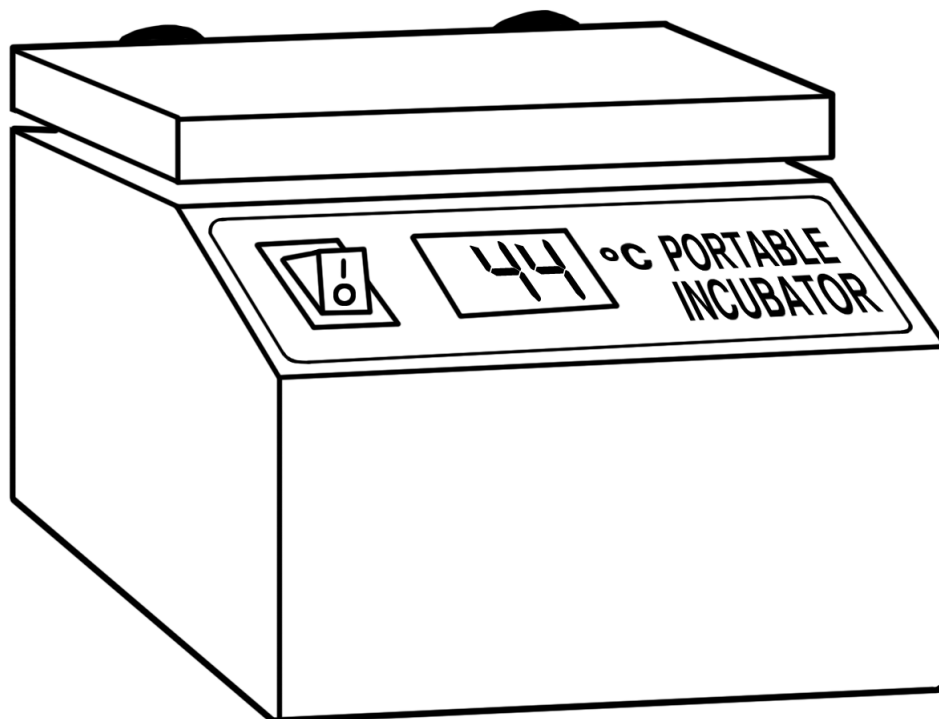
Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/secondaddendum20081119.pdf

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos.....	i
7.1 Introducción	1
7.2 Guías de la OMS para contaminantes microbiológicos	2
7.3 Posibles efectos sobre la salud	3
7.3.1 Bacterias patógenas	4
7.3.2 Virus patógenos.....	4
7.3.3 Protozoos patógenos	5
7.3.4 Helminchos patógenos	6
7.4 Dosis infectiva.....	6
7.5 Organismos indicadores	7
7.5.1 Escherichia coli.....	10
7.5.2 Coliformes termotolerantes.....	10
7.5.3 Coliformes totales	11
7.5.4 Bacterias productoras de H ₂ S.....	12
7.6 Métodos de análisis	12
7.6.1 Presencia-ausencia	15
7.6.2 Número más probable	17
7.6.3 Filtración por membrana	18
7.7 Eliminación segura de desechos	24
7.8 Resumen de información clave.....	24
7.9 Referencias.....	25

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua

Sección 3: Inspecciones sanitarias

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Sección 5: Análisis de parámetros físicos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos..... i

7.1 Introducción 1

7.2 Guías de la OMS para contaminantes microbiológicos 2

7.3 Posibles efectos sobre la salud 3

7.3.1 Bacterias patógenas 4

7.3.2 Virus patógenos 4

7.3.3 Protozoos patógenos 5

7.3.4 Helmintos patógenos 6

7.4 Dosis infectiva..... 6

7.5 Organismos indicadores 7

7.5.1 Escherichia coli 10

7.5.2 Coliformes termotolerantes 10

7.5.3 Coliformes totales 11

7.5.4 Bacterias productoras de H₂S..... 12

7.6 Métodos de análisis 12

7.6.1 Presencia-ausencia 15

7.6.2 Número más probable 17

7.6.3 Filtración por membrana 18

7.7 Eliminación segura de desechos 24

7.8 Resumen de información clave..... 24

7.9 Referencias..... 25

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países

7.1 Introducción

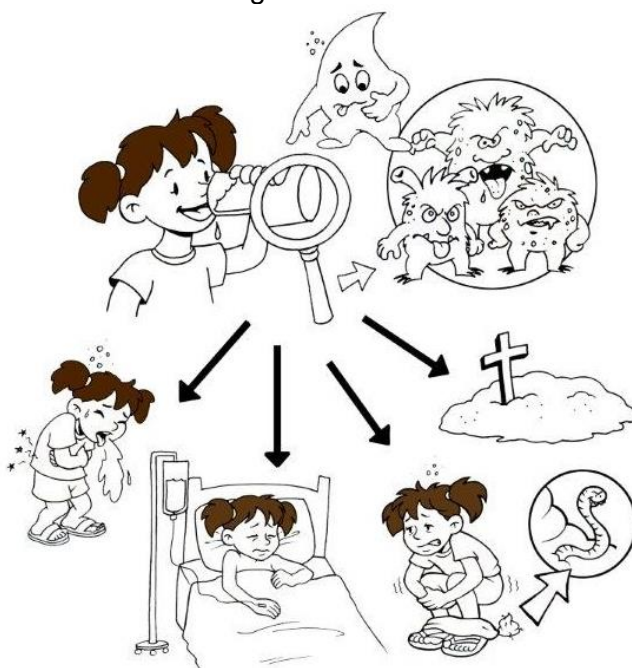
El agua contiene de forma natural muchos seres vivos. La mayoría son inofensivos o incluso beneficiosos, pero hay otros que pueden causar enfermedades. A los seres vivos que causan enfermedades se los conoce como agentes patógenos. También se los llama de otras formas, como microorganismos, microbios o gérmenes, según la lengua local y el país.

Aunque hay diversos contaminantes en el agua que podrían resultar dañinos para los seres humanos, la prioridad es garantizar que el agua de consumo esté libre de agentes patógenos. El mayor riesgo para la salud pública ocasionado por microorganismos en el agua está relacionado con la contaminación con materia fecal de seres humanos y animales.

En todo el mundo, se calcula que 2000 niños menores a cinco años mueren todos los días a causa de enfermedades diarreicas y, de esas muertes, 1800 están relacionadas con el agua, el saneamiento y la higiene (UNICEF Canadá, 2013). Por cada niño que muere, existen muchos otros que sufren las consecuencias de una mala salud y la falta de oportunidades educativas, factores que llevan a una situación de pobreza en la adultez.

Tener agua potable segura es fundamental para revertir el ciclo de marginación y pobreza ya que mejora la salud, la capacidad de ir a la escuela y la energía para trabajar. La OMS calcula que 88% de los casos de diarrea se pueden prevenir mediante la implementación de cambios en el entorno, entre ellos aumentar la disponibilidad de agua limpia y mejorar el saneamiento y la higiene (Prüss-Üstün et al., 2008).

Se pueden realizar análisis para determinar si el agua contiene agentes patógenos. Sin embargo, otros indicadores, como la aparición de enfermedades diarreicas pueden ser importantes y a veces más significativos que los propios indicadores de la calidad del agua. El estado de salud en general, el bienestar y los niveles de energía de la población local también pueden dar una idea sobre la calidad del agua de la comunidad.



7.2 Guías de la OMS para contaminantes microbiológicos

En las Guías de la OMS para la calidad del agua potable, se recomienda que toda agua que sea destinada para el consumo no debería presentar contaminación fecal en ninguna muestra de 100 ml (OMS, 2011). La *Escherichia coli* (también conocida como *E. coli*) es el organismo indicador preferido para mostrar que no hay contaminación fecal del agua de consumo. Sin embargo, analizar las bacterias coliformes termotolerantes (CTT) es una alternativa aceptable en muchas circunstancias (OMS, 2011). Véase la sección 7.5 para una explicación de los organismos indicadores.

Valor de referencia propuesto por la OMS para la contaminación fecal del agua potable = 0 contaminación fecal en ninguna muestra de 100 ml

La OMS admite que puede ser difícil de alcanzar un nivel de contaminación fecal cero, en especial en los países en desarrollo donde muchas personas dependen de los sistemas comunitarios pequeños y domésticos para contar con agua. En esos casos, se recomienda que esos valores de referencia sean objetivos para el futuro, en lugar de un requisito inmediato (OMS, 2011).

Como consecuencia, muchos países en desarrollo fijaron estándares para la calidad del agua que tienen metas más realistas para mejorar progresivamente. Por ejemplo, en los estándares nacionales de Sudáfrica, se establece que al menos 95% de las muestras no deberían tener coliformes termotolerantes (fecales), colifagos somáticos, virus intestinales o parásitos protozoarios. Sin embargo, 4% de las muestras pueden tener 1 de estos agentes patógenos cada 100 ml y 1% de las muestras pueden tener hasta 10 cada 100 ml. A pesar de eso, el objetivo de la desinfección del agua potable debería ser lograr que no se detecte contaminación en el 100% de las muestras (SAABS, 2001 citado en UNICEF, 2008).

Según la OMS, el riesgo de contaminación fecal del agua potable tomando la bacteria *E. coli* como indicador es el que se muestra en la siguiente tabla. Muchos organismos de socorro también usan esos valores para determinar cuándo se precisa tratar el agua en situaciones de emergencia (adaptado a partir de MSF, 1994).

Riesgo asociado a la contaminación fecal del agua de consumo

Cantidad de <i>E. coli</i> (UFC por cada muestra de 100 ml)	Riesgo ¹	Acción recomendada ²
0-10	Calidad aceptable	Se puede consumir el agua tal como está.
11-100	Contaminada	De ser posible, tratar el agua, pero podría consumirse tal como está.
101-1000	Peligrosa	Debe tratarse.
>1000	Muy peligrosa	No se debe consumir o debe tratarse minuciosamente.

UFC: unidades formadoras de colonias.
2007)

(¹ OMS, 1997; ² Harvey,

7.3 Posibles efectos sobre la salud

Las enfermedades relacionadas con el agua se pueden dividir en función de la fuente del agente patógeno y la vía por la que se entra en contacto con él. Las enfermedades transmitidas por el agua son aquellas causadas por el agua contaminada con agentes patógenos. El análisis de la calidad del agua de consumo se centra en los agentes patógenos transmitidos por el agua causados por la contaminación fecal.

Enfermedades relacionadas con el agua contaminada con agentes patógenos

Posibles enfermedades	Fuente	Cómo nos enfermamos	Cómo evitar seguir enfermándonos
Diarrea, cólera, fiebre tifoidea, sigelosis, hepatitis A y E, disentería amebiana, criptosporidiosis, giardiosis, dracunculosis	Se transmiten por el agua	Beber agua contaminada con agentes patógenos	Tratar el agua para que sea segura para consumir.
Tracoma, escabiosis (sarna)	Por condiciones insalubres	Los patógenos entran en contacto con la piel o los ojos	Proporcionar suficiente agua para la higiene básica. Mejorar las prácticas de higiene básicas.
Esquistosomiasis	De origen hídrico	Los agentes patógenos penetran la piel	No bañarse o nadar en aguas contaminadas. Mejorar la calidad del agua retirando o eliminando las fuentes de agentes patógenos.
Malaria, dengue, fiebre amarilla, filariasis, oncocercosis, tripanosomosis africana	Por insectos vectores	Los agentes patógenos se transmiten mediante insectos que se reproducen o viven en el agua, como los mosquitos.	Evitar que los insectos se reproduzcan en el agua. Utilizar pesticidas para el control de insectos. Evitar las picaduras de insectos mediante el uso de mosquiteros y vistiendo prendas largas.

¿Cómo se contamina el agua?



Hay cuatro categorías distintas de agentes patógenos, las cuales se explicarán en las siguientes secciones: bacterias, virus, protozoos y helmintos.

7.3.1 Bacterias patógenas

Las bacterias son organismos unicelulares muy pequeños que habitan en todas partes y son los seres vivos que se encuentran con mayor frecuencia en las heces de seres humanos y animales. El agua de consumo que contiene materia fecal constituye la causa principal de enfermedades relacionadas con el agua.

La diarrea es uno de los principales síntomas de las enfermedades más comunes relacionadas con el agua que son causadas por bacterias patógenas. Entre ellas, se encuentran el cólera, la fiebre tifoidea y la sigelosis.

En el mundo, la incidencia del cólera ha incrementado a un ritmo constante desde 2005 y ha afectado a varios continentes, incluidos el África subsahariana, Asia y más frecuentemente el Caribe (Haití y República Dominicana). El cólera continua siendo un problema de salud pública grave en los países en desarrollo que no tienen acceso a recursos de agua y saneamiento adecuados (OMS, 2013).

Se informaron a la OMS entre 178.000 y 589.000 casos de cólera por año en el período 2007-2011 (OMS, 2012a). Sin embargo, se sabe que la cantidad real de casos de cólera es mucho más grande. Esas cifras están seriamente subestimadas, pues muchos países no informan la cantidad de casos de cólera o informan cifras inferiores. Los casos de cólera informados oficialmente no tienen en cuenta los alrededor de 500.000 a 700.000 casos que se consideran diarrea líquida grave en lugar de cólera. Esos casos tienen lugar en zonas amplias de Asia Central y del sudeste de Asia y en algunos países africanos, lo cual lleva a una gran subestimación del peso mundial que tiene esta enfermedad (OMS, 2013a).

Al igual que el cólera, la fiebre tifoidea predomina en los países que carecen de acceso al agua segura y el saneamiento. Es difícil calcular el peso real de la fiebre tifoidea en los países en desarrollo. Según cálculos recientes, hay 22 millones (rango de 16 a 33 millones) de casos por año, que causan 216.000 muertes, principalmente en niños en edad escolar y adultos jóvenes (Crump et al., 2004). Asia tiene la mayor incidencia de los casos de fiebre tifoidea de todo el mundo, en particular en los países del sudeste de Asia y en el subcontinente indio, seguido por el África subsahariana y Latinoamérica (OMS, 2009a).

La bacteria *Shigella* puede ocasionar enfermedades intestinales graves, entre ellas la disentería bacilar. Hay más de dos millones de infecciones por año, que causan alrededor de 600.000 muertes, principalmente en niños menores de diez años. Las epidemias de sigelosis ocurren en comunidades muy pobladas y donde la higiene es deficiente, fundamentalmente en países en desarrollo (OMS, 2011).

7.3.2 Virus patógenos

Los virus son los microorganismos de menor tamaño. No pueden reproducirse entre sí y deben utilizar a otro ser vivo (p. ej., otro microorganismo, animal o ser humano) para crear más virus. Eso altera las funciones del ser vivo o lo mata. El estudio de los virus es complejo y costoso, por lo que se sabe menos de ellos en comparación con otros agentes patógenos.

Algunos virus patógenos que están presentes en el agua pueden causar hepatitis A y hepatitis E. Por año, se calcula que hay 1,4 millones de casos de hepatitis A (OMS, 2013b) y 20 millones

de casos de hepatitis E, que causan 57.000 muertes (OMS, 2013c). La hepatitis E está presente en todo el mundo, pero predomina más en el este y el sur de Asia.

En los países en desarrollo que tienen condiciones sanitarias y prácticas de higiene deficientes, la mayoría de los niños (90%) han sido infectados por el virus de la hepatitis A antes de los diez años. Sin embargo, las personas que se infectaron durante la niñez no muestran ningún síntoma apreciable y las epidemias son poco comunes porque los niños más grandes y los adultos en general son inmunes. En los países en desarrollo que cuentan con condiciones de saneamiento e higiene mejoradas, los países con economías en transición y regiones donde las condiciones sanitarias son variables, los niños en general no se enferman de hepatitis A durante la niñez. Paradójicamente, esas condiciones económicas y sanitarias mejoradas podrían llevar a más cantidad de infecciones en adolescentes y adultos y a que haya epidemias grandes (OMS, 2013b).

El agua no transmite el virus de la inmunodeficiencia humana (VIH) ni el virus de la gripe. No brinda el entorno propicio para que esos virus sobrevivan.

7.3.3 Protozoos patógenos

Los protozoos son más grandes que las bacterias y los virus. Algunos protozoos son parásitos que necesitan de un anfitrión vivo para sobrevivir. Estos debilitan al anfitrión consumiendo su alimento y energía, dañan sus órganos internos o provocan reacciones inmunitarias.

La *Entamoeba histolytica*, los criptosporidios y las giardias son protozoos patógenos que se encuentran en el agua en todo el mundo. Esos protozoos pueden formar quistes que les permiten permanecer vivos sin un anfitrión y sobrevivir en entornos hostiles. Los quistes protozoarios se activan una vez que las condiciones ambientales son óptimas para su desarrollo. Los quistes también son muy resistentes a los métodos de desinfección usados para tratar el agua.

La *Entamoeba histolytica*, que causa la disentería amebiana, es el protozoo patógeno intestinal más prevalente en el mundo. La disentería amebiana afecta a 500 millones de personas al año aproximadamente. La posibilidad de transmisión a través del agua es mayor en climas tropicales que en zonas templadas (OMS, 2011).

Los criptosporidios son muy resistentes a la desinfección con cloro y de tamaño relativamente pequeño (en comparación a otros protozoos, pero son aún más grandes que las bacterias y los virus), por eso también puede ser difícil eliminarlos con algunos tipos de filtros (p. ej., los filtros lentos de arena). Se han informado muchas epidemias de criptosporidios de transmisión hídrica en todo el mundo, incluidos los países industrializados donde se usan sistemas tradicionales de tratamiento del agua a gran escala, como en los Estados Unidos y el Reino Unido. La mayoría de los brotes epidémicos fueron causados por la operación deficiente de los sistemas de tratamiento y distribución de agua o por fallas. Pero, por sobre todo, muchos de esas epidemias ocurrieron en sistemas donde se consideraba que la calidad del agua era segura y donde se cumplían los estándares y los valores de referencia de la OMS para los niveles de *E. coli* y turbidez (OMS, 2009).

Las giardias se pueden transmitir de distintas formas. La vía de transmisión más común es el contacto entre las personas, en particular entre los niños. El agua de consumo contaminada también es una vía de transmisión posible y se la ha relacionado con brotes epidémicos (OMS, 2011). La giardiasis es una enfermedad mundial. Infecta a casi 2% de los adultos y hasta 8%

de los niños de los países en desarrollo. Casi 33% de las personas de los países en desarrollo tuvieron giardiosis (Kappus *et al.*, 1994 citado en CDC, 2011).

7.3.4 Helmintos patógenos

Los helmintos, más conocidos como gusanos o duelas, precisan de un anfitrión para sobrevivir y en general se transmiten a través de la materia fecal de animales o de los seres humanos. Pasan parte de sus vidas en anfitriones que habitan en el agua antes de trasladarse a los humanos. Muchos tipos de gusanos pueden vivir durante muchos años y debilitan a su anfitrión consumiendo su alimento. Los helmintos son más grandes que los virus, las bacterias y los protozoos y con frecuencia se pueden ver a simple vista.

Para la mayoría de los helmintos, el agua de consumo no es una vía de transmisión significativa. Los helmintos normalmente atraviesan la piel de las personas cuando se bañan o cuando nadan en agua contaminada y no suelen infectar a las personas cuando beben agua. Hay dos excepciones: *Dracunculus medinensis* (gusano de Guinea) y *Fasciola* (duela del hígado). La dracunculosis y la fasciolosis necesitan anfitriones intermediarios para completar sus ciclos de vida, pero se transmiten a través del agua de consumo por distintos mecanismos. Otros helmintos se pueden transmitir mediante el contacto con el agua (p. ej., esquistosomosis) o se relacionan con el uso de aguas residuales sin tratamiento utilizadas en la agricultura (p. ej. ascariosis, anquilostoma), pero no suelen transmitirse a través del agua de consumo (OMS, 2011).

7.4 Dosis infectiva

Se llama dosis infectiva a la cantidad mínima de agentes patógenos necesarios para hacer que alguien se enferme. La presencia de un agente patógeno en el agua no siempre implica que hará que alguien se enferme. La dosis infectiva varía en función del tipo de agente patógeno. En general, las bacterias tienen una dosis infectiva mayor que los virus, los protozoos y los helmintos. Eso significa que, con algunas bacterias, es necesario ingerir una mayor cantidad para enfermarse.



Una dosis infectiva alta se define como aquella en la que se necesitan entre 1 a 100 microorganismos para causar enfermedad; si es moderada, significa que se necesitan entre 100 y 10.000 microorganismos; y si es baja, se precisan más de 10.000 (OMS, 2011). En general, las bacterias tienen una dosis infectiva inferior que los virus, los protozoos y los helmintos (es decir, es necesario ingerir más bacterias que otro agente patógeno para infectar a una persona).

Los bebés, los niños, los enfermos y los ancianos en general tienen una dosis infectiva más baja que un adulto promedio. Eso significa que corren más riesgo y que es más probable que mueran de enfermedades relacionadas con el agua. En los países en desarrollo, más de 90% de las muertes por diarrea ocurre en niños menores de cinco años (OMS/UNICEF, 2005).

Infectividad relativa de los agentes patógenos transmitidos a través del agua

Agente patógeno	Infectividad relativa ¹	Importancia para la salud ²	Persistencia en los sistemas de abastecimiento de agua ³	Resistencia al cloro ⁴
Bacterias				
<i>Escherichia coli</i> (patógena)	Baja	Alta	Moderada	Baja
<i>Salmonella typhi</i>	Baja	Alta	Moderada	Baja
<i>Shigella</i>	Alta	Alta	Corta	Baja
<i>Vibrio cholerae</i>	Baja	Alta	Corta a larga	Baja
Virus				
Hepatitis A	Alta	Alta	Larga	Moderada
Hepatitis E	Alta	Alta	Larga	Moderada
Protozoos				
<i>Cryptosporidium hominis/parvum</i>	Alta	Alta	Larga	Alta
<i>Entamoeba histolytica</i>	Alta	Alta	Moderada	Alta
Helmintos				
<i>Dracunculus medinensis</i>	Alta	Alta	Moderada	Moderada
<i>Schistosoma</i>	Alta	Alta	Corta	Moderada

¹ A partir de experimentos en voluntarios, de estudios epidemiológicos y de estudios experimentales con animales. Dosis infectiva alta: entre 1 y 100 microorganismos; moderada: 100 a 10.000; baja: >10.000.

² La importancia para la salud se relaciona con la incidencia y la gravedad de la enfermedad, incluida la asociación con brotes epidémicos.

³ Periodo de detección del estado infeccioso en agua a 20 °C: persistencia corta, hasta 1 semana; moderada, de 1 semana a 1 mes; larga, más de 1 mes.

⁴ Estando el estado infeccioso en suspensión libre en agua tratada con dosis y tiempos de contacto convencionales y pH entre 7 y 8. Resistencia baja significa 99% de inactivación a 20°C generalmente en menos de 1 minuto; moderada, entre 1 y 30 minutos; alta, más de 30 minutos.

(Adaptado a partir de OMS, 2011)

7.5 Organismos indicadores

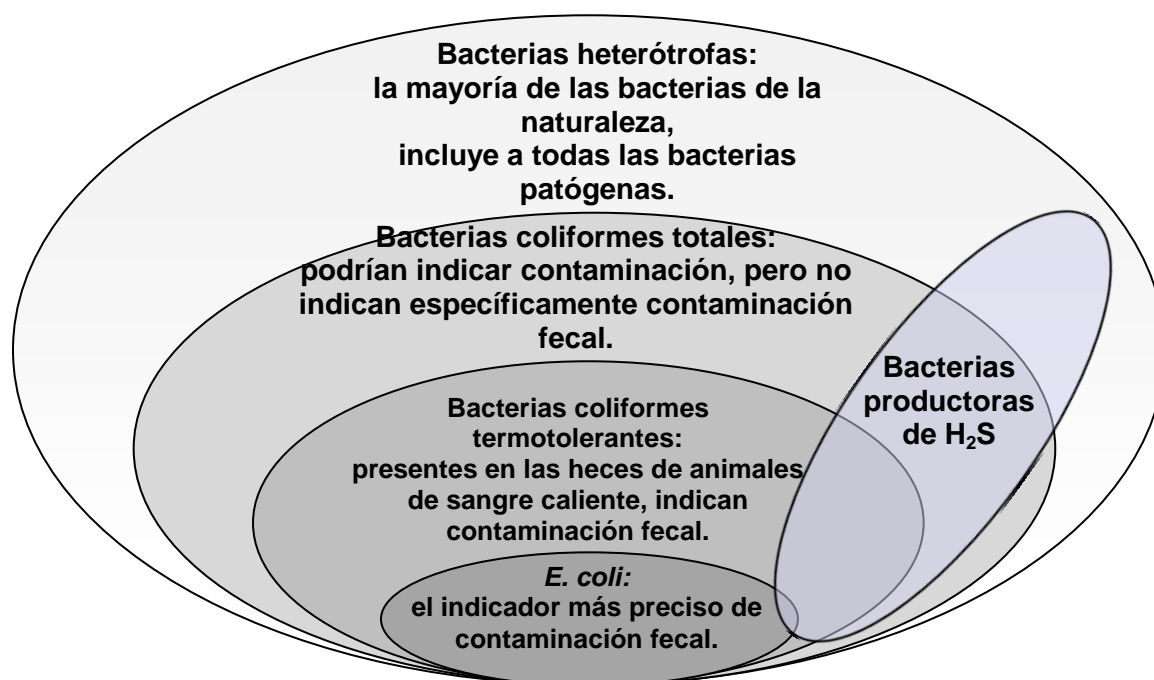
Hay muchos tipos distintos de agentes patógenos. Sería muy costoso y llevaría mucho tiempo analizar cada uno. En cambio, ya que la mayoría de los agentes patógenos que causan diarrea provienen de la materia fecal, es más práctico analizar un indicio de que hay heces en el agua. Se puede analizar la contaminación fecal del agua de consumo usando organismos indicadores, en general organismos indicadores bacterianos. Son microorganismos cuya presencia en el agua indica la probable presencia de materia fecal, y posiblemente, de agentes patógenos.

Según la OMS (2011), los organismos indicadores de contaminación fecal deberían tener las siguientes características:

- Están presentes universalmente y en grandes cantidades en las heces de los seres humanos y los animales.
- No se multiplican en aguas naturales.
- Sobreviven en el agua de una forma similar a los agentes patógenos fecales.
- Su presencia es mayor que la de los agentes patógenos fecales.
- Responden a los procesos de tratamiento de una forma similar a los agentes patógenos fecales.
- Son fácilmente detectables con métodos de cultivo simples y económicos.
- No causan enfermedades.

Hay varios tipos de indicadores, cada uno con ciertas características. *E. coli* y los coliformes termotolerantes (CTT) son los dos indicadores bacterianos principales que se usan en el análisis de la calidad del agua. Como se muestra en el siguiente diagrama, la bacteria *E. coli* es un tipo de coliforme termotolerante y los coliformes termotolerantes son un tipo de coliformes totales. En las siguientes secciones, se describen esos indicadores más detalladamente. Los indicadores bacterianos, como *E. coli* y los coliformes termotolerantes, no están concebidos para ser indicadores absolutos de la presencia de agentes patógenos en el agua de consumo. Más bien, la presencia de esos indicadores bacterianos en una muestra de agua significa que el agua probablemente está contaminada con materia fecal y tiene un riesgo mayor de causar enfermedades.

Grupos de bacterias indicadoras



La presencia de indicadores bacterianos no siempre tiene correlación con la presencia de protozoos o virus en el agua y viceversa. Hay muchos casos de epidemias de enfermedades transmitidas por beber agua contaminada en las que el agua cumplía con todos los requisitos de calidad bacteriológica.

Los indicadores bacterianos son significativamente más susceptibles al cloro que algunos otros agentes patógenos (p. ej., los protozoos, los virus). Además, algunos procesos de tratamiento del agua podrían eliminar los coliformes, pero no los virus, que son mucho más pequeños. Por esos motivos, el agua que no tiene *E. coli* o coliformes termotolerantes debería considerarse de bajo riesgo, en lugar de completamente segura.

(BCCDD, 2006; UNICEF, 2008)

7.5.1 *Escherichia coli*

La bacteria *E. coli* es el indicador más importante usado en el análisis de calidad del agua de consumo y se ha utilizado durante más de 50 años. Es una bacteria coliforme termotolerante que se encuentra principalmente en las heces de animales de sangre caliente, incluidos los seres humanos. El agua que está muy contaminada con materia fecal podría tener niveles de *E. coli* de diez millones de bacterias por litro. La mayoría de las cepas de *E. coli* son inofensivas; sin embargo, se sabe que algunas (tales como la O157:H7) causan diarrea intensa y otros síntomas.

La bacteria *E. coli* tiene propiedades bioquímicas similares a la de otros coliformes y se distingue por la presencia de la enzima beta-glucuronidasa (beta-gluc) y beta galactosidasa (beta-gal). Muchos métodos de análisis del agua usan la presencia de la enzima beta-gluc para detectar *E. coli* en las muestras de agua. Más del 95% de *E. coli* analizado hasta ahora tiene esa enzima.

La bacteria *E. coli* es, hasta ahora, uno de los mejores indicadores de contaminación fecal del agua de consumo. Sin embargo, hay pruebas de que la bacteria *E. coli* se puede multiplicar en suelos tropicales ricos en nutrientes, aunque en general se reconoce que es un fenómeno limitado: en la mayoría de los casos, la bacteria autóctona vence al *E. coli* (OMS, 2012b). No obstante, la presencia de *E. coli* en una muestra de agua de consumo representa un asunto de interés inmediato para la salud pública.



CAWST recomienda usar la bacteria *E. coli* como el organismo indicador para el análisis microbiológico.

7.5.2 *Coliformes termotolerantes*

Los coliformes termotolerantes (CTT) son un subgrupo de los coliformes totales. Solían conocerse como coliformes fecales (CF) porque están presentes en los animales de sangre caliente. De los coliformes de la materia fecal humana, 96,4% son coliformes termotolerantes. Los coliformes termotolerantes se diferencian de los coliformes totales por su capacidad para reproducirse en temperaturas altas (entre 42 y 44,5°C). Están relacionados más directamente con la contaminación fecal que los coliformes totales (BCCDC, 2006).

Históricamente, los coliformes termotolerantes eran muy usados como indicadores bacterianos de contaminación fecal. Aunque la bacteria *E. coli* los ha reemplazado como un indicador más específico de contaminación fecal, la presencia de coliformes termotolerantes en una muestra de agua de consumo también es de interés inmediato para la salud pública.



E. coli ha reemplazado a los coliformes termotolerantes como el indicador preferido ya que es más preciso para indicar contaminación fecal. Sin embargo, los coliformes termotolerantes son un indicador aceptable si no es posible analizar la presencia de *E. coli*.

**Coliformes termotolerantes excretados en las heces de animales de sangre caliente
(cantidad promedio por gramo de peso húmedo de heces)**

Animal	Cantidad de coliformes termotolerantes
Pato	33.000.000
Perro	23.000.000
Oveja	16.000.000
Ser humano	13.000.000
Gato	7.900.000
Cerdo	3.300.300
Gallina	1.300.000
Pavo	290.000
Vaca	230.000
Caballo	12.600

(Adaptado a partir de OMS, 2011)

7.5.3 Coliformes totales

Los coliformes totales (CT) se usaban como indicador del agua de consumo desde principios de la década de 1900 y se usan comúnmente para analizar las aguas residuales. Sin embargo, nuevas investigaciones han mostrado que no sirven como indicador de contaminación fecal del agua de consumo y que no tienen importancia sanitaria o de salud pública (OMS, 2011).

En un principio, los coliformes totales tenían cuatro grupos de bacterias: *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. Esos cuatro grupos están presentes en las heces de animales de sangre caliente, incluidos los seres humanos. Sin embargo, pruebas científicas recientes han mostrado que los coliformes totales incluyen en realidad un grupo mucho más amplio de bacterias que los cuatro grupos originales. De hecho, a la fecha hay diecinueve grupos identificados de bacterias que entran en la categoría de coliformes totales, de los cuales en realidad solo diez se han relacionado con la materia fecal (BCCDC Environmental Health Laboratory Services, 2006).

Varios grupos de bacterias del medio ambiente que consideran coliformes totales están relacionadas con el suelo, la vegetación o los sedimentos del agua. Por lo tanto, no todos los coliformes tolerantes representan bacterias que provienen de la materia fecal. En investigaciones recientes, también se ha mostrado que algunos grupos de coliformes totales que están en las heces de animales también son capaces de multiplicarse en agua natural. Eso hace que sea difícil determinar si el agua estaba contaminada con materia fecal o no.

En líneas generales, los coliformes totales no deberían usarse como un indicador de contaminación fecal del agua de consumo. Los coliformes totales no cumplen con dos criterios básicos de un buen organismo indicador: 1) solo estar relacionados con las heces de los animales y 2) no multiplicarse en aguas naturales.



CAWST **no** recomienda el uso de los coliformes totales como un organismo para el análisis microbiológico.

7.5.4 Bacterias productoras de H₂S

En 1982, las bacterias productoras de ácido sulfhídrico (H₂S) se documentaron como una forma simple de indicar la contaminación fecal del agua de consumo (Manja et al., 1982 citado en UNICEF, 2008). Los autores notaron que el agua que tenía bacterias coliformes también tenía sistemáticamente organismos que producían H₂S.

El análisis del H₂S no analiza específicamente bacterias indicadoras estándares, como *E. coli* o coliformes termotolerantes. Más bien, una gran cantidad de bacterias pueden producir H₂S (p. ej., *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Clostridium perfringens*). La mayoría de esas bacterias provienen de las heces. Sin embargo, las bacterias fecales no son las únicas que pueden producir H₂S. Las bacterias reductoras de sulfato (que no provienen de la materia fecal) y el agua que tiene de forma natural niveles elevados de sulfuro (este es el caso del agua subterránea en particular) también pueden hacer que un análisis de H₂S dé positivo. Por lo tanto, se debería ser prudente al usar el H₂S como un indicador de la calidad del agua pues hay otras fuentes posibles además de la contaminación fecal que pueden dar un resultado positivo (OMS, 2002).

7.6 Métodos de análisis

Hay diversos factores que se deben tener en cuenta al elegir un método de análisis microbiológico apropiado, como:

- Los recursos disponibles.
- El nivel de exactitud y precisión requerido.
- Las habilidades técnicas del personal.
- La ubicación geográfica.
- Los objetivos de los resultados.

Hay tres métodos principales para determinar la presencia de una bacteria indicadora en el agua de consumo:

- Método de presencia-ausencia (P-A).
- Método del número más probable (NMP).
- Método de filtración por membrana.

Tradicionalmente, se recomendaba la filtración por membrana usando métodos internacionales estándares para analizar la presencia de bacterias indicadoras en el agua de consumo. Ese método precisa contar con técnicos capacitados, equipos y otros materiales de apoyo que históricamente sólo estaban disponibles en laboratorios convencionales. El costo relativamente alto de la filtración por membrana hacía que fuera difícil, poco práctico o imposible llevar a cabo esos análisis en muchas partes del mundo.

Esas restricciones pusieron de manifiesto la gran necesidad de contar con métodos de análisis rápidos, simples y económicos. Esa necesidad es muy grande especialmente para los sistemas de suministro rurales, domésticos y de pequeñas comunidades que están en zonas alejadas y donde no se puede costear un análisis llevado a cabo por un laboratorio comercial. El análisis in situ usando kits portátiles de análisis y el desarrollo de métodos alternativos y simplificados, como los métodos de P-A y NMP, han contribuido a superar esas restricciones (OMS, 2002).

Hoy en día, hay distintos equipos y productos para realizar esos análisis que están muy generalizados y están disponibles en el mercado. En las siguientes secciones, se abordan los distintos métodos de análisis, cómo se realizan, y sus ventajas y limitaciones. En el apéndice 2, se brindan fichas de productos para distintos equipos de análisis e insumos.



Los resultados de un método de análisis microbiológico no son comparables directamente con otros. (p. ej., NMP versus filtración por membrana). Los distintos métodos tienen diferentes límites de detección de bacterias indicadoras. Aunque los análisis pretenden apuntar a un mismo grupo de bacterias indicadoras (p. ej., coliformes termotolerantes), los distintos métodos de análisis se basan en propiedades bioquímicas específicas de las bacterias indicadoras. Un método puede, por ejemplo, detectar más coliformes termotolerantes que otro (adaptado a partir de BCCDC, 2006).

La mayoría de los análisis de presencia-ausencia, de número más probable y de filtración por membrana se basan en uno de los siguientes métodos: presuntivo o de enzima-sustrato.

Método de análisis presuntivo

Los análisis presuntivos son el método tradicional usado para identificar las bacterias indicadoras en el agua. A medida que las bacterias coliformes proliferan, fermentan lactosa y producen gas, y en consecuencia cambia el color del medio de cultivo y se forman burbujas. Dado que algunas bacterias no coliformes también pueden fermentar lactosa, al primer análisis se lo llama "presuntivo". Entonces, se pueden hacer proliferar las bacterias de un análisis positivo en un medio de cultivo que analice más específicamente los coliformes, lo cual da resultados "confirmados". Por último, se puede "completar" el análisis siguiendo pasos de identificación adicionales con las muestras positivas del análisis confirmado. Para cada uno de esos los tres pasos (presuntivo, confirmado y completo), se precisan entre 1 y 2 días de incubación. Comúnmente, solo se realizan los dos primeros pasos para los análisis de coliformes y coliformes termotolerantes, mientras que se siguen las tres fases para un control periódico de la calidad y para la identificación positiva de *E. coli*.

Métodos de análisis de enzima-sustrato

En los últimos años, se han desarrollado análisis que identifican químicamente enzimas específicas producidas por bacterias indicadoras en particular. Esas enzimas reaccionan con sustratos específicos del medio de cultivo y con frecuencia producen un fuerte cambio de color que es fácil de identificar. Estos análisis son más rápidos que el método de análisis presuntivo: algunos dan resultados en 24 horas o menos. Además, son más específicos que el otro método; por eso, en general no es necesario realizar pruebas de confirmación. La principal desventaja es el costo elevado que implica comprar las pruebas de enzima-sustrato. Asimismo, los medios de cultivo no vienen en forma de polvo. Generalmente, se comercializan en forma de líquido o agar y necesitan estar refrigerados. Dos de los métodos enzimáticos más relevantes para el agua de consumo se describen brevemente a continuación.

Beta-galactosidasa (Beta-gal): las bacterias coliformes producen la enzima beta-gal. Se han desarrollado una cantidad de sustratos específicos para que reaccionen con esa enzima y produzcan un color fuerte, con frecuencia amarillo o rojo oscuro.

Beta-glucuronidasa (Beta-gluc): más del 95% de las bacterias *E. coli* producen la enzima beta-gluc. Esa enzima reacciona con el sustrato 4-metil-umbeliferil-beta-D-glucósido y produce una sustancia química que brilla color azul cuando se expone a la luz ultravioleta. Otros sustratos pueden producir un color visible, generalmente azul (p. ej., 4-cloro-3-indolilo-beta-D-glucuronida, también conocido como X-gluc).

Muchos análisis de P-A, NMP y de filtración por membrana usan métodos de enzima-sustrato. Esas pruebas son recomendadas por CAWST, por su simplicidad y especificidad, y son la base de la discusión sobre medios de cultivo en este manual. Véase el apéndice 5 para leer un resumen de los distintos medios de cultivo para la filtración por membrana.

(Adaptado a partir de UNICEF, 2008)

7.6.1 Presencia-ausencia

El método de presencia-ausencia (P-A) es un análisis cualitativo que depende de un cambio de color para indicar la presencia de contaminación. Si el análisis resulta positivo, lo cual significa que la bacteria indicadora está presente, la muestra de agua cambia se torna de un color específico. Los análisis de P-A no indican la cantidad de bacterias indicadoras que hay en la muestra.

En general, los análisis de P-A solo son apropiados en circunstancias donde rara vez se hallan coliformes termotolerantes y cuando la contaminación es baja (p. ej., en pozos profundos). Se prefieren los métodos cuantitativos, como el NMP y la filtración por membrana, cuando se sabe que hay contaminación fecal o es probable que la haya. Por ejemplo, los métodos de análisis cuantitativos son mejores para analizar una fuente de agua superficial o un pozo no protegido. Si el resultado es positivo usando el método de P-A, la muestra de agua se debería volver a analizar usando el método de NMP o la filtración por membrana para confirmar el nivel de contaminación.

El análisis de P-A no es apropiado para analizar la eficacia de las tecnologías de tratamiento a nivel domiciliario. Ya se sabe que muchas de estas tecnologías no son 100% eficaces para eliminar bacterias, por lo cual existe una posibilidad de que el análisis de P-A resulte positivo. El análisis de P-A no indica el nivel de contaminación, a pesar de que la calidad del agua tratada es mejor si se la compara con la fuente original, ni ayuda a determinar la eficacia de eliminación de agentes patógenos de las tecnologías de tratamiento.

Las ventajas del análisis de P-A es que es relativamente económico, fácil y rápido. La limitación principal es que solo da resultados positivos o negativos; no se indica el número de bacterias indicadoras que hay en la muestra.

Resumen de ventajas y limitaciones del método de presencia-ausencia

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> Fácil de entender y de usar (requiere capacitación mínima). Da resultados rápidos (dentro de las 24 horas). Algunos no necesitan equipos extra (p. ej., incubadora). Portátil y duradero en el terreno. Económico para una cantidad limitada de análisis. 	<ul style="list-style-type: none"> Solo brinda resultados cualitativos; no indica la cantidad de bacterias. No recomendado por la OMS para analizar agua superficial o sistemas de suministro de pequeñas comunidades que no tienen tratamiento. No es posible determinar la eficacia de eliminación que tienen las tecnologías de tratamiento.



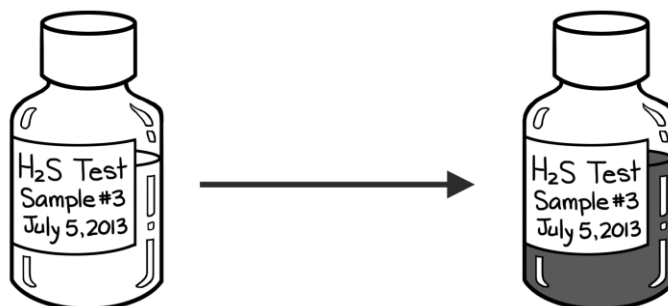
Los análisis de P-A están diseñados para usarse en los casos donde es *más probable que el agua no esté contaminada* (es decir, el resultado es negativo), como en el agua subterránea y en los sistemas de suministro comunitarios que tienen tratamiento y están conectados por tuberías a los hogares. Si el análisis de P-A resulta positivo, entonces se recomienda realizar más análisis microbiológicos usando el método de NMP o de filtración por membrana.

Hay una variedad de análisis de P-A disponibles en el mercado que usan métodos de sustratos para enzimas. Véase el apéndice 2 para acceder a las fichas de producto de distintos fabricantes de pruebas de P-A. Bain *et al.* (2012) también compiló un catálogo de distintas pruebas de P-A que son apropiadas para usar en países en desarrollo (véanse las referencias para acceder al documento gratuito que está disponible en línea).

Los distintos productos de P-A pueden analizar tres tipos de bacterias indicadoras:

1. Bacterias productoras de H_2S .
2. Bacterias coliformes totales.
3. Bacterias coliformes totales y *E. coli*.

Hay distintos métodos de P-A, producidos por distintos fabricantes, que usan bacterias productoras de H_2S . Por ejemplo, en el kit de P-A fabricado por ENPHO en Nepal, se coloca una tira de papel reactivo en la muestra. Si la tira se torna negra en un lapso de 24 horas, indica que se produjo H_2S , lo cual significa que probablemente haya bacterias provenientes de las heces en la muestra de agua.



El agua negra indica un resultado positivo para bacterias productoras de H_2S y probablemente contaminación fecal.

También hay distintos métodos de P-A que usan como indicadores a los coliformes totales y/o la bacteria *E. coli*. El proceso general de análisis es el siguiente:

1. Se agrega el polvo reactivo a la muestra de agua.
2. Se incuba la muestra durante 24-48 horas a $35^{\circ}C$.
3. Se leen los resultados: sin color = negativo; color = presencia de coliformes totales, fluorescente = presencia de *E. coli* (usando una lámpara de luz ultravioleta).



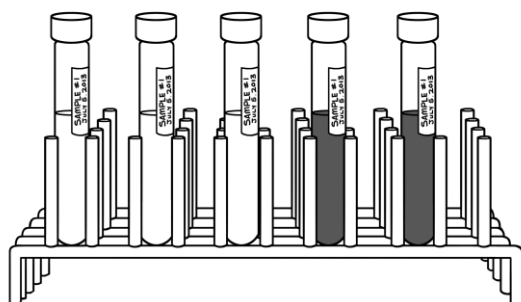
Si el agua es cristalina, el resultado es negativo para coliformes totales; si es de color, indica que hay presencia de coliformes totales;
el agua fluorescente indica la presencia de *E. coli* (usar una lámpara de luz ultravioleta).

7.6.2 Número más probable

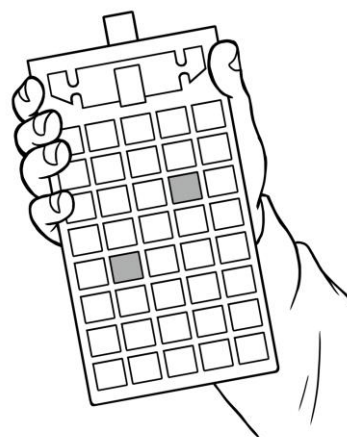
En el análisis del número más probable (NMP), se realiza un cálculo aproximado de la cantidad de bacterias indicadoras que es más probable que haya en la muestra de agua.

Se agregan muestras múltiples (1-10 ml) de la misma agua a un medio de cultivo en tubos esterilizados y se incuban a una temperatura determinada durante un tiempo fijo (en general, 24 horas). Comúnmente, se usan entre tres y cinco tubos, aunque se podrían usar diez para tener más sensibilidad.

Se está volviendo más común el uso de una bandeja desechable de múltiples pocillos en lugar del uso de múltiples tubos, pues hace el procedimiento más simple. Al contar la cantidad de tubos o pocillos positivos y compararlos con una tabla estándar, se realiza un cálculo estadístico del número más probable de bacterias. Los resultados se registran como NMP/100 ml (UNICEF, 2008).



Múltiples tubos (10 ml cada uno)



Bandeja desechable de múltiples pocillos

La siguiente tabla es un ejemplo de cómo determinar el NMP de bacterias indicadoras de una muestra de agua usando diez tubos. Nótese que el índice de NMP es específico del producto y

es necesario remitirse a las instrucciones del fabricante para calcular las unidades formadoras de colonias (UFC) cada 100 ml.

Ejemplo de índice de NMP para 10 tubos

Cantidad de tubos positivos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice de NMP (UFC/100 ml)	<1,1	1,1	2,2	3,6	5,1	6,9	9,2	12	16,1	23	>23

El análisis del NMP es relativamente simple cuando se usan las bandejas, aunque podría ser necesario contar con cierta capacitación. En general, este método se ha vuelto más generalizado para detectar la presencia de *E. coli* en el terreno, en particular entre los investigadores académicos. Se usa una temperatura de incubación más baja, 35°C en lugar de 44,5°C, que es menos estresante para la bacteria. Otra ventaja importante es que se puede usar para analizar agua turbia, que es más difícil de analizar usando el método de filtración por membrana.

La principal limitación de usar el método de NMP de bandeja es que el resultado es una aproximación estadística (UNICEF, 2008). También puede resultar bastante costoso si se necesita realizar muchos análisis, y las bandejas descartables generan muchos residuos.

Resumen de ventajas y limitaciones del método de NMP

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Brinda resultados semicuantitativos. • Relativamente simple de entender y usar. • Relativamente económico para análisis ocasionales. • Se puede usar con agua turbia. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los resultados son un cálculo estadístico. • Lleva más trabajo que el análisis de P-A. • Requiere cierta capacitación. • Se precisa más equipamiento que para el análisis de P-A (p. ej., una fuente de alimentación, una incubadora, pipetas). • No es práctico si se necesitan analizar muchas muestras (>10) a la vez.

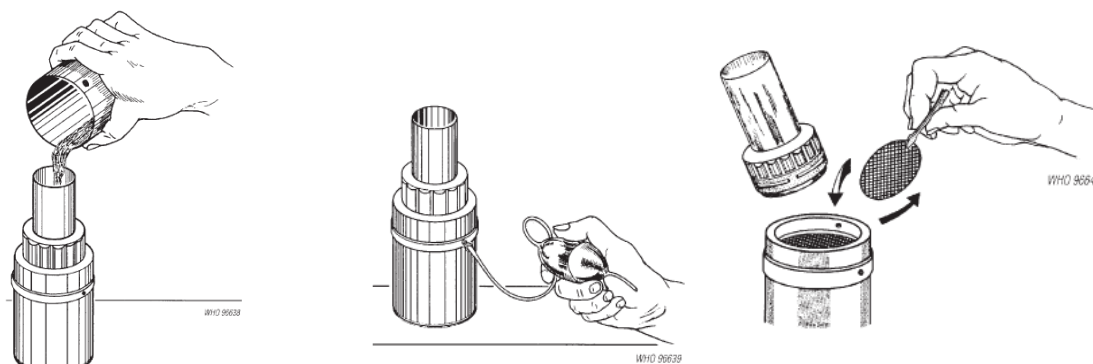
Véase el apéndice 2 para acceder a las fichas de producto de distintos fabricantes de pruebas de NMP. Bain *et al.* (2012) también compiló un catálogo de distintas pruebas de NMP que son apropiadas para usar en países en desarrollo (véanse las referencias para acceder al documento gratuito que está disponible en línea).

7.6.3 Filtración por membrana

La filtración por membrana (FPM) es el método más exacto para determinar la cantidad de bacterias indicadoras en una muestra de agua y cuenta con reconocimiento internacional como método estándar para analizar la calidad del agua.

La filtración por membrana se puede realizar en un laboratorio o usando un kit portátil de análisis. En general, una muestra de 100 ml se aspira a través de un papel filtro usando una bomba manual pequeña. Después de la filtración, las bacterias quedan en el papel filtro que

luego que coloca en una placa de Petri con una solución nutritiva (también conocida como medio de cultivo). Las placas de Petri se colocan en una incubadora a una temperatura específica durante una cantidad de tiempo determinada que varía en función del tipo de bacteria indicadora y el medio de cultivo. Después de la incubación, las colonias de bacterias se vuelven visibles a simple vista o con una lupa. El tamaño y el color de las colonias dependen del tipo de bacteria y el medio de cultivo utilizado. Se cuentan las colonias de bacterias para determinar la cantidad de unidades formadoras de colonias (UFC) cada 100 ml.



1- Vertido de la muestra de agua en un filtro de membrana portátil, 2- aspirado del agua a través del papel filtro usando una bomba manual pequeña, 3- eliminación del papel filtro que contiene las bacterias de la muestra de agua (Fuente: OMS, 1997).

La filtración por membrana es muy reproducible y se puede usar para analizar volúmenes de muestra relativamente grandes. Sin embargo, también tiene limitaciones, particularmente en aquellos casos en que el agua analizada tiene niveles altos de turbidez o gran cantidad de bacterias no coliformes. La turbidez es causada por la presencia de algas o partículas en suspensión que pueden tapan la membrana o evitar que la bacteria indicadora prolifere en el papel filtro. Los cálculos bajos de coliformes podrían deberse a la presencia de grandes cantidades de bacterias no coliformes, metales tóxicos o sustancias químicas orgánicas tóxicas (p. ej., fenoles).

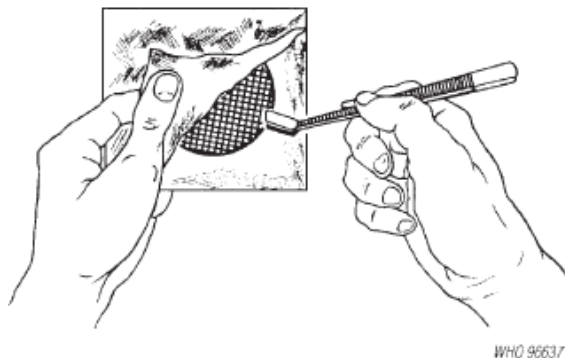
Resumen de ventajas y limitaciones del método de filtración por membrana

Ventajas	Limitaciones
<ul style="list-style-type: none"> • Brinda resultados cuantitativos. • Es el método más exacto para determina la cantidad de bacterias indicadoras; los resultados se obtienen directamente contando la cantidad de colonias de bacterias indicadoras. • Se pueden analizar muchas muestras al mismo tiempo. • Método de análisis reconocido internacionalmente. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lleva más trabajo que el análisis de P-A o de NMP. • Más complicado de comprender y de leer los resultados; se precisa más capacitación. • Se precisa más equipamiento que para el análisis de P-A y de NMP (p. ej., una fuente de alimentación, una incubadora, pipetas, papel filtro, placas de Petri). • Más difícil para analizar agua turbia (es decir, se precisa diluir la muestra). • Los insumos pueden ser costosos.

Véase el apéndice 2 para acceder a las fichas de producto de los kits portátiles de análisis que usan filtración por membrana.

Papel filtro

El papel filtro, también llamado filtro de membrana, se usa para capturar las bacterias de la muestra de agua. El tamaño más usado para los poros es de $0,45\ \mu\text{m}$ ya que filtra todas las bacterias coliformes. Con frecuencia, el papel filtro tiene una cuadrícula impresa para que sea más fácil contar las colonias de bacterias. En el mercado, hay disponibles diversos tipos de papel filtro con distintos colores de cuadrícula. Véase el apéndice 2 para acceder a las fichas de producto que resumen los fabricantes de papel filtro.



Extracción del papel filtro de su envoltorio estéril (Fuente: OMS, 1997)

Medios de cultivo

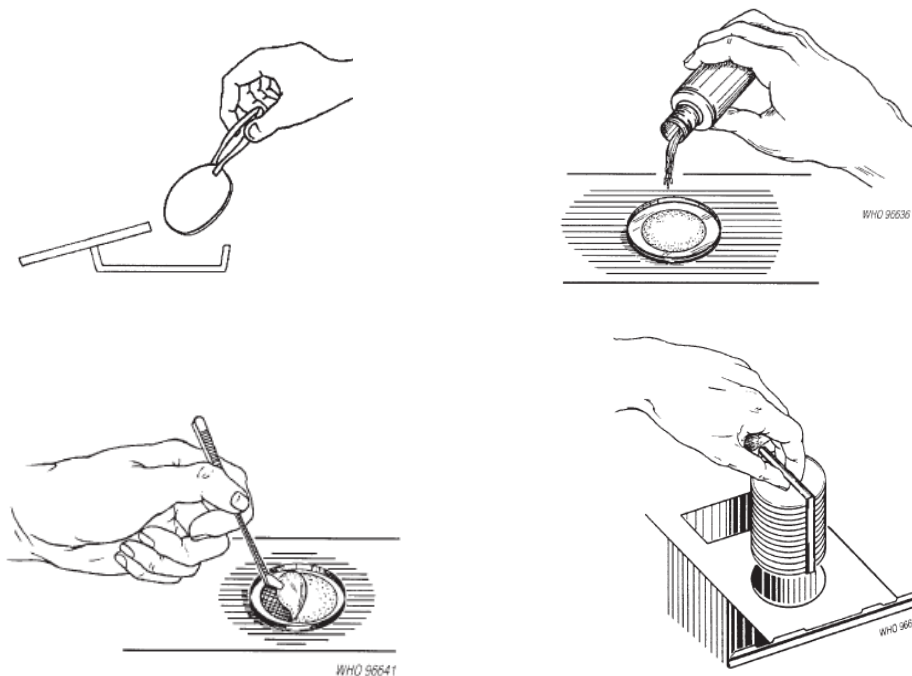
Las bacterias no son visibles al ojo humano. Para poder observarlas, se hace que proliferen en condiciones controladas hasta un tamaño que en las que sean visibles y se las pueda contar. Los medios de cultivo son sustancias que contienen nutrientes que ayudan a que las bacterias se reproduzcan. Al medio de cultivo que es líquido se lo llama caldo y al que es semisólido (gel) se lo llama agar. Los distintos tipos de medio de cultivo se usan para que proliferen distintas bacterias indicadoras.

En la mayoría de los casos, los medios de cultivo se vierten en un disco absorbente en una placa de Petri. Luego, el papel filtro con las bacterias se coloca encima y absorbe el medio de cultivo. La placa de Petri con el medio de cultivo y el papel filtro se incuba para que las bacterias se reproduzcan cientos de miles de veces y terminen apareciendo en la placa de Petri en forma de puntos pequeños denominados colonias. La cantidad de colonias que se forman en el medio se registran como unidades formadoras de colonias (UFC) cada unidad de volumen de la muestra de agua (es decir, 100 ml), ergo: UFC/100 ml.

Los distintos medios de cultivo tienen distintos requisitos de almacenamiento y fechas de vencimiento. Una vez que se abre, el medio de cultivo queda expuesto a la contaminación y debería almacenarse de forma segura. Asegúrese de seguir las instrucciones del fabricante para usar y almacenar correctamente el medio de cultivo.

En el apéndice 5, se brinda una tabla con los medios de cultivo más comunes y sus especificaciones. Bain *et al.* (2012) también compiló un catálogo de distintos medios de cultivo

que son apropiados para usar en países en desarrollo (véanse las referencias para acceder al documento gratuito que está disponible en línea).



1- Se coloca el disco absorbente en la placa de Petri, 2- se vierte el medio de cultivo encima, 3- se agrega el papel filtro con las bacterias y 4- se coloca el disco de Petri en la incubadora (Fuente: OMS, 1997)

Resumen sobre los medios de cultivo

<p>Los discos nutritivos se preparan con caldos deshidratados en placas de Petri de plástico.</p> <p>Es preciso rehidratarlas colocando 2 a 3 ml de agua destilada en cada placa de Petri.</p> <p>Esas placas de Petri no se pueden reutilizar.</p> <p><i>Notas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los discos nutritivos son prácticos, dado que reducen al mínimo la contaminación y no se requiere preparación. • Pueden resultar costosos si se realizan muchos análisis y son voluminosos para transportarlos. 	<p>Los caldos se comercializan en forma de polvo (requiere preparación con agua destilada) o en forma líquida (no se precisa preparación).</p> <p>Es necesario preparar los agares mezclando el polvo de agua con agua y calentarlos. Cuando el medio ya está líquido, se vierte en las placas de Petri. Se vuelve un gel semisólido a temperatura ambiente.</p> <p><i>Notas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Los caldos líquidos no precisan preparación. • Los caldos en polvo generalmente son los más económicos para más de 200 análisis. • Los polvos no precisan un almacenamiento estricto, pero los caldos líquidos se deben mantener refrigerados. • Para usar agares, se necesitan placas de Petri más altas y es necesario prepararlos por adelantado. • También se pueden comprar placas que ya tengan agar, pero suelen ser más costosas. • Los caldos se usan más que los agares para los ensayos de campo.
--	---

Recuperación bacteriana

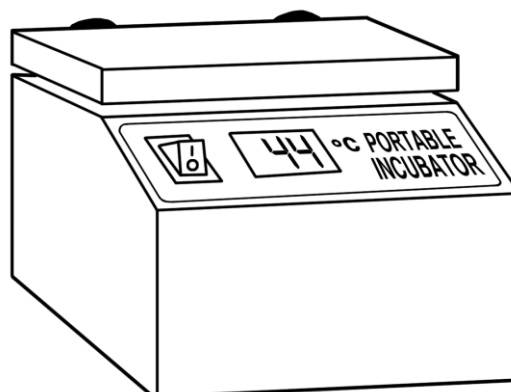
Las bacterias están vivas pero estresadas después del proceso de filtración. Si las bacterias están estresadas no proliferan bien y podrían morir si se estresan aún más por el calor. Por lo tanto, se debería dejar reposar las bacterias entre 1 y 4 horas a temperatura ambiente antes de la incubación para darles tiempo a recuperarse y garantizar que sobrevivan y proliferen.

Incubadora

La incubadora es otro equipo importante necesario para la filtración por membrana y a veces para los análisis de P-A y NMP. Hay distintos tipos de incubadoras fabricadas por distintas empresas. Algunas incubadoras son portátiles y usan una batería como alimentación eléctrica, mientras que con otras es necesario dejarlas en un lugar fijo y usar la red de suministro eléctrico.

La temperatura de incubación es fundamental para garantizar que los resultados de los análisis microbiológicos sean precisos. Los distintos tipos de medio de cultivo precisan distintas temperaturas para que proliferen las bacterias indicadoras específicas. Por ejemplo, los coliformes termotolerantes proliferan a 44°C. El fabricante del medio de cultivo proveerá las instrucciones sobre la temperatura necesaria para la incubación.

Es necesario calibrar las incubadoras



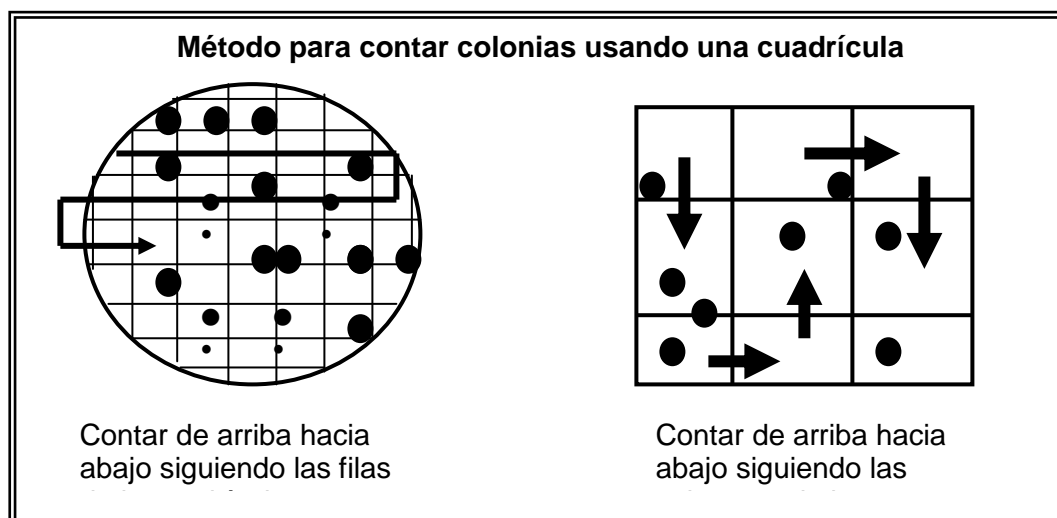
periódicamente para asegurarse de que la temperatura sea precisa. Los fabricantes darán instrucciones sobre con qué frecuencia calibrar la incubadora y qué proceso seguir.

Técnicas de conteo de colonias

Después de la incubación, se extraen las placas de Petri y se cuentan las bacterias de colonias. Se cuentan todas las colonias de un determinado color, según la bacteria indicadora y el medio de cultivo usado.

Las colonias podrían tener tamaños bastante diferentes. En general, donde hay una gran cantidad de colonias, tienen un diámetro más pequeño. Donde hay menos colonias, tienden a ser más grandes. Eso sucede porque las colonias compiten por los nutrientes del medio de cultivo y crecen más cuando no hay competencia.

Usar las líneas de la cuadrícula del papel filtro para contar cantidades grandes de colonias. Examinar y contar todas las colonias del color en particular que se quiere contar. Se cuentan las colonias de cada cuadrado de la cuadrícula. Contar de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha hasta cubrir todos los cuadrados de la cuadrícula.



Los resultados se registran como el número de unidades formadoras de colonias (UFC) cada 100 ml de muestra. Resulta difícil contar más de 100 colonias. A las placas que tienen más de 200 colonias se las registra como incontables o "demasiado numerosas para contar" (DNPC). Algunas colonias podrían superponerse y eso podría causar errores en el conteo. Se pueden realizar diluciones para reducir la cantidad de colonias y hacer que sea más fácil contarlas. Véase la sección 4 "Muestro del agua y control de calidad" para leer instrucciones de cómo diluir una muestra de agua.

La mayoría de los fabricantes de medios de cultivo brindan una hoja informativa o una guía de resolución de problemas que puede ayudar a identificar y contar las colonias.



Cuando se analicen tanto los coliformes totales como termotolerantes (o *E. coli*, no hay que olvidar que la cantidad de coliformes totales incluye las colonias de coliformes termotolerantes (o *E. coli*). Por ejemplo, con el medio de cultivo m-ColiBlue, si se cuentan 10 colonias rojas de coliformes generales y 5 colonias azules de *E. coli*, la cantidad de coliformes totales es 15, no 10, ya que la bacteria *E. coli* también forma parte del grupo de coliformes totales.

7.7 Eliminación segura de desechos

Los cultivos de bacterias se deben desechar de forma segura y adecuada, pues cada colonia está compuesta por millones de bacterias. Los materiales contaminados (p. ej., las placas de Petri, las botellas para muestreo, los tubos de ensayo, los discos absorbentes, el papel filtro) deben desinfectarse antes de desecharlos o reutilizarlos. Eso se puede lograr usando una de las siguientes opciones:

1. Agregar cloro líquido (lejía) en cada placa de Petri (aproximadamente 2 ml) o botella para muestreo hasta que estén llenas. Transcurridos los 10 minutos de tiempo de contacto con la lejía, verter el líquido por el desagüe y enjuagar con mucha cantidad de agua para diluir la lejía. Si es posible, incinerar los desechos sólidos; de lo contrario, tirarlos a la basura.
2. Colocar los materiales contaminados (p. ej., las placas de Petri, los discos absorbentes, el papel filtro) en agua hirviendo durante 10 minutos. Tal vez sea preferible realizar esa operación al aire libre ya que el olor podría ser desagradable. Si es posible, incinerar los desechos sólidos; de lo contrario, tirarlos a la basura. Usar una bolsa de basura específica para ese fin e intentar no mezclar los desechos con los residuos urbanos comunes.
3. Poner las botellas para muestreo abiertas, las placas de Petri, los discos absorbentes y el papel filtro en un balde con al menos 70 ml de lejía y 2 litros de agua. Dejar reposar durante al menos 1 hora, luego hervir las placas de Petri durante 10 minutos para desinfectarlas por completo y eliminar la lejía. Si es posible, incinerar los desechos sólidos; de lo contrario, tirarlos a la basura. Usar una bolsa de basura específica para ese fin e intentar no mezclar los desechos con los residuos urbanos comunes.

Después de manipular residuos contaminados y antes de tocar equipos limpios y esterilizados, siempre lavarse las manos meticulosamente usando jabón. Si es posible, se deberían usar guantes descartables.

7.8 Resumen de información clave

- Aunque hay diversos contaminantes en el agua que podrían resultar dañinos para los seres humanos, la prioridad es garantizar que el agua de consumo esté libre de agentes patógenos. El mayor riesgo para la salud pública ocasionado por microorganismos en el agua está relacionado con la contaminación con materia fecal de seres humanos y animales (OMS, 2007).
- En las guías de la OMS para la calidad del agua potable, se recomienda que toda agua que sea destinada para el consumo no debería presentar contaminación fecal en ninguna muestra de 100 ml (OMS, 2011).

- La OMS admite que puede ser difícil de alcanzar un nivel de contaminación fecal cero, en especial en los países en desarrollo donde muchas personas dependen de los sistemas comunitarios pequeños y domésticos para contar con agua. En esos casos, se recomienda que esos valores de referencia sean objetivos para el futuro, en lugar de un requisito inmediato (OMS, 2011).
- Hay muchos tipos distintos de agentes patógenos. Sería muy costoso y llevaría mucho tiempo analizar cada uno. Se puede analizar la contaminación fecal del agua de consumo usando organismos indicadores, en general organismos indicadores bacterianos. Son microorganismos cuya presencia en el agua indica la probable presencia de materia fecal, y posiblemente, de agentes patógenos.
- La *Escherichia coli* (también conocida como *E. coli*) es el organismo indicador preferido para mostrar que no hay contaminación fecal del agua de consumo. Sin embargo, analizar las bacterias coliformes termotolerantes es una alternativa aceptable en muchas circunstancias (OMS, 2011).
- Realizar un análisis para detectar la presencia de cada agente patógeno lleva tiempo, es complicado y costoso. Como alternativa, se usa el método de presencia o ausencia de ciertos indicadores bacterianos para determinar la seguridad del agua. El indicador más común de contaminación fecal es la bacteria *E. coli*.
- Hay tres métodos principales para determinar la presencia de una bacteria indicadora en el agua de consumo: 1) presencia-ausencia, 2) número más probable y 3) filtración por membrana.
- Hoy en día, hay distintos productos para cada uno de los métodos de análisis que están muy generalizados y están disponibles en el mercado. En el apéndice 2, se brindan fichas de productos para distintos equipos e insumos.
- El método de presencia-ausencia (P-A) es un análisis cualitativo que depende de un cambio de color para indicar la presencia de contaminación. Si el análisis resulta positivo, lo cual significa que la bacteria indicadora está presente, la muestra de agua cambia se torna de un color específico. Los análisis de P-A no indican la cantidad de bacterias indicadoras que hay en la muestra.
- En el análisis del número más probable (NMP), se realiza un cálculo aproximado de la cantidad de bacterias indicadoras que es más probable que haya en la muestra de agua.
- La filtración por membrana es el método más exacto para determinar la cantidad de bacterias indicadoras en una muestra de agua. Es un método reconocido internacionalmente como un estándar para el análisis de la calidad del agua.

7.9 Referencias

Bain, R., Bartram, J., Elliott, M., Matthews, R., McMahan, L., Tung, R., Chuang, P. y S. Gundry (2012). A Summary Catalogue of Microbial Drinking Water Tests for Low and Medium Resource Settings. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2012, 9, 1609-1625. Disponible (en inglés) en: www.mdpi.com/1660-4601/9/5/1609

BCCDC Environmental Health Laboratory Services (2006). Safe Drinking Water: Public Health Laboratory Surveillance Update. Columbia Británica, Canadá. Disponible (en inglés) en: www.vch.ca/media/Safe%20Drinking%20Water_%20Public%20Health%20Laboratory%20Surveillance.pdf

Crump, J., Luby, S. y E. Mintz (2004). The Global Burden of Typhoid Fever. Bulletin of the World Health Organization, mayo de 2004, 82(5). Disponible (en inglés) en: www.who.int/rpc/TFDisBurden.pdf

Harvey, P. (2007). Well Factsheet: Field Water Quality Testing in Emergencies. Centro de agua, ingeniería y desarrollo, Universidad de Loughborough, Reino Unido. Disponible (en inglés) en: www.lboro.ac.uk/well/resources/fact-sheets/fact-sheets-htm/WQ%20in%20emergencies.htm

Kappus, K., Lundgren, R., Jr., Juranek, D., Roberts, J. y H. Spencer (1994). Intestinal Parasitism in the United States: Update on a Continuing Problem. Am J Trop Med Hyg. 1994;50(6):705-13. Citado en Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades, CDC (2011). Parasites – Giardia. Disponible (en inglés) en: www.cdc.gov/parasites/giardia/

Médicos Sin Fronteras (1994). Public Health Engineering in Emergency Situations. MSF, París.

Prüss-Üstün, A., Bos, R., Gore, F. y J. Bartram (2008). Safer Water, Better Health: Costs, Benefits and Sustainability of Interventions to Protect and Promote Health. Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: http://whqlibdoc.who.int/publications/2008/9789241596435_eng.pdf
South African Bureau of Standards (2001). South African National Standard 241: Standard Specification for Water for Domestic Supplies. Pretoria: Standards South Africa.

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en: www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

UNICEF Canadá (2013). Children dying daily because of unsafe water supplies and poor sanitation and hygiene, UNICEF says. Disponible (en inglés) en: www.unicef.ca/en/press-release/children-dying-daily-because-of-unsafe-water-supplies-and-poor-sanitation-and-hygiene-

OMS y UNICEF (2005). Water for Life: Making it Happen. Programa conjunto OMS/UNICEF de seguimiento del abastecimiento de agua y del saneamiento. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en: www.wssinfo.org/fileadmin/user_upload/resources/1198249448-JMP_05_en.pdf

Organización Mundial de la Salud (1997). Guideline for Drinking Water Quality 2nd Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies, Geneva. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

Organización Mundial de la Salud (2002). Evaluation of the H₂S Method for Detection of Fecal Contamination of Drinking Water. Preparado por M. Sobsey y F. Pfaender, Departamento de Ciencias e Ingeniería del Medioambiente, Facultad de Salud Pública, Universidad de Carolina del Norte, Estados Unidos. Disponible (en inglés) en: www.who.int/water_sanitation_health/dwq/WSH02.08.pdf

Organización Mundial de la Salud (2009a). Initiative for Vaccine Research: Typhoid Fever in Diarrhoeal Diseases. Disponible (en inglés) en: www.who.int/vaccine_research/diseases/diarrhoeal/en/index7.html

Organización Mundial de la Salud (2009b). Risk Assessment of Cryptosporidium in Drinking-Water. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
http://whqlibdoc.who.int/hq/2009/WHO_HSE_WSH_09.04_eng.pdf

Organización Mundial de la Salud (2011). Guidelines for Drinking-Water Quality, Fourth Edition. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/secondaddendum20081119.pdf

Organización Mundial de la Salud (2012a). 10 datos sobre el cólera. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible en: www.who.int/features/factfiles/cholera/es/index.html

Organización Mundial de la Salud (2012b). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

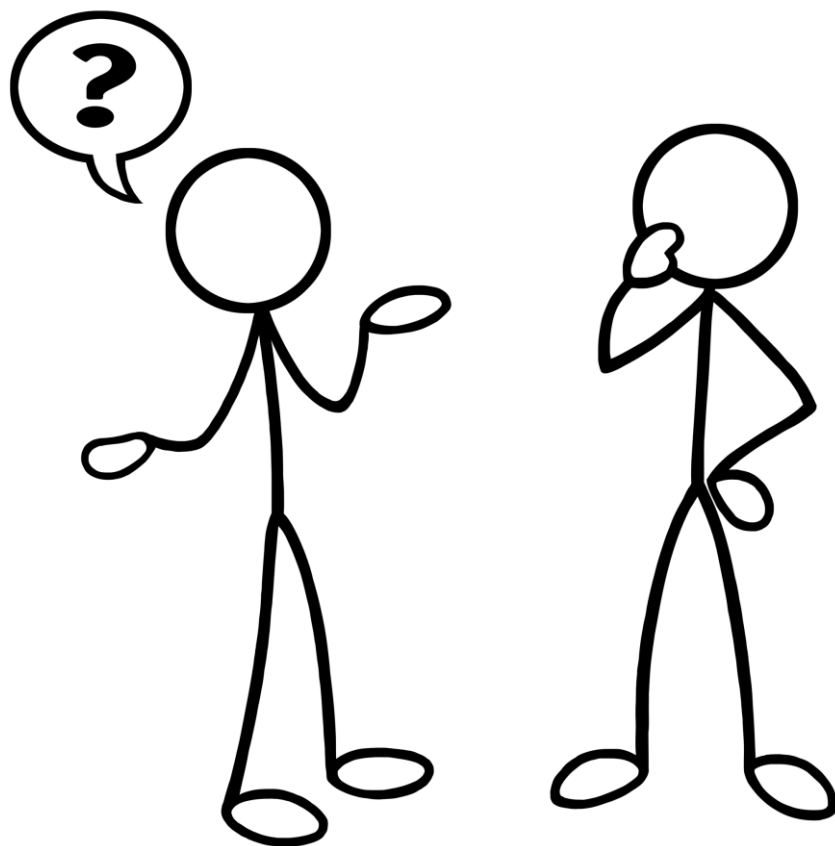
Organización Mundial de la Salud (2013a). Global Health Observatory: Number of Reported Cholera Cases. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/gho/epidemic_diseases/cholera/cases_text/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2013b). Hepatitis A, nota descriptiva N.º 328. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible en: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs328/es/

Organización Mundial de la Salud (2013c). Hepatitis E, nota descriptiva N.º 280. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible en: www.who.int/mediacentre/factsheets/fs280/es/

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis	i
8.1 Introducción	1
8.2 Pasos para interpretar los datos	2
8.2.1 Recolectar los datos para el análisis.....	2
8.2.2 Verificar la calidad de los datos	3
8.2.3 Elegir un método adecuado de análisis	3
8.2.4 Interpretar los datos en relación con los objetivos	5
8.2.5 Elaborar un informe con los resultados.....	6
8.3 Interpretar informes de laboratorio.....	6
8.4 Resumen de información clave.....	9
8.5 Referencias.....	9

Tabla de contenidos

Sección 1: Resumen general sobre el análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 2: Planificación del análisis de la calidad del agua de consumo

Sección 3: Inspecciones sanitarias

Sección 4: Muestreo del agua y control de calidad

Sección 5: Análisis de parámetros físicos

Sección 6: Análisis de parámetros químicos

Sección 7: Análisis de parámetros microbiológicos

Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis i

8.1 Introducción 1

8.2 Pasos para interpretar los datos 2

8.2.1 Recolectar los datos para el análisis..... 2

8.2.2 Verificar la calidad de los datos 3

8.2.3 Elegir un método adecuado de análisis 3

8.2.4 Interpretar los datos en relación con los objetivos 5

8.2.5 Elaborar un informe con los resultados..... 6

8.3 Interpretar informes de laboratorio..... 6

8.4 Resumen de información clave..... 9

8.5 Referencias..... 9

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria

Apéndice 2: Fichas de productos

Apéndice 3: Hojas informativas sobre sustancias químicas

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud

Apéndice 5: Medios de cultivo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis

Apéndice 9: Hojas informativas de países

8.1 Introducción

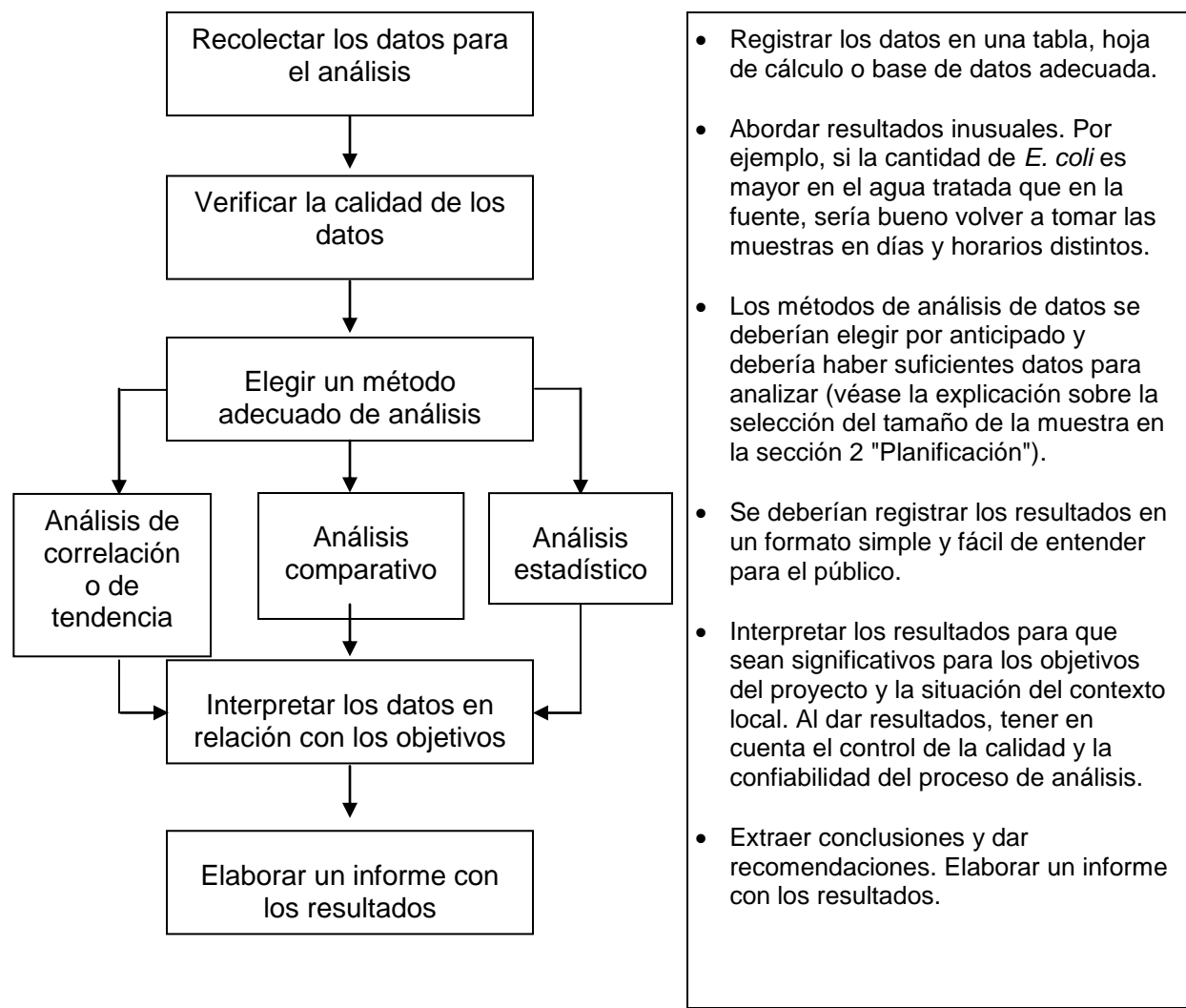
Interpretar los datos permite aprender de los resultados de los análisis de la calidad del agua, ayuda a mejorar el programa de muestreo y es realmente el motivo por el cual se recolectaron los datos en primer lugar. Será necesario analizar con atención los resultados e intentar entenderlos para elaborar las conclusiones y recomendaciones finales. Más allá de brindar un informe del análisis para determinados contaminantes, la mayoría de los laboratorios comerciales o kits portátiles de análisis brindan pocas explicaciones de los resultados. La información que se da en esta sección ayudará a comprender e interpretar los resultados del análisis de la calidad del agua.

Aunque se ha separado el análisis físico, químico y microbiológico, resulta útil comparar los resultados para determinar correlaciones.

Hay tres enfoques principales para interpretar los resultados del análisis de calidad del agua, que se abordan en las siguientes secciones:

1. Se pueden comparar los resultados con los estándares nacionales de calidad del agua o con los valores de referencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS).
2. Se pueden analizar los resultados para ver cómo cambian a lo largo del tiempo o en función de la ubicación, para analizar tendencias o correlaciones.
3. Se pueden realizar análisis estadísticos con fines académicos y de investigación científica.

8.2 Pasos para interpretar los datos



(Adaptado a partir de CCME, 2006)

8.2.1 Recolectar los datos para el análisis

Se usan formularios de registro de datos para documentar las muestras de agua y los resultados del análisis. Véase el apéndice 6 para acceder a ejemplos de formularios de registro de datos. Esos formularios se pueden adaptar a las necesidades específicas del proyecto.

Se podrían usar muchos formularios, en función de cuántas muestras se tomen y la cantidad de análisis que se realicen, por eso es importante elegir los formularios correctos para el ingreso de datos.

También es importante juntar todos los formularios de registro de datos todos los días, mientras se muestrea y se analiza el agua. Así se garantiza que no se traspapelen ni se pierdan y que los datos se ingresen en una tabla, hoja de cálculo o base de datos lo antes posible.

8.2.2 Verificar la calidad de los datos

Es necesario revisar minuciosamente los formularios de registro de datos para asegurarse de que toda la información se haya registrado de forma clara, correcta y completa. Si faltan datos o están incompletos, se debería tomar otra muestra o se debería repetir el análisis para tener información correcta y completa. Los errores más comunes que se cometen al registrar los datos son:

- Usar unidades equivocadas (p. ej.: ppm en lugar de ppm).
- Que la letra no se entienda.
- Datos faltantes o incompletos.
- Poner el separador decimal en el lugar equivocado.
- Registrar datos de la muestra equivocada.
- Registrar los resultados en el lugar equivocado.

Si faltan datos o son incorrectos, o si hay algún dato extraño, se debería tomar otra muestra y se debería repetir el análisis para tener información correcta y completa. Si continúa habiendo resultados inusuales, entonces podría haber problemas con la calibración de los equipos, las tiras reactivas o los medios de cultivo podrían estar vencidos o podría haber contaminación secundaria. Consultar la sección 4 "Muestreo del agua y control de calidad", donde se explica cómo evitar esos errores.

8.2.3 Elegir un método adecuado de análisis

Hay tres enfoques principales para analizar los resultados:

1. Análisis comparativo
2. Análisis de correlación y de tendencia
3. Análisis estadístico

Análisis comparativo

En general, se realiza un análisis comparativo para determinar la situación actual en comparación con los estándares nacionales o los valores de referencia de la OMS. Este tipo de análisis también puede ser útil para comparar la calidad del agua o la eficacia del tratamiento del agua entre distintas ubicaciones o grupos de usuarios, como hogares con ingresos altos, medios y bajos.

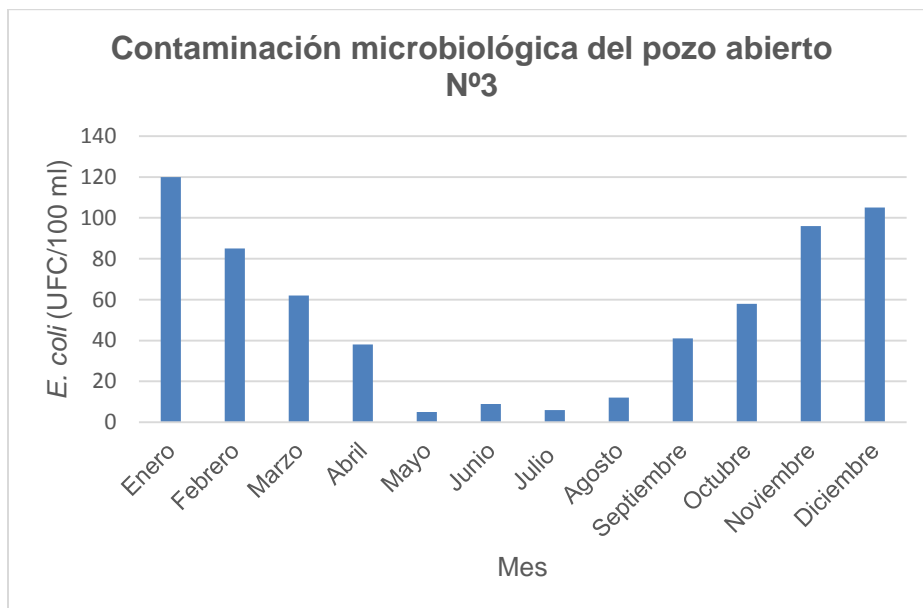
Análisis de correlación y de tendencia

El análisis de tendencia muestra el cambio de un parámetro físico, químico o microbiológico a lo largo del tiempo o según la ubicación. Los gráficos son una herramienta excelente para exhibir los datos y son muy útiles para analizar tendencias y correlaciones. Hay muchos tipos de gráficos y lo alentamos a que busque distintas formas de ver los datos.

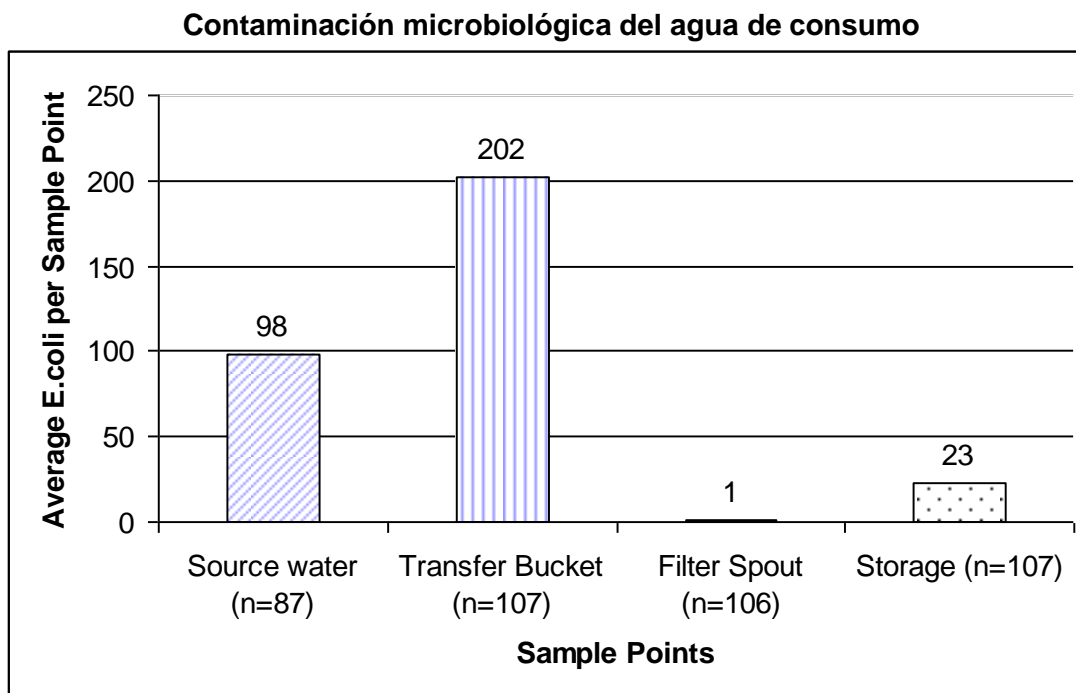
Los gráficos temporales pueden ilustrar cambios en la calidad del agua a lo largo de un período de tiempo (p. ej., horas, días, meses o años). Por ejemplo, el siguiente gráfico de barras

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

muestra que los niveles promedio de *E. coli* de una fuente particular de agua se redujeron de forma gradual hasta mayo y luego empezaron a incrementarse a partir de agosto.



Se puede usar un gráfico espacial para mostrar la variación de la calidad del agua según el punto de muestreo. El siguiente gráfico de barras muestra que el agua de la fuente y del balde de transporte tienen *E. coli*, pero en el agua del balde los niveles son más altos, probablemente a causa de la contaminación secundaria. El agua filtrada es de buena calidad; sin embargo, los resultados muestran que hay un problema de recontaminación del agua almacenada.



(Fuente: Baker y Duke, 2006)

Análisis estadístico

Se pueden realizar análisis estadísticos con fines académicos y de investigación científica. Hay programas de computación que pueden procesar los datos numéricos y realizar análisis estadísticos. Los programas de hojas de cálculo, como Microsoft Excel, también tienen una gran capacidad gráfica y estadística.

Los cálculos estadísticos del tamaño de la muestra para realizar una investigación más rigurosa están por fuera del alcance de este manual. Sin embargo, CAWST puede sugerirle recursos adicionales para llevar a cabo análisis estadísticos de los resultados del análisis del agua. Por favor, escribanos a: resources@cawst.org.

8.2.4 Interpretar los datos en relación con los objetivos

Es necesario tener en mente los objetivos del proyecto en su totalidad y del programa de análisis de calidad del agua al interpretar los resultados. Objetivos diferentes pueden dar como resultado una interpretación distinta de los mismos datos. Como ya se explicó en la sección 2 "Planificación del análisis de la calidad del agua de consumo", los siguientes son algunos ejemplos de objetivos del análisis del agua:

- Identificar una fuente adecuada de agua de consumo.
- Identificar la fuente de un brote epidémico de una enfermedad relacionada con el agua.
- Investigar los cambios estacionales de la calidad del agua de consumo.
- Incrementar la concientización de los usuarios sobre asuntos relativos a la calidad del agua.
- Evaluar la eficacia que tiene el tratamiento del agua a nivel domiciliario y su almacenamiento seguro (TANDAS) para reducir la turbidez y los agentes patógenos.
- Evaluar los niveles de arsénico y fluoruro en el agua de consumo.
- Detectar y resolver problemas como parte de un programa de monitoreo continuo.
- Monitorear el cumplimiento de estándares o guías.
- Evaluar la eficacia de un proyecto de agua segura.

Los implementadores de proyecto con frecuencia realizan análisis de la calidad del agua para crear conciencia en la comunidad sobre la diferencia entre agua contaminada y tratada (por ejemplo, usando una prueba simple de presencia-ausencia para indicar que hay contaminación microbiológica). En esas situaciones, los resultados se podrían mostrar de inmediato a la comunidad sin interpretar por completo los datos en su totalidad. Esa situación a veces puede salir mal si el análisis da negativo frente a la comunidad y no se puede explicar el resultado o realizar un control de calidad para verificar el análisis realizado. Fácilmente, eso puede dar una impresión negativa sobre la implementación del proyecto y se debería evitar si es posible. Si es necesario dar resultados prematuros, es importante recalcar que el análisis está incompleto y que los resultados definitivos estarán disponibles después de que se hayan interpretado los resultados.



o calcular el porcentaje de eficacia de eliminación del tratamiento del agua

$$\frac{\text{Conteo de colonias de } E. coli \text{ del agua de origen} - \text{Conteo de colonias de } E. coli \text{ del agua tratada}}{\text{Conteo de colonias de } E. coli \text{ del agua de origen}} \times 100 = \% \text{ eficacia de eliminación}$$

Se puede aplicar la misma fórmula para calcular la eficacia de tratamiento para parámetros físicos (p. ej., turbidez) o químicos (p. ej., arsénico, fluoruro).

8.2.5 Elaborar un informe con los resultados

El objetivo principal de un informe es compartir los resultados, las conclusiones y las recomendaciones para un público. El formato en que se presenta la información debería estar bien organizado y ser fácil de leer. Es especialmente importante incluir gráficos y tablas para hacer que el informe sea más fácil de comprender.

Los informes se deberían elaborar lo antes posible para que se tomen acciones correctivas para garantizar agua de consumo segura. También es importante compartir los resultados con los usuarios o la comunidad para que tengan conciencia del agua que consuman y comprendan las acciones correctivas que es necesario tomar. Elaborar un informe con los resultados también brinda retroalimentación para mejorar la implementación del proyecto.

En el apéndice 7, se da un ejemplo de un informe del análisis de la calidad del agua.



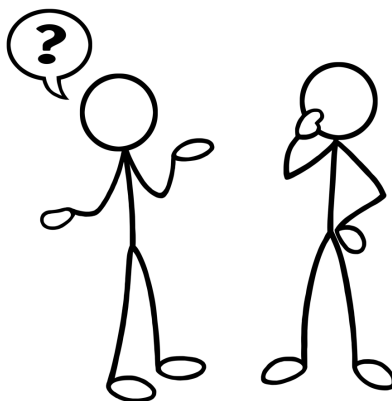
Dado que la calidad del agua es un tema delicado, simplemente dar los resultados sin recomendaciones ni interpretación podría llevar a malentendidos y acciones inadecuadas o inacción (en particular si el informe se difunde fuera de la organización). El análisis de la calidad del agua puede ser una gran herramienta de creación de conciencia y movilización, siempre y cuando los resultados se interpreten y se presenten adecuadamente.

8.3 Interpretar informes de laboratorio

Si se envían las muestras a analizar a un laboratorio comercial, ellos enviarán un informe con los resultados. La mayoría de los laboratorios dan pocas explicaciones adicionales de los resultados del análisis más allá de las unidades usadas o de una eventual nota al pie en caso de que se haya identificado un problema.

Un informe de laboratorio en general tiene una tabla de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que fueron analizados y la concentración medida de cada uno. Si surge cualquier tipo de problemas para entender la forma en la que está plasmada la información en el informe, se debería contactar al laboratorio directamente para recibir una explicación.

A continuación, se presentan dos ejemplos de informes que muestran cómo diferentes laboratorios usan formatos distintos para dar los resultados.



Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis



SEEDS OF HOPE
INTERNATIONAL PARTNERSHIPS

P.O. Box 250107, Ndola, Zambia;
Plot 384 Makoli Avenue, Town Center
Ndola, Zambia

Cellular: +26 0976 173020 / +26 0955 992826 / +26 0967 605730 — Tele-Fax +26 0212 680143
E-mail: shipzambia@gmail.com; Website: www.sohip.org

AFMAC WATER ANALYSIS REPORT

Ref No.....025497

ORGANISATION: FOUNDATION FOR AFRICA

LOCATION:

SOURCE TYPE / SAMPLE DISCRIPTION: BOREHOLE WITH HAND PUMP & TANK

DATE SAMPLED: 2012-11-14

DATE TESTED: 2012-11-14 & 15

PARAMETER	UNIT	Hand pump Mark 11	Water Tank Via Tap	Zambian Standard (Maximum Permissible Limit)	WHO Guidelines
E.coli	CFU/100 ml	102*	138*	0	0
pH		7.13	7.20	6.5-8.0	
Turbidity	NTU	2.14	1.32	10	<5
Iron	mg/l	0.07	0.09	1.0	0.3
Phosphate	mg/l	0.98	0.70		
Fluoride	mg/l	0.20	0.01	1.5	1.5
Nitrate	mg/l	19.8	21.2	10	50
Nitrite	mg/l	0.23	0.25	1.0	3
HardnessCaCO3	mg/l	198	130	500	
Manganese	mg/l	0.005	0.005	0.1	0.5
Chloride	mg/l	75	75	600	
Copper	mg/l	1.55	1.55	1.0	2.0

*outside Limit/Guideline

COMMENT : The quality of the water indicates faecal contamination .Chlorination of the borehole is recommended after which repeat sampling and testing should be conducted. Household water treatment is recommended .

E. BANDA_____DATE...2012-11-15
Lab Manager

Cc Director SHIP Zambia
Program Manager AFMAC
File #

(Fuente: Seeds of Hope International Partnerships, 2012)

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
Sección 8: Interpretación de los resultados del análisis

Northeast Environmental Laboratory, Inc. 18 Riverside Avenue, Danvers, MA 01923 978-777-4442 DEP #MA123					
A. Customer Boxford, MA 01921 68635 Kitchen Tap Collected 4/10/08 at 10:00 by AC Received 4/10/08 at 12:00 by DE			Report Number 28741 Report Date 4/25/08 Preservation 4°C, HNO3		
Test Performed	Result	MMCL MA maximum contaminant level SMCL Secondary maximum contaminant level Recommended	Analyzed	Method	
Alkalinity	80	mg/L 30-100	4/10/08	2320B	
Arsenic	0.011	mg/L 0.01 maximum	4/18/08	3113B	
Calcium	31.9	mg/L 50-150	4/18/08	3111B	
Chloride	40.5	mg/L SMCL 250	4/11/08	300.0	
Conductivity	338	µS/cm	4/10/08	2510B	
Fluoride	0.45	mg/L SMCL 2.0	4/11/08	300.0	
Hardness (as CaCO3)	113	mg/L 250 maximum	4/21/08	2340B	
Iron	4.97	mg/L SMCL 0.3	4/14/08	3111B	
Lead	0.002	mg/L MMCL 0.015	4/15/08	3113B	
Magnesium	8.18	mg/L	4/18/08	3111B	
Manganese	0.03	mg/L SMCL 0.05	4/17/08	3111B	
Nitrate	< 0.04	mg/L MMCL 10	4/11/08	300.0	
Nitrite	< 0.02	mg/L MMCL 1.0	4/11/08	300.0	
Orthophosphate (as P)	< 0.08	mg/L	4/11/08	300.0	
pH	7.86	s.u. SMCL 6.5-8.5	4/10/08	4500-HB	
Potassium	1.36	mg/L	4/21/08	3111B	
Sodium	17.2	mg/L 20 maximum	4/17/08	3111B	
Sulfate	19.3	mg/L SMCL 250	4/11/08	300.0	
This water appears to be slightly corrosive.					
References Methods for the Determination of Inorganic Substances in Environmental Samples, EPA/600/R-93/100, August, 1993. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th edition, 1995.					
Reviewed and Approved by: John Lovatt Laboratory Director					

(Fuente: Northeast Environmental Laboratory Inc.)

8.4 Resumen de información clave

- Hay tres enfoques principales para interpretar los resultados de los análisis de calidad del agua:
 1. Los resultados de la medición de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos se comparan con los estándares nacionales para la calidad del agua o con las guías de la OMS para la calidad del agua potable.
 2. Se pueden analizar los resultados para ver cómo cambian a lo largo del tiempo o en función de la ubicación, para analizar tendencias o correlaciones.
 3. Se pueden realizar análisis estadísticos con fines académicos y de investigación científica.
- Estos son los pasos generales para interpretar los datos:
 1. Recolectar los datos para el análisis
 2. Verificar la calidad de los datos
 3. Elegir un método adecuado de análisis
 4. Interpretar los datos en relación con los objetivos
 5. Elaborar un informe con los resultados
- El objetivo principal de un informe es compartir los resultados, las conclusiones y las recomendaciones para un público. El formato en que se presenta la información debería estar bien organizado y ser fácil de leer. Es especialmente importante incluir gráficos y tablas para hacer que el informe sea más fácil de comprender.
- Si se envían las muestras a analizar a un laboratorio comercial, ellos enviarán un informe con los resultados. La mayoría de los laboratorios dan pocas explicaciones adicionales de los resultados del análisis más allá de las unidades usadas o de una eventual nota al pie en caso de que se haya identificado un problema.
- Un informe de laboratorio en general tiene una tabla de parámetros físicos, químicos y microbiológicos que fueron analizados y la concentración medida de cada uno. Si surge cualquier tipo de problemas para entender la forma en la que está plasmada la información en el informe, se debería contactar al laboratorio directamente para recibir una explicación.

8.5 Referencias

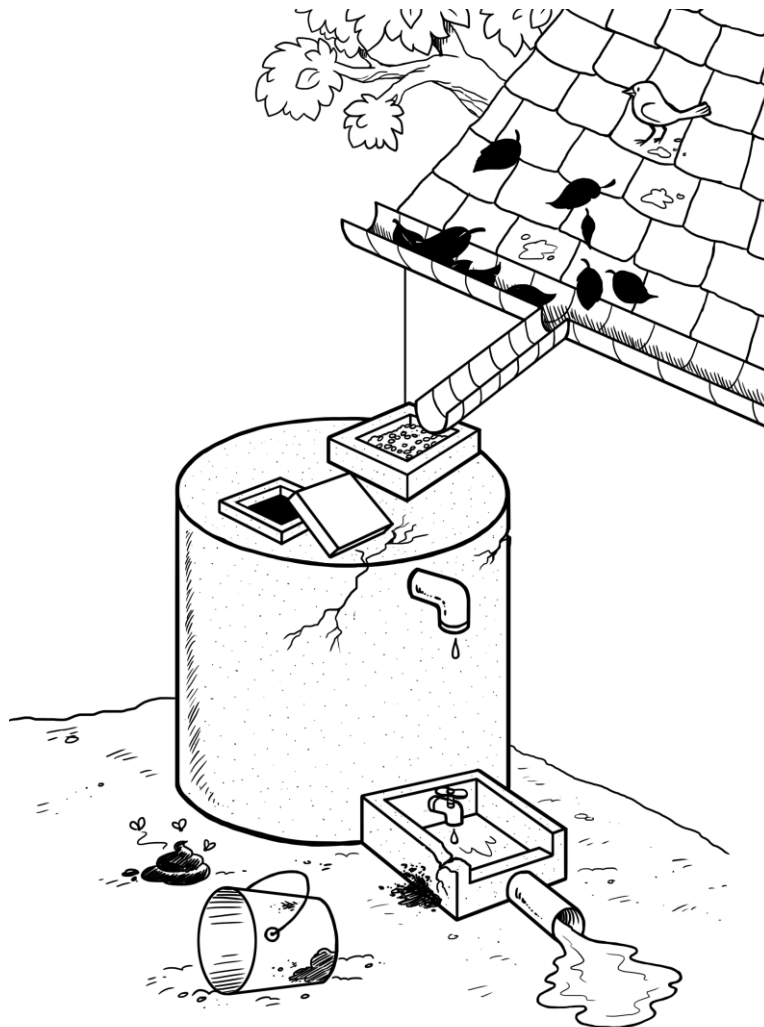
Baker D.L. y W. F. Duke (2006). Intermittent Slow Sand Filters for Household Use - A Field Study in Haiti, IWA Publishing, Londres, Reino Unido. Disponible (en inglés) en: www.cawst.org/en/resources/pubs/research-a-technical-updates/category/7-peer-reviewed-research

Canadian Council of Ministers of the Environment (2006). A Canada-wide Framework for Water Quality Monitoring. Water Quality Task Group, CCME, Canadá. Disponible (en inglés) en: www.ccme.ca/assets/pdf/wqm_framework_1.0_e_web.pdf

Seeds of Hope International Partnerships (2012). AFMAC Water Analysis Report. Ndola, Zambia.

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 1: Formularios de inspección sanitaria





424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Formulario de inspección sanitaria - pozo perforado con bomba manual

Parte 1. Información general:

- a. Ubicación:.....
- b. Pueblo/Ciudad:.....
- c. Personas a las que suministra:
- d. ¿Se tomó muestra de agua? Identificación de la muestra
- e. Fecha de la visita:

Parte 2. Evaluación de riesgo: Marque con un círculo la respuesta correcta. 'Sí' significa que existe un posible riesgo y 'No' que hay muy poco o ningún tipo de riesgo. Vea la explicación en el reverso.

Observaciones

1. ¿Hay una letrina a menos de 10 m del pozo perforado? S/N
2. ¿Hay una letrina u otra fuente de contaminación fecal cuesta arriba del pozo? S/N
3. ¿Hay alguna otra fuente de contaminación a menos de 10 m del pozo perforado?
(por ej: animales, agricultura, carreteras, fábricas) S/N
4. ¿Falta el drenaje o hay uno defectuoso que forme charcos a menos de 2 m del pozo perforado? S/N
5. ¿Falta el canal de drenaje o está agrietado, roto o necesita limpieza? S/N
6. ¿Están las paredes o la valla alrededor del pozo perforado en mal estado? S/N
7. La plataforma del pozo, ¿tiene menos de 2 m de diámetro? S/N
8. ¿El agua derramada se acumula en la plataforma del pozo? S/N
9. La plataforma del pozo o la cubierta de la bomba, ¿están agrietadas o dañadas? S/N
10. ¿La bomba manual está floja en el punto de agarre? Para bombas de sogas y polea, ¿falta la tapa de la bomba? S/N

Riesgo de contaminación (sume el número de respuestas 'Sí') :/10

Parte 3. Resultados y comentarios:

- a. Riesgo de contaminación (tache la casilla correcta):

9-10 = Muy alto	6-8 = Alto	3-5 = Medio	0-2 = Bajo

- b. Se observaron los siguientes riesgos:

Parte 4. Nombre y firma de los inspectores:



Notas explicativas: pozo perforado con bomba manual

1. *¿Hay alguna letrina a menos de 10 m del pozo perforado?* Las letrinas cerca de los suministros de aguas subterráneas pueden afectar la calidad del agua (por ej: por infiltración). Tal vez necesite corroborar visualmente las estructuras para ver si son letrinas además de preguntar a los propietarios.
2. *¿Hay una letrina u otra fuente de contaminación fecal situada cuesta arriba del pozo?* La contaminación en suelos más altos representa un riesgo, en especial en época de lluvias, debido a que las heces (y otros elementos contaminantes) pueden fluir hacia la fuente de agua. El riesgo es mayor si no hay un desvío del agua de superficie. Las aguas subterráneas también pueden fluir hacia el pozo perforado desde la letrina.
3. *¿Hay alguna otra fuente de contaminación a menos de 10 m del pozo perforado (por ej: animales, agricultura, calles, fábricas, etc)?* Las heces de animales o humanos cerca del pozo perforado suponen un riesgo importante para la calidad del agua, en especial cuando no hay zanjas para desviar el agua. La eliminación de otros tipos de residuos (por ej: domésticos, agrarios) también es un riesgo para la calidad del agua.
4. *¿Falta el drenaje o hay uno defectuoso que forme charcos a menos de 2 m del pozo perforado?* Si se acumulan charcos de agua alrededor del pozo perforado, estos pueden proveer una vía para que los contaminantes entren en la fuente de agua.
5. *¿Falta el canal de drenaje o está agrietado, roto o necesita limpieza?* Una mala construcción o mantenimiento del canal de drenaje que pueda generar grietas y roturas, en especial si se lo combina con derrame de agua y malas condiciones sanitarias, representa un alto riesgo para la calidad del agua.
6. *¿Están las paredes o la valla alrededor del pozo perforado en mal estado?* Si no hay ninguna valla o ésta se encuentra dañada, los animales podrán entrar al pozo perforado y dañar así su estructura, además de contaminar el área con sus heces. Se deberá revisar el vallado en la instalación además de comprobar si hay animales de forma habitual en la zona (en ocasiones, se deja a los animales en la zona vallada por seguridad).
7. *La plataforma del pozo, ¿tiene menos de 2 m de diámetro?* La vereda (también llamada plataforma o losa) se construye para prevenir que el flujo de agua vuelva a caer en el pozo perforado. Para hacerlo correctamente, la vereda debe tener al menos 2 m de diámetro.
8. *¿El agua derramada se acumula en la vereda?* Si el agua no drena de la zona de la vereda, entonces el agua (probablemente contaminada) puede fluir nuevamente dentro de la fuente de agua.
9. *La plataforma del pozo o la cubierta de la bomba, ¿están agrietadas o dañadas?* Las grietas en la plataforma o la cubierta de la bomba, especialmente cuando sean profundas, pueden hacer que el agua vuelva a entrar a la fuente de agua.
10. *¿La bomba manual está floja en el punto de agarre? Para las bombas de sogas y polea, ¿falta la tapa de la bomba?* Una bomba manual floja o la falta de una tapa de bomba pueden ocasionar que el agua contaminada fluya nuevamente a la fuente de agua.

Formulario de inspección sanitaria adaptado de:

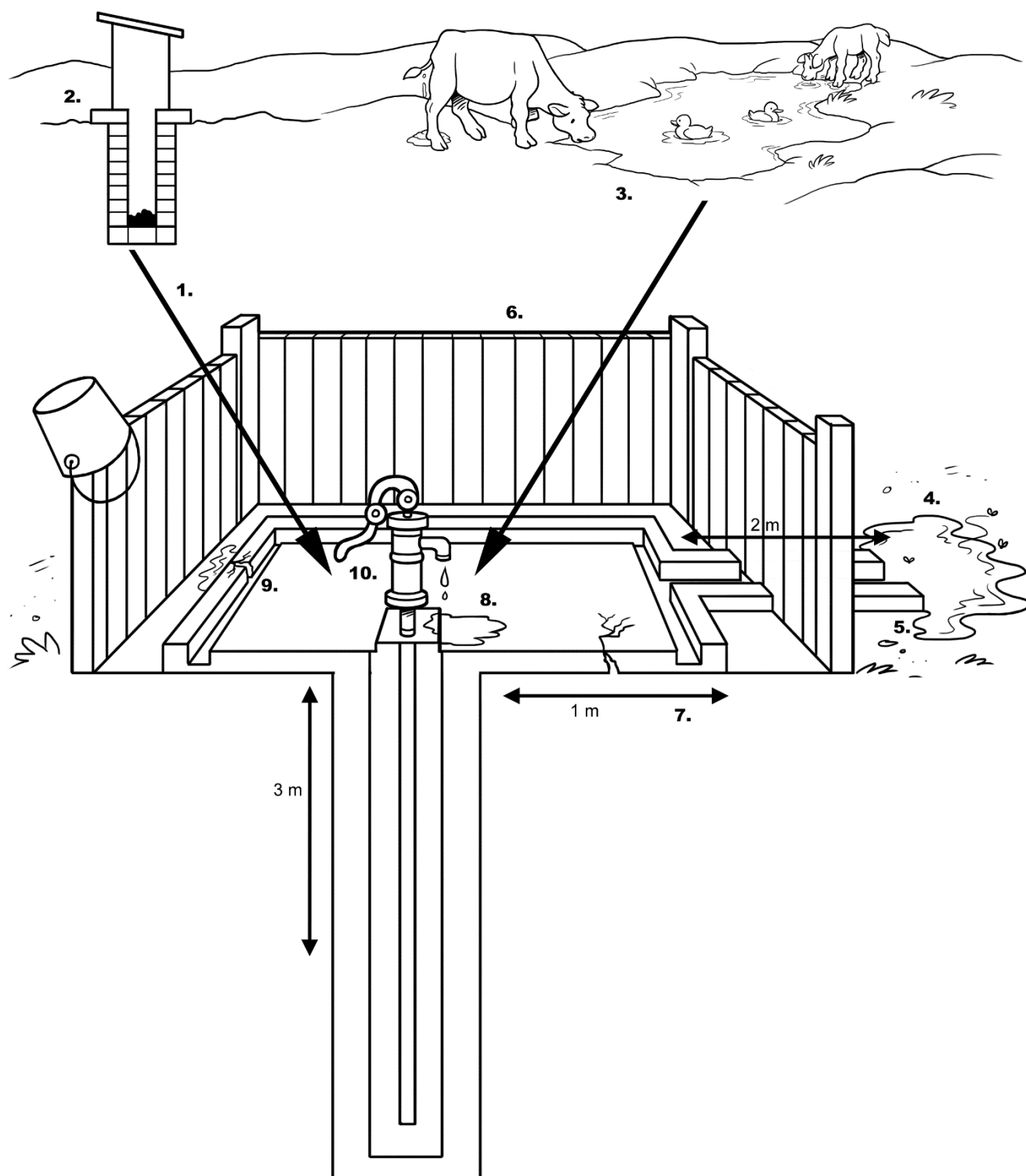
Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2005). Water Safety Plans: Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwg2v1/en/index2.html



Imagen del pozo perforado con la bomba manual



Formulario de inspección sanitaria: Pozo perforado con bomba mecánica

Parte 1. Información general:

- a. Ubicación:.....
- b. Pueblo/Ciudad:.....
- c. Personas a las que suministra:
- d. ¿Se tomó muestra de agua? Identificación de la muestra
- e. Fecha de la visita:

Parte 2. Evaluación de riesgo: Marque con un círculo la respuesta correcta. 'Sí' significa que existe un posible riesgo y 'No' que hay muy poco o ningún tipo de riesgo. Vea la explicación al reverso.

Observaciones

- | | |
|--|-----|
| 1. ¿Hay alguna letrina o cloaca a menos de 100 m de la bomba? | S/N |
| 2. ¿Hay alguna letrina a menos de 10 m del pozo perforado? | S/N |
| 3. ¿Hay alguna otra fuente de contaminación a menos de 50 m del pozo perforado?
(por ej: animales, agricultura, carreteras, fábricas) | S/N |
| 4. ¿Hay un pozo destapado a menos de 100 m? | S/N |
| 5. ¿Falta el canal de drenaje o está agrietado, roto o necesita limpieza? | S/N |
| 6. ¿Los animales pueden acercarse a menos de 50 m del pozo perforado? | S/N |
| 7. ¿La base del mecanismo de bombeo es permeable? | S/N |
| 8. ¿Hay agua estancada a menos de 2 m de la bomba? | S/N |
| 9. ¿El sello del pozo está sucio? | S/N |
| 10. ¿La tapa del pozo perforado está agrietada? | S/N |

Riesgo de contaminación (sume el número de respuestas 'Sí') :/10

Parte 3. Resultados y comentarios:

a. Riesgo de contaminación (marque la casilla que corresponda):

9-10 = Muy alto	6-8 = Alto	3-5 = Medio	0-2 = Bajo

b. Se observaron los siguientes riesgos:

Parte 4. Nombre y firma de los inspectores:



Notas explicativas: Pozo perforado con bomba mecánica

1. *¿Hay alguna letrina o cloaca a menos de 100 m de la bomba?* Una fuga en la cloaca o la letrina puede contaminar el agua del pozo perforado al ser succionada mediante el bombeo. Puede observar y controlar las letrinas con los propietarios, pero es conveniente que consulte a un profesional pertinente sobre la ubicación de las cloacas.
2. *¿Hay alguna letrina a menos de 10 m del pozo perforado?* Las letrinas cerca de los suministros de aguas subterráneas pueden contaminar la calidad del agua (por ej: por infiltración). Tal vez necesite controlar visualmente las estructuras para ver si son letrinas además de preguntar a los propietarios.
3. *¿Hay alguna otra fuente de contaminación a menos de 50 m del pozo perforado (por ej: animales, agricultura, carreteras, fábricas)?* Las heces de animales o humanos cerca del pozo perforado suponen un riesgo importante para la calidad del agua, en especial cuando no hay zanjas para desviar el agua. La eliminación de otros tipos de residuos (por ej: domésticos, agrarios, etc.) también es un riesgo para la calidad del agua.
4. *¿Hay un pozo destapado a menos de 100 m?* Los pozos destapados se contaminan con facilidad y dicha contaminación puede esparcirse a través de las aguas subterráneas. Puede controlar visualmente dichos pozos y también preguntar a los propietarios.
5. *¿Falta el canal de drenaje o está agrietado, roto o necesita limpieza?* Una mala construcción o mantenimiento del canal de drenaje (que pueda generar grietas o roturas), representa un alto riesgo para la calidad del agua, en especial si se lo combina con derrame de agua y malas condiciones sanitarias.
6. *¿Los animales pueden acercarse a menos de 50 m del pozo perforado?* Si no hay ninguna valla o ésta se encuentra dañada, los animales podrán entrar al pozo perforado y dañar su estructura, además de contaminar el área con sus heces. Deberá revisar el vallado en la instalación además de comprobar si hay animales de forma habitual en la zona (en ocasiones, se deja a los animales en la zona vallada por seguridad).
7. *¿La base del mecanismo de bombeo es permeable?* Si la base es permeable (por ej: no tiene tapa o la tapa tiene grietas profundas), el agua de superficie podría proveer una vía para que la contaminación llegue al agua subterránea.
8. *¿Hay agua estancada a menos de 2 m de la bomba?* Si se acumulan charcos de agua alrededor del pozo perforado, estos pueden proveer una vía para que los contaminantes entren en la fuente de agua.
9. *¿El sello del pozo está sucio?* Las heces, basura y otros residuos alrededor del sello del pozo son un riesgo para la calidad del agua.
10. *¿La tapa del pozo perforado está agrietada?* Las grietas permiten el ingreso de contaminantes al pozo perforado y representan un riesgo para la calidad del agua.

Formulario de inspección sanitaria adaptado de:

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2005). Water Safety Plans: Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwg2v1/en/index2.html



Formulario de inspección sanitaria: pozo excavado con bomba manual

Parte 1. Información general:

- a. Ubicación:.....
- b. Pueblo/Ciudad:.....
- c. Personas a las que suministra:
- d. ¿Se tomó muestra de agua? Identificación de la muestra
- e. Fecha de la visita:

Parte 2. Evaluación de riesgo: Marque con un círculo la respuesta correcta. 'Sí' significa que existe un posible riesgo y 'No' que hay muy poco o ningún tipo de riesgo. Vea la explicación en el reverso.

Observación

- | | |
|--|-----|
| 1. ¿Hay una letrina a menos de 10 m del pozo? | S/N |
| 2. ¿Hay una letrina u otra fuente de contaminación fecal cuesta arriba del pozo? | S/N |
| 3. ¿Hay alguna otra fuente de contaminación a menos de 10 m del pozo?
(por ej: animales, agricultura, cultivos, calles, industrias) | S/N |
| 4. ¿Falta el drenaje o hay uno defectuoso que forme charcos a menos de 3 m del pozo? | S/N |
| 5. ¿Falta el canal de drenaje o está agrietado, roto, o necesita limpieza? | S/N |
| 6. ¿La vereda al rededor del pozo tiene menos de 2 m de diámetro? | S/N |
| 7. ¿El agua derramada se acumula en la vereda? | S/N |
| 8. ¿La vereda del pozo está agrietada o dañada? | S/N |
| 9. ¿La bomba manual está floja en el punto de agarre? Para bombas de sogá y polea,
¿falta la tapa de la bomba? | S/N |
| 10. ¿Falta la tapa del pozo o está sucia? | S/N |

Riesgo de contaminación (agregue el número de respuestas 'Sí'):/10

Parte 3. Resultados y comentarios:

- a. Riesgo de contaminación (tache la casilla correcta):

9-10 = Muy alto	6-8 = Alto	3-5 = Medio	0-2 = Bajo

- b. Se observaron los siguientes riesgos:

Parte 4. Nombre y firma de los inspectores:



Notas explicativas: pozo excavado con bomba manual

1. *¿Hay una letrina a menos de 10 m del pozo?* Las letrinas cerca de los suministros de aguas subterráneas pueden afectar la calidad del agua (por ej: por infiltración). Tal vez necesite corroborar visualmente las estructuras para ver si son letrinas además de preguntar a los residentes.
2. *¿Hay una letrina u otra fuente de contaminación fecal cuesta arriba del pozo?* La contaminación en suelos más altos representa un riesgo, en especial en época de lluvias, debido a que las heces (y otros contaminantes) pueden fluir hacia la fuente de agua. El riesgo es mayor si no hay un desvío del agua de superficie. Las aguas subterráneas también pueden fluir hacia el pozo perforado desde la letrina.
3. *¿Hay alguna otra fuente de contaminación a menos de 10 m del pozo (por ej: animales, agricultura, calles, industrias)?* Las heces de animales o humanos cerca del pozo perforado son un riesgo grave para la calidad del agua, en especial cuando no hay zanjas para desviar el agua. La eliminación de otros tipos de residuos (por ej: del hogar, agrarios) también es un riesgo para la calidad del agua.
4. *¿Falta el drenaje o hay uno defectuoso que forme charcos a menos de 3 m del pozo?* Si se acumulan charcos de agua al rededor del pozo perforado, estos pueden proveer una vía para que los contaminantes entren en la fuente de agua.
5. *¿Falta el canal de drenaje o está agrietado, roto, o necesita limpieza?* Una mala construcción o mantenimiento del canal de drenaje, que genere grietas y roturas, en especial si se lo combina con derrame de agua y malas condiciones sanitarias, representa un alto riesgo para la calidad del agua.
6. *¿La vereda al rededor del pozo tiene menos de 2 m de diámetro?* La vereda (también llamada plataforma o losa) se construye para prevenir que el flujo de agua vuelva a caer en el pozo perforado. Para hacerlo correctamente, la vereda debe tener al menos 2 m de diámetro.
7. *¿El agua derramada se acumula en la vereda?* Si el agua no drena de la zona de la vereda, entonces el agua (probablemente contaminada) puede fluir nuevamente dentro de la fuente de agua.
8. *¿La vereda del pozo está agrietada o dañada?* Las grietas en el concreto, especialmente las profundas, pueden hacer que el agua vuelva al pozo.
9. *¿La bomba manual está floja en el punto de agarre? Para las bombas de soga y polea, ¿falta la tapa de la bomba?* Una bomba manual floja o una tapa de bomba faltante pueden ocasionar que el agua contaminada fluya nuevamente a la fuente de agua.
10. *¿Falta la tapa del pozo o está sucia?* La falta de una tapa o una tapa sucia incrementan las posibilidades de contaminación en el pozo.

Formulario de inspección sanitaria adaptado de:

Organización Mundial de la Salud (2012). Evaluación rápida de la calidad del agua potable: Manual de implementación. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2005). Planes de seguridad para el agua: Manejo de la calidad del agua potable de la captación al consumidor. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (1997). Valores de referencia sobre la calidad del agua potable, Segunda edición, Volumen 3, Vigilancia y control de suministros a la comunidad. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwg2v1/en/index2.html



Formulario de inspección sanitaria: agua entubada

Parte 1. Información general:

- a. Casa:.....
- b. Fuente de agua:
- c. Pueblo/Ciudad:.....
- d. ¿Se tomó muestra de agua? Identificación de la muestra
- e. Fecha de la visita:

Parte 2. Evaluación de riesgo: Marque con un círculo la respuesta que usted considere más apropiada. 'Sí' significa que existe un posible riesgo y 'No' que hay muy poco o ningún tipo de riesgo. Vea la explicación al reverso.

Observaciones

- | | |
|--|-----|
| 1. ¿El grifo está situado fuera de la casa (p. ej. en el patio)? | S/N |
| 2. ¿El agua se encuentra almacenada en un recipiente dentro de la casa? | S/N |
| 3. ¿El tanque de almacenamiento de agua o alguno de los grifos tiene fugas o está dañado? | S/N |
| 4. ¿Se comparte alguno de los grifos con otras casas? | S/N |
| 5. ¿La superficie alrededor del recipiente se encuentra sucia? | S/N |
| 6. ¿Existen fugas en las tuberías de la casa? | S/N |
| 7. ¿Existe la posibilidad de que algún animal tenga acceso a la zona que rodea las tuberías? | S/N |
| 8. ¿Los usuarios han informado roturas en las tuberías en la última semana? | S/N |
| 9. ¿Se ha producido algún corte en el suministro de agua en los últimos 10 días? | S/N |
| 10. ¿El agua doméstica procede de más de una fuente? | S/N |

Riesgo de contaminación (sume el número de respuestas 'Sí') :/10

Parte 3. Resultados y comentarios:

- a. Riesgo de contaminación (marque la casilla que corresponda):

9-10 = Muy alto	6-8 = Alto	3-5 = Medio	0-2 = Bajo

- b. ¿El sistema de distribución envía el agua directamente a un tanque de almacenamiento (situado normalmente en el tejado)?
- c. Se observaron los siguientes riesgos:

Parte 4. Nombre y firma de los inspectores:



Notas explicativas: Agua doméstica entubada

1. *¿El grifo está situado fuera de la casa (p. ej. en el patio)?* Los grifos ubicados en los patios tienen mayores posibilidades de dañarse, especialmente si existen animales que tienen acceso al patio (véase la pregunta 7). El estado de limpieza del patio también puede suponer un riesgo para la calidad del agua (véase la pregunta 5).
2. *¿El agua se encuentra almacenada en un recipiente dentro de la casa?* Existe un riesgo de contaminación durante y después de la recogida del agua del grifo, por ejemplo, provocada por la suciedad de las manos o por haber utilizado un recipiente sucio (véase el formulario de inspección sanitaria para recipientes domésticos).
3. *¿El tanque de almacenamiento de agua o alguno de los grifos presenta fugas o está dañado?* En caso de que el tanque de almacenamiento o los grifos presenten fugas o se encuentren dañados, las grietas pueden ser una vía de acceso a los contaminantes en el agua. Deberá comprobar si existen fugas de agua en los grifos o si se trata de salpicaduras de agua. Si el agua procedente del sistema de distribución pasa directamente a un tanque de almacenamiento (ubicado normalmente en el tejado), indíquelo en la Parte 3 del formulario.
4. *¿Se comparte alguno de los grifos con otras casas?* Los grifos compartidos pueden no estar en buen estado de mantenimiento, ya que no existe un único propietario y, por lo tanto, tampoco un único responsable.
5. *¿La superficie alrededor del recipiente se encuentra sucia?* Las heces, la basura y otros residuos constituyen un riesgo para la calidad del agua.
6. *¿Existen fugas en las tuberías de la casa?* Deberá revisar las tuberías que se encuentran a la vista y comprobar, junto con los demás miembros del domicilio, si existe alguna otra posible fuga.
7. *¿Existe la posibilidad de que algún animal tenga acceso a la zona que rodea las tuberías?* Si los animales pueden acceder a las tuberías o a los grifos, es posible que dañen la estructura o que contaminen la zona con sus heces. Deberá comprobar si normalmente hay animales en la zona preguntando a los miembros de la casa y realizando una comprobación visual en busca de señales de la presencia de animales o heces.
8. *¿Los usuarios han informado roturas en las tuberías en la última semana?* Las roturas en las tuberías (o las grandes fugas) suponen un riesgo para la calidad del agua, ya que los contaminantes pueden introducirse en el sistema a través de la rotura. Deberá preguntar a los miembros de la casa si existen roturas en las tuberías. También puede comprobar si se ha desinfectado el sistema desde que la última rotura fue arreglada.
9. *¿Se ha producido algún corte en el suministro de agua en los últimos 10 días?* Cuando se produce un corte, las tuberías de distribución se vacían y las diferencias de presión pueden provocar que el agua (y los limos) de la tierra se introduzcan en las tuberías. La tierra puede estar contaminada y, por lo tanto, suponer un riesgo para la calidad del agua. Deberá preguntar a los miembros de la casa si se han producido cortes (y, si es posible, anote con qué frecuencia y su duración).
10. *¿El agua doméstica procede de más de una fuente?* Las diferentes fuentes de agua pueden poseer diversas propiedades y puede que no todas sean "mejoradas" o ser "seguras". Puede tratarse de un suceso puntual, provocado por factores como la disponibilidad de recursos o la longitud de colas en los puntos de recogida de agua. Deberá preguntar a los miembros de la casa acerca del uso de agua procedente de una única fuente o de varias (en diferentes estaciones o cuando se producen cortes).

Formulario de inspección sanitaria adaptado de:

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2005). Water Safety Plans: Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq2v1/en/index2.html

Formulario de inspección sanitaria: Recipiente de almacenamiento de agua domiciliario

Primera parte. Información general:

- a. Casa:.....
- b. Fuente de agua:
- c. Pueblo/Ciudad:.....
- d. ¿Se tomó muestra de agua? Identificación de la muestra
- e. Fecha de la visita:

Segunda parte. Evaluación de riesgos: Marque con un círculo la respuesta que usted considere más apropiada. 'Sí' significa que existe un posible riesgo y 'No' que hay muy poco o ningún tipo de riesgo. Vea la explicación al reverso.

Observaciones

- | | |
|--|-----|
| 1. ¿Se utiliza el recipiente para almacenar otros líquidos o materiales? | S/N |
| 2. ¿El recipiente se encuentra al ras del suelo? | S/N |
| 3. ¿La tapa o cubierta del recipiente se encuentra en su lugar? o ¿no está? | S/N |
| 4. ¿El recipiente tiene grietas, fugas o se encuentra sucio? | S/N |
| 5. ¿La superficie alrededor del recipiente se encuentra sucia? | S/N |
| 6. ¿Hay animales que tengan acceso a la superficie alrededor del recipiente? | S/N |
| 7. La llave o utensilio (por ejemplo, una taza o un cucharón) que se utilizan para extraer agua del recipiente, ¿se encuentran sucios? | S/N |
| 8. ¿Se utiliza el agua del recipiente para lavar o bañarse? | S/N |
| 9. ¿Se ha producido algún corte en el suministro de agua en los últimos 10 días? | S/N |
| 10. ¿El agua almacenada proviene de más de una fuente? | S/N |

Riesgo de contaminación (sume el número de respuestas 'Sí') :/10

Tercera parte. Resultados y comentarios:

- a. Riesgo de contaminación (marque la casilla que corresponda):

9-10 = Muy alto	6-8 = Alto	3-5 = Medio	0-2 = Bajo

- b. Se observaron los siguientes riesgos:

Parte 4. Nombre y firma de los inspectores:



Notas explicativas: recipiente de almacenamiento de agua domiciliar

1. *¿Se utiliza el recipiente para almacenar otros líquidos o materiales?* Si existen otros líquidos o materiales en contacto con el recipiente, éstos podrían estar contaminados y en consecuencia podrían ser un riesgo para la calidad del agua. Tendrá que cerciorarse visualmente de que no haya otros líquidos o materiales en el recipiente y además deberá preguntar a los miembros de la familia.
2. *¿El recipiente se encuentra al ras del suelo?* Poner el recipiente en el suelo representa un riesgo para la calidad del agua, en especial si la limpieza (saneamiento e higiene) del lugar no es adecuada. Puede corroborar la ubicación del recipiente de manera visual.
3. *¿La tapa o cubierta del recipiente se encuentra en su lugar? o ¿no está?* El agua almacenada en recipientes descubiertos se contamina fácilmente. Puede buscar la tapa o cubierta y preguntar a los miembros de la familia.
4. *¿El recipiente tiene grietas, fugas o se encuentra sucio?* Un recipiente dañado podría ser una forma de que los contaminantes entren al agua. Deberá comprobar si hay una fuga de agua del recipiente o si se trata de agua que fue derramada. Un recipiente sucio constituye un riesgo para la calidad del agua.
5. *¿La superficie alrededor del recipiente se encuentra sucia?* Las heces, la basura y otros residuos constituyen un riesgo para la calidad del agua.
6. *¿Hay animales que tengan acceso a la superficie alrededor del recipiente?* Los animales pueden contaminar la superficie o el recipiente con heces. Deberá preguntar a los otros miembros de la familia si normalmente hay animales en la zona y además deberá estar atento para comprobar si hay rastros de heces o animales.
7. *La llave o utensilio (por ejemplo, una taza o un cucharón) que se utilizan para extraer agua del recipiente, ¿se encuentran sucios?* Si la llave se encuentra sucia o si no está, el utensilio que se utiliza para recolectar agua puede estar sucio y de esta manera se introduce la contaminación al recipiente.
8. *¿Utiliza el agua del recipiente para lavar o bañarse?* El agua puede contaminarse (por ejemplo, por suciedad en las manos) cuando se recolecta para lavar o bañarse.
9. *¿Se ha producido algún corte en el suministro de agua en los últimos 10 días?* Cuando se produce un corte, las tuberías de distribución se vacían y las diferencias de presión pueden provocar que el agua (y los limos) de la tierra ingresen en las tuberías. La tierra puede estar contaminada y, por lo tanto, suponer un riesgo para la calidad del agua. Además, el agua almacenada puede provenir de otras fuentes "no mejoradas". Deberá preguntar a los miembros de la familia si se han producido cortes (si es posible, anote con qué frecuencia y su duración).
10. *¿El agua almacenada proviene de más de una fuente?* Las diferentes fuentes de agua pueden poseer diversas propiedades y puede que no todas sean "mejoradas" o ser "seguras". Puede tratarse de un suceso propio de la estación del año, agravado por factores como la disponibilidad de recursos o la longitud de colas en los puntos donde se recoge el agua. Deberá preguntar a los miembros de la casa si utilizan una o varias fuentes de agua (en diferentes estaciones del año o cuando se producen cortes).

Formulario de inspección sanitaria adaptado de:

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2005). Water Safety Plans: Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html



Formulario de inspección sanitaria - Pozo excavado abierto

Parte 1. Información general:

- a. Ubicación:.....
- b. Pueblo/Ciudad:.....
- c. Personas a las que suministra:
- d. ¿Se tomó muestra de agua? Identificación de la muestra
- e. Fecha de la visita:

Parte 2. Evaluación de riesgo: Marque con un círculo la respuesta que usted considere más apropiada. 'Sí' significa que existe un posible riesgo y 'No' que hay muy poco o ningún tipo de riesgo. Vea la explicación al reverso.

Observación

- | | |
|--|-----|
| 1. ¿Hay una letrina a menos de 10 m del pozo? | S/N |
| 2. ¿Hay una letrina u otra fuente de contaminación fecal cuesta arriba del pozo? | S/N |
| 3. ¿Hay alguna otra fuente de contaminación a menos de 10 m del pozo?
(por ej: animales, agricultura, carreteras, fábricas, etc.) | S/N |
| 4. ¿No hay drenaje o está defectuoso y se crean charcos a menos de 2 m del pozo? | S/N |
| 5. ¿Falta el canal de drenaje o está agrietado, roto, o necesita limpieza? | S/N |
| 6. ¿El muro (parapeto) de la parte superior del pozo está defectuoso permitiendo que el agua de la superficie entre en el pozo? | S/N |
| 7. La plataforma del pozo, ¿tiene menos de 2 m de diámetro? | S/N |
| 8. ¿Los muros del pozo presentan alguna fisura en algún lugar desde el suelo hasta tres metros de profundidad? | S/N |
| 9. ¿La vereda del pozo está agrietada o dañada? | S/N |
| 10. ¿Se ha dejado la cuerda o el cubo del pozo en alguna posición o lugar donde se hayan podido contaminar? | S/N |
| 11. ¿La valla alrededor del pozo es inadecuado? | S/N |

Riesgo de contaminación (sume el número de respuestas 'Sí') :/11

Parte 3. Resultados y comentarios:

- a. Riesgo de contaminación (marque la casilla que corresponda):

9-11 = Muy alto	6-8 = Alto	3-5 = Medio	0-2 = Bajo

- b. Se observaron los siguientes riesgos:

Parte 4. Nombre y firma de los inspectores:



Notas explicativas: pozo excavado abierto

1. *¿Hay una letrina a menos de 10 m del pozo?* Las letrinas cerca de los suministros de aguas subterráneas pueden afectar la calidad del agua (por ej: por infiltración). Tal vez necesite corroborar visualmente las estructuras para ver si son letrinas además de preguntar a los propietarios.
2. *¿Hay una letrina u otra fuente de contaminación fecal cuesta arriba del pozo?* La contaminación en suelos más altos representa un riesgo, en especial en época de lluvias, debido a que las heces (y otros contaminantes) pueden fluir hacia la fuente de agua. El riesgo es mayor si no hay un desvío del agua de superficie. Las aguas subterráneas también pueden fluir hacia el pozo desde la letrina.
3. *¿Hay alguna otra fuente de contaminación a menos de 10 m del pozo (por ej: animales, agricultura, calles, fábricas, etc)?* Las heces de animales o humanos cerca del pozo perforado suponen un riesgo importante para la calidad del agua, en especial cuando no hay zanjias o acequias que desvíen el agua. La eliminación de otros tipos de residuos (por ej: domésticos, agrarios) de forma no controlada también es un riesgo para la calidad del agua.
4. *¿Falta el drenaje o hay uno defectuoso que forme charcos a menos de 2 m del pozo?* Si se acumulan charcos de agua alrededor del pozo, estos pueden proveer una vía para que los contaminantes entren en la fuente de agua.
5. *¿Falta el canal de drenaje o está agrietado, roto, o necesita limpieza?* Una mala construcción o un mal mantenimiento del canal de drenaje que pueda generar grietas y roturas representa un alto riesgo para la calidad del agua, especialmente si también existe un derrame de agua y malas condiciones sanitarias.
6. *¿El muro (parapeto) de la parte superior del pozo está defectuoso permitiendo que el agua de superficie del muro entre en el pozo? El agua de superficie suele estar contaminada, por lo cual si entra en el pozo puede suponer un gran riesgo de contaminación.*
7. *La plataforma del pozo, ¿tiene menos de 2 m de diámetro?* La vereda (también llamada plataforma o losa) se construye para prevenir que el flujo de agua vuelva a caer en el pozo. Para hacerlo correctamente, la vereda debe tener al menos 2 m de diámetro.
8. *¿Los muros del pozo presentan alguna fisura en algún lugar desde el suelo hasta tres metros de profundidad?* Los pozos mal contruidos permiten que la contaminación se infiltre dentro del pozo y contamine el agua.
9. *¿La vereda del pozo está agrietada o dañada?* Las grietas en el concreto, especialmente las profundas, pueden permitir que el reflujo vuelva al pozo.
10. *¿Se ha dejado la cuerda o el cubo del pozo en alguna posición o lugar donde se hayan podido contaminar?* Una cuerda y un cubo sucios pueden contaminar el agua rápidamente.
11. *¿Está la valla alrededor del pozo en buen estado?* Si no hay ninguna valla o si está dañada, los animales podrán tener acceso al manantial y dañar su estructura, además de contaminar el área con sus heces. Deberá revisar el vallado además de comprobar si hay animales que frecuenten la zona (en ocasiones, se deja a los animales en la zona vallada por razones de seguridad).

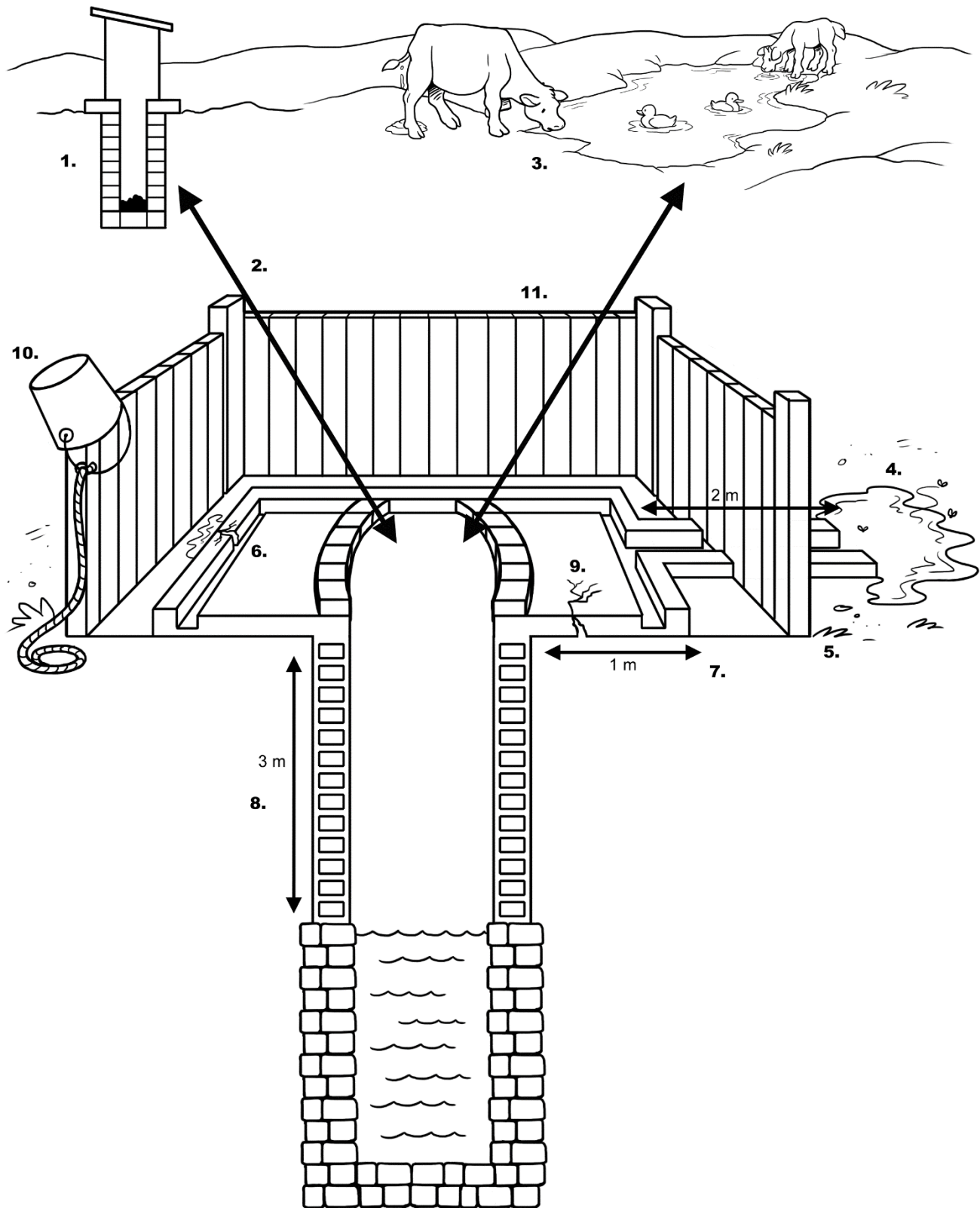
Formulario de inspección sanitaria adaptado de:

Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2005). Water Safety Plans: Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html

Ilustración de un pozo excavado abierto



Formulario de inspección sanitaria - Manantial protegido

Parte 1. Información general:

- a. Ubicación del manantial:
- b. Pueblo/Ciudad:
- c. Personas a las que suministra:
- d. ¿Se tomó muestra de agua? Identificación de la muestra
- e. Fecha de la visita:

Parte 2. Evaluación de riesgo: Marque con un círculo la respuesta que usted considere más apropiada. 'Sí' significa que existe un posible riesgo y 'No' que hay muy poco o ningún tipo de riesgo. Vea la explicación en el reverso.

Observaciones

- | | |
|--|-----|
| 1. ¿Falta el contenedor de captación del manantial, o tiene defectos? | S/N |
| 2. ¿Tiene defectos o presenta deterioro la construcción o el relleno que protege el manantial? | S/N |
| 3. Si hay un contenedor del manantial, ¿tiene una cubierta de inspección que no es sanitaria? | S/N |
| 4. ¿Hay en el contenedor del manantial sedimentos contaminantes o animales? | S/N |
| 5. ¿Presenta la construcción alguna salida de aire y es poco sanitaria? | S/N |
| 6. ¿Hay un tubo de desbordamiento? ¿Es poco sanitario? | S/N |
| 7. ¿La valla alrededor del manantial es inadecuado? | S/N |
| 8. ¿Pueden acercarse los animales a menos de 10 metros del manantial? | S/N |
| 9. ¿Falta una zanja para desviar el agua por encima del manantial o no funciona correctamente? | S/N |
| 10. ¿Existen otras fuentes de contaminación situadas cuesta arriba del manantial (como letrinas o residuos)? | S/N |

Riesgo de contaminación (sume el número de respuestas con 'Sí'):/10

Parte 3. Resultados y comentarios:

- a. Riesgo de contaminación (marque la casilla que corresponda):

9-10 = Muy alto	6-8 = Alto	3-5 = Medio	0-2 = Bajo

- b. Se observaron los siguientes riesgos:

Parte 4. Nombre y firma de los inspectores:



Notas aclaratorias: manantial protegido

1. *¿Falta el contenedor de captación del manantial, o tiene defectos?* El contenedor ayuda a proteger el agua para que no se contamine con la entrada de agua de la superficie. La calidad del agua puede correr riesgos si no hay contenedor o si éste presenta defectos.
2. *¿Tiene defectos o presenta deterioro la construcción o el relleno que protege el manantial?* La construcción desvía la entrada de agua de superficie del contenedor del manantial, lo cual protege la fuente de agua para que no se contamine. La zona de relleno protege la construcción y ayuda a desviar la entrada de agua.
3. *Si hay un contenedor del manantial, ¿tiene una cubierta de inspección que no es sanitaria?* Si la cubierta de inspección (en caso de que haya una) está sucia, entonces la fuente de agua puede contaminarse.
4. *¿Hay en el contenedor del manantial sedimentos contaminantes o animales?* La acumulación de lodo o los animales que tengan acceso al contenedor del manantial pueden ser una fuente de contaminación.
5. *¿Presenta la construcción alguna salida de aire y es poco sanitaria?* Una salida de aire que esté sucia puede ser otra fuente de contaminación del agua.
6. *¿Hay un tubo de desbordamiento? ¿Es poco sanitario?* Si el agua no drena de la zona, entonces puede fluir de nuevo (probablemente contaminada) hacia la fuente de agua o el suelo puede erosionarse y provocar daños al contenedor del manantial.
7. *¿La valla alrededor del manantial es inadecuado?* Si no hay ninguna valla o si está dañada, los animales podrán tener acceso al manantial y dañar su estructura, además de contaminar el área con sus heces. Deberá revisar el vallado en la instalación además de comprobar si hay animales que frecuenten la zona (en ocasiones, se deja a los animales en la zona vallada por razones de seguridad).
8. *¿Pueden acercarse los animales a menos de 10 metros del manantial?* Los animales pueden causar daños al contenedor del manantial además de contaminar el área con sus heces. Deberá revisar el vallado en la instalación además de comprobar si hay animales que frecuenten la zona.
9. *¿Falta una zanja para desviar el agua por encima del manantial o no funciona correctamente?* La zanja de desvío protege la fuente de agua de la entrada de agua de la superficie que pueda estar contaminada, y la aleja del contenedor hacia abajo. Si la zanja está llena de residuos o no se cava de forma correcta, entonces la escorrentía agua se puede acumular y entrar a la fuente, lo que pondría en riesgo la calidad del agua.
10. *¿Existen otras fuentes de contaminación situadas cuesta arriba del manantial (como letrinas o residuos)?* La contaminación en suelos más altos representa un riesgo, en especial en época de lluvias, debido a que las heces (y otros elementos contaminantes) pueden fluir hacia la fuente de agua. El riesgo es mayor si no hay un desvío del agua de superficie. Las aguas subterráneas también pueden fluir hacia el contenedor del manantial desde la letrina.

Formulario de inspección sanitaria adaptado de:

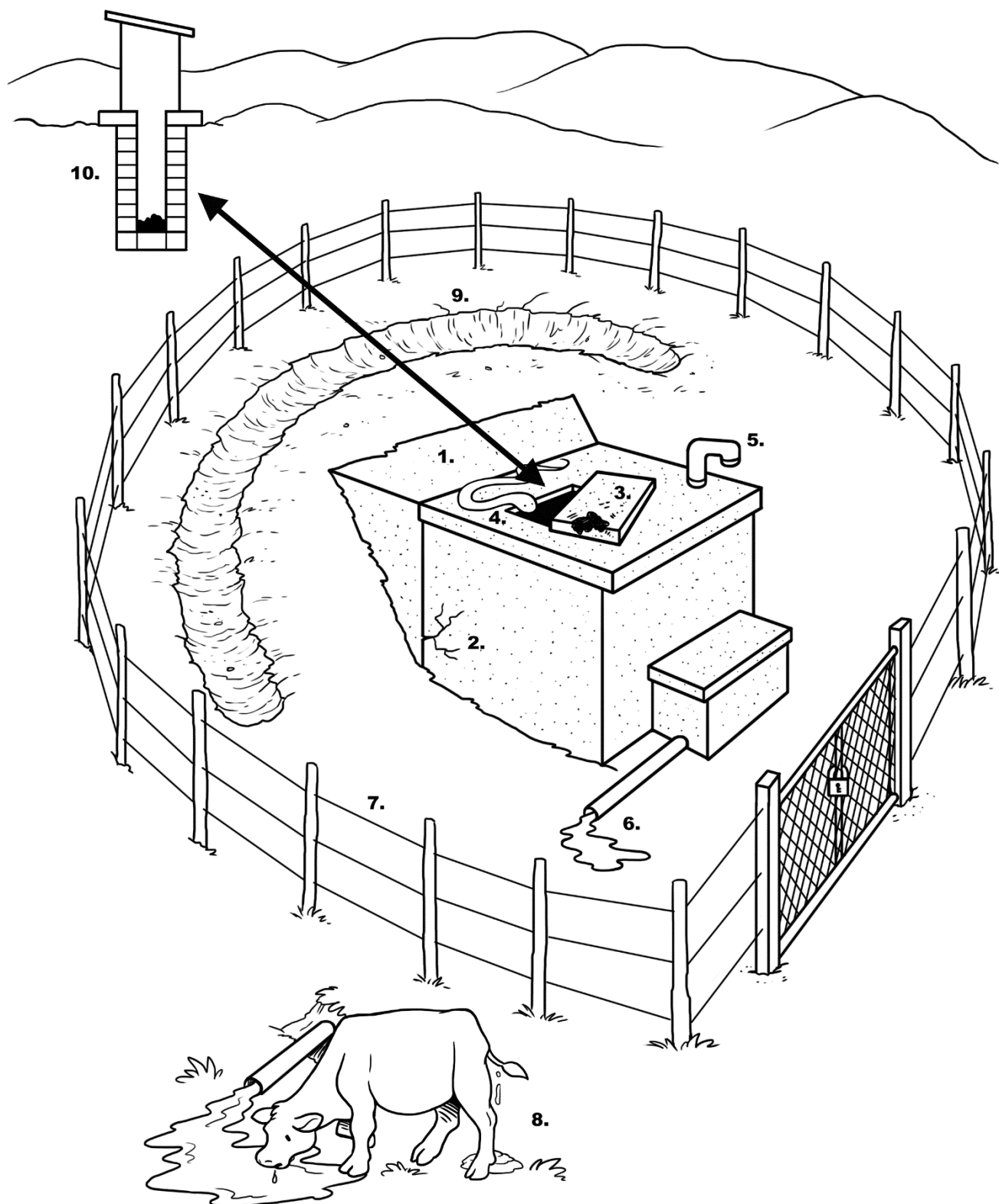
Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2005). Water Safety Plans: Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html



Ilustración de un manantial protegido



Formulario de inspección sanitaria - Tanque de almacenamiento de agua de lluvia

Parte 1. Información general:

- a. Ubicación del tanque:
- b. Pueblo/Ciudad:
- c. Personas a las que suministra:
- d. ¿Se tomó muestra de agua? Identificación de la muestra
- e. Fecha de la visita:

Parte 2. Evaluación de riesgo: Marque con un círculo la respuesta que usted considere más apropiada. 'Sí' significa que existe un posible riesgo y 'No' que hay muy poco o ningún tipo de riesgo. Vea la explicación en el reverso.

Observación

- | | |
|---|-----|
| 1. ¿Hay signos visibles de contaminación en el tejado? (por ejemplo: heces, suciedad, hojas) | S/N |
| 2. ¿El sistema de canaletas que recolecta el agua de lluvia está sucio u obstruido? | S/N |
| 3. ¿Hay algún problema con la caja del filtro o con el sistema del primer desagüe en la entrada del tanque? | S/N |
| 4. ¿Hay algún otro punto de entrada tanque que no esté correctamente tapado? | S/N |
| 5. ¿Está agrietada o dañada la pared o la parte superior del tanque? | S/N |
| 6. ¿El grifo gotea o está roto? | S/N |
| 7. ¿Falta el suelo de concreto bajo el grifo, o está roto o sucio? | S/N |
| 8. La zona de recolecta de agua ¿no tiene un drenaje adecuado? | S/N |
| 9. ¿Hay alguna fuente de contaminación alrededor del tanque o de la zona de recolecta de agua? | S/N |
| 10. ¿Se está utilizando algún cubo y se ha dejado en un lugar donde se puede contaminar? | S/N |

Riesgo de contaminación (sume el número de respuestas con 'Sí'):/10

Parte 3. Resultados y comentarios:

- a. Riesgo de contaminación (marque la casilla que corresponda):

9-10 = Muy alto	6-8 = Alto	3-5 = Medio	0-2 = Bajo

- b. Se observaron los siguientes riesgos:

Parte 4. Nombre y firma de los inspectores:



Notas explicativas: Tanque de recolección de agua de lluvia

1. *¿Hay signos visibles de contaminación en el tejado? (por ejemplo: heces, suciedad, hojas)* La calidad del agua está en riesgo si el tejado está sucio o contaminado.
2. *¿El sistema de canaletas que recolecta el agua de lluvia está sucio u obstruido?* Las canaletas sucias pueden contaminar el agua de lluvia o introducir suciedad en el tanque, igual que el tejado.
3. *¿Hay algún problema con la caja del filtro o con el sistema del primer desagüe en la entrada del tanque?* Los tanques de recolección de agua de lluvia deben disponer de una manera de desviar las primeras aguas recogidas durante una tormenta. Esas primeras aguas (especialmente al final de la estación seca) pueden contener vegetación, suciedad, y excrementos de animales procedentes del tejado, lo que supone un riesgo para la calidad del agua.
4. *¿Hay algún otro punto de entrada tanque que no esté correctamente tapado?* Los tanques de recolección de agua de lluvia que tienen aperturas cogen polvo y suciedad procedente del aire, lo que supone un posible riesgo para la calidad del agua. En ellos también se pueden criar mosquitos, y los mosquitos pueden propagar el dengue y la malaria, lo que supone un riesgo para la salud (aunque no un riesgo para la calidad del agua).
5. *¿Está agrietada o dañada la pared o la parte superior del tanque?* Las grietas profundas pueden permitir que la contaminación llegue al agua de lluvia almacenada en el tanque.
6. *¿El grifo gotea o está roto?* Un grifo roto puede ser una vía de entrada de contaminación. Tiene que comprobar que el agua alrededor del grifo procede de una gotera y no es simplemente agua derramada.
7. *¿Falta el suelo de concreto bajo el grifo, o está roto o sucio?* Si falta el drenaje bajo el grifo o está dañado, pueden formarse charcos de agua, lo que supone un riesgo.
8. *La zona de recolecta de agua ¿no tiene un drenaje adecuado?* Si el agua no drena de la zona de recolecta, entonces puede fluir de nuevo (probablemente contaminada) hacia la fuente de agua o el suelo puede erosionarse y provocar daños al tanque.
9. *¿Hay alguna fuente de contaminación alrededor del tanque o de la zona de recolecta de agua?* Las heces, la basura y otros residuos constituyen un riesgo para la calidad del agua.
10. *¿Se está utilizando algún cubo y se ha dejado en un lugar donde se puede contaminar?* Los cubos, tazas u otros recipientes utilizados para recoger el agua tienen que almacenarse adecuadamente y mantenerse limpios para que no se contamine el agua potable segura.

Formulario de inspección sanitaria adaptado de:

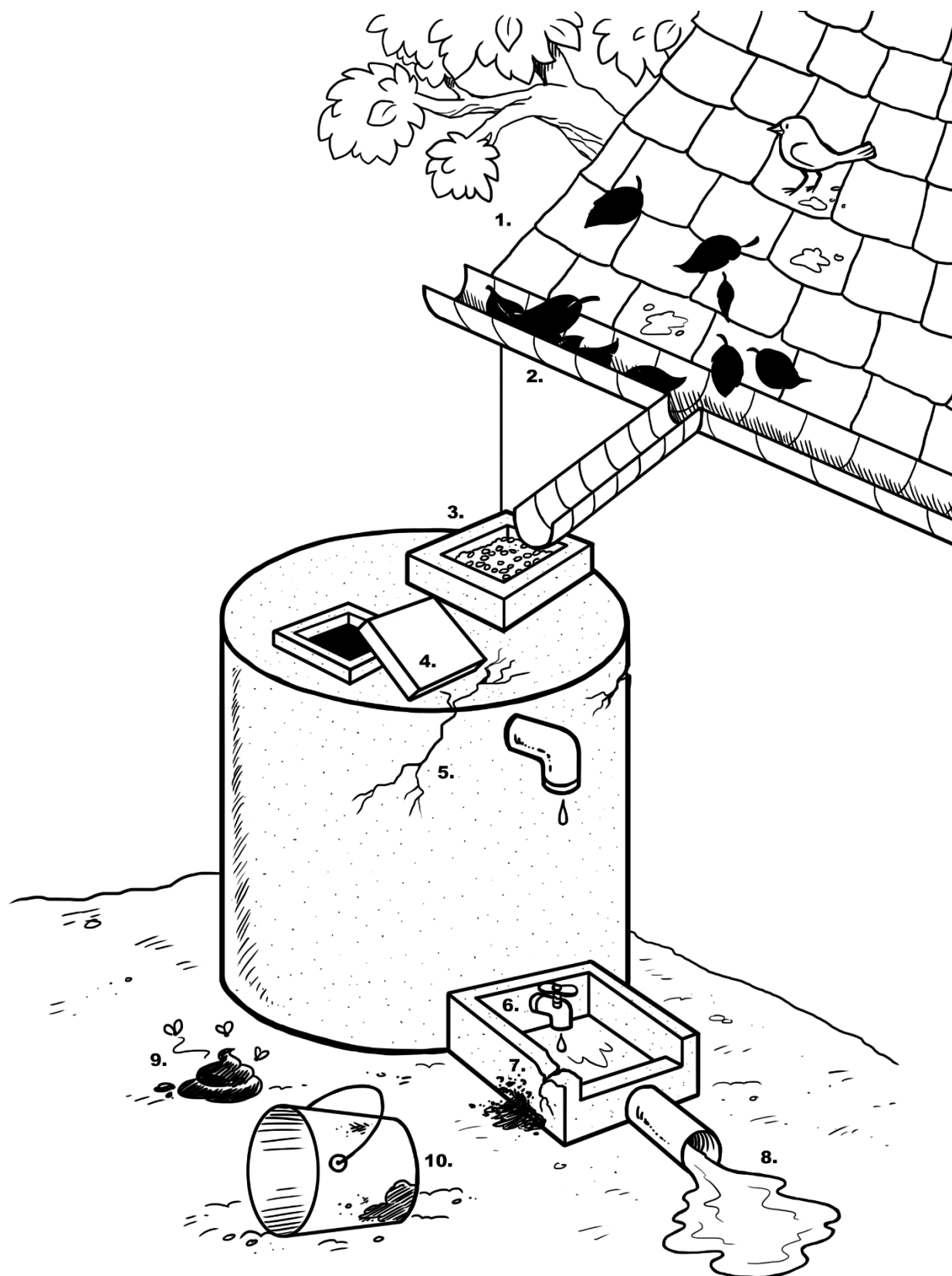
Organización Mundial de la Salud (2012). Rapid Assessment of Drinking-Water Quality: A Handbook for Implementation. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/rapid_assessment/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2005). Water Safety Plans: Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/wsp0506/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (1997). Guidelines for Drinking Water Quality, Second Edition, Volume 3, Surveillance and Control of Community Supplies. OMS, Ginebra, Suiza. Disponible (en inglés) en:
www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq2v1/en/index2.html



Imagen de un tanque de recolección de agua de lluvia



Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 2: Hojas de productos



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto - Colorímetro

Nombre del producto: Colorímetro multiparámetro portátil DR 900 (Producto Nro.9385100)

Tipo de análisis: Colorímetro

Descripción: Este colorímetro funciona a pila, es a prueba de agua y de polvo. Puede probar hasta 90 de los químicos y parámetros físicos más comunes en el agua de consumo: cloro, fluoruro, hierro, manganeso, nitrato/nitrito, pH y turbiedad. El colorímetro puede almacenar hasta 500 conjuntos de datos con una identificación de la muestra y del usuario. Puede transferir datos utilizando un cable USB cable sin necesidad de software ni accesorios. Los idiomas del usuario incluyen inglés, francés y español (entre otros). Incluye: dos frascos de vidrio de 25 mL, dos frascos de plástico de 10 mL, un cable USB y cuatro pilas AA.

Fabricante(s): Hach Company
Loveland, Colorado
EE.UU.
Tel: 1-800-227-4224
Fax: +1-970-669-2932
Correo electrónico: orders@hach.com

Fuera de EE.UU.:
Tel: +1-970-669-3050
Fax: +1-970-461-3939
Correo electrónico: int@hach.com
Sitio web: www.hach.com

Distribuidor(es): Varios distribuidores alrededor del mundo
Sitio web: www.hach.com/global-distributor-support

Disponibilidad: EE.UU. e internacional

Costo: Aproximadamente US\$1.500

Almacenamiento: 0-50°C, máximo 90% de humedad relativa

Mantenimiento: Las pilas deben ser reemplazadas cada 6 meses aproximadamente (basado en y lecturas diarias o por semana), 2 años de garantía



Colorímetro multiparámetro portátil DR 900 (Fuente: Hach)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto - Colorímetro

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Kit de análisis de arsénico

Nombre del producto: Kit para análisis de arsénico sobre el terreno

Tipo de análisis: Colorimétrico

Descripción: ENPHO ha desarrollado un kit semicuantitativo de bajo costo para analizar el arsénico en el agua de consumo sobre el terreno. El kit utiliza la comparación visual por colores para obtener resultados dentro del rango de 10-500 µg/L. El kit de análisis es fácil de utilizar, es portátil, y obtiene resultados rápidos (en 10 minutos); no obstante, no es tan exacto o preciso como los kits de análisis digitales. Los reactivos pueden ser repuestos por ENPHO.

Fabricante: Environment and Public Health Organization (Organización de Medio Ambiente y Salud Pública), ENPHO
110/25 Adarsa Marg-1, Thapagaon, New Baneshwor,
G.P.O Box No: 4102
Kathmandu (East), Nepal
Tel: + 977-1-4468641, 4493188
Fax: + 977-1-4491376
Correo electrónico: enpho@enpho.org
Página web: www.enpho.org/field-test-kits.html

Distribuidores: Ninguno

-Disponibilidad: ENPHO está dispuesta a enviar el producto desde Nepal a otros países.

Costo: 5700,00 NPR (aproximadamente 58 USD) por 50 kits de análisis (más el 13% de IVA)



Kit para análisis de arsénico sobre el terreno de ENPHO
(Autor: ENPHO)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Kit de análisis de arsénico

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua.... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Kit de análisis de arsénico

Nombre del producto:	Kit de pruebas de arsénico de bajo rango (Producto #2800000)
Tipo de análisis:	Tiras reactivas
Descripción:	Las tiras reactivas proveen un análisis de comparación simple y visual para el arsénico. Los resultados se miden en pequeñas cantidades de 0, 10, 30, 50, 70, 300, 500 µg/L. Incluye reactivos, tiras reactivas, recipientes de reacción, una cuchara de medición, instrucciones y una caja para el transporte
Fabricante:	Hach Company Loveland, Colorado EE.UU. Tel: 1-800-227-4224 Fax: +1-970-669-2932 Correo electrónico: orders@hach.com Fuera de EE.UU.: Tel: +1-970-669-3050 Fax: +1-970-461-3939 Correo electrónico: int@hach.com Sitio web: www.TWT.com
Distribuidores:	Varios distribuidores alrededor del mundo Sitio web: www.hach.com/global-distributor-support
Disponibilidad:	EE.UU. e internacional
Costo:	Necesita comunicarse con Hach
Almacenamiento:	Contiene mercurio, almacenar de acuerdo a las instrucciones del fabricante
Mantenimiento	El equipo se debe limpiar de acuerdo a las instrucciones del fabricante; los residuos deben ser desechados de acuerdo a las normas locales



Kit de pruebas de arsénico de bajo rango (Fuente: Hach)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Kit de análisis de arsénico

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto - Comparador de colores para cloro

Nombre del producto:	Kit de análisis de cloro (libre & total) y pH (Modelo CN-67)
Tipo de análisis:	Comparador de color
Descripción:	Este kit de análisis portátil cuenta con discos de colores y un comparador para monitorear el cloro libre y total y también el pH. El kit tiene todos los reactivos y equipo necesario en una caja de transporte para realizar análisis en el campo. El kit de análisis puede utilizarse para medir el cloro libre y/ o cloro total, con un rango de 0 - 3,5 mg/L. Incluye reactivos, dos discos de colores, una caja con el comparador y dos tubos que permiten la visualización.
Fabricante:	Hach Company Loveland, Colorado EE.UU. Tel: 1-800-227-4224 Fax: +1-970-669-2932 Correo electrónico: orders@hach.com Fuera de EE.UU.: Tel: +1-970-669-3050 Fax: +1-970-461-3939 Correo electrónico: int@hach.com Sitio web: www.hach.com
Distribuidores:	Varios distribuidores alrededor del mundo Sitio web: www.hach.com/global-distributor-support
Disponibilidad:	EE.UU. e internacional
Costo:	US\$90 por cada kit de análisis (300 muestras) US\$27 por cada recarga de reactivos (50)
Almacenamiento:	0-50°C, 0-90% de humedad relativa
Mantenimiento:	Limpiar de acuerdo a las instrucciones del fabricante
Otros productos necesarios:	Se recomiendan las pipetas y puntas de pipeta



Kit de análisis de cloro (libre & total) y de pH (Fuente: Hach)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto - Comparador de colores para cloro

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto - Colorímetro para fluoruro

Nombre del producto:	Colorímetro Pocket™ II, Fluoruro (Producto # 2513100)
Tipo de análisis:	Colorímetro
Descripción:	<p>Este colorímetro de fluoruro funciona a pila, es a prueba de agua y medirá las concentraciones de fluoruro desde 0,03 hasta 2 mg/L. Trae un juego de reactivo (50 análisis), un manual y una caja para el transporte. Los Reactivos Accuvac brindan una alternativa para medir los reactivos. Las ampollas contienen la cantidad exacta de reactivo para un sólo análisis y pueden ser utilizadas como una cubeta de medición. Sólo sumerja la punta de la ampolla en su muestra y corte la punta. Las ampollas de vidrio son envasadas al vacío automáticamente jalan la muestra para dentro. Luego, coloque las ampollas directamente en el colorímetro para realizar el análisis. Incluidos: reactivos, 2-10 mL de muestras de células, 4 pilas AAA, un estuche y un cordón.</p>
Fabricante:	<p>Hach Company Loveland, Colorado EE.UU. Tel: 1-800-227-4224 Fax: +1-970-669-2932 Correo electrónico: orders@hach.com</p> <p>Fuera de EE.UU.: Tel: +1-970-669-3050 Fax: +1-970-461-3939 Correo electrónico: int@hach.com Sitio web: www.hach.com</p>
Distribuidores:	<p>Varios distribuidores alrededor del mundo Sitio web: www.hach.com/global-distributor-support</p>
Disponibilidad:	EE.UU. e internacional
Costo:	<p>US\$427 por kit de análisis (50 análisis) US\$37.28 Kit de reposición para reactivos de fluoruro Accuvac (25 análisis)</p>
Almacenamiento:	0-50°C, 0-90% de humedad relativa
Mantenimiento	Las pilas deben ser reemplazadas luego de realizar aproximadamente 2.000 análisis, 2 años de garantía



Colorímetro Pocket Hach™ II, Fluoruro (Fuente: Hach)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto - Colorímetro para fluoruro

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Kit de análisis de arsénico

Nombre del producto: Arsenator®: Kit digital para análisis de arsénico

Tipo de análisis: Fotómetro

Descripción: El Arsenator® es un kit portátil para análisis de arsénico que ha sido diseñado específicamente para su uso sobre el terreno, y ha sido probado por UNICEF y la OMS. El Arsenator utiliza un fotómetro para medir digitalmente el cambio de color en el papel del filtro de bromuro de mercurio mediante el método Gutzeit. Es más exacto y preciso que los kits de comparación visual del color, y proporciona resultados entre 2 µg/L y 100 µg/L. El kit de análisis incluye:

- Trampa de gas arsénico de tres filtros
- 5 Soportes para el filtro de recolecta de arsénico
- 5 Soportes para el filtro de retirada de arsano
- 10 Filtros de retirada de ácido sulfhídrico
- 420 Reactivos A1 (bolsita de polvo seco)
- 420 Tabletas A2
- 420 Filtros de recolecta de arsénico
- 420 Filtros de retirada de arsano
- Cuadro de comparación de colores (<10 a 500 µg/L)
- Tubo de dilución
- Batería extra
- Bolsas para residuos
- Guantes y pinzas
- Caja de transporte



Arsenator® (Crédito: Palintest)

Fabricante: Palintest Ltd
Palintest House, Kingsway, Team Valley,
Gateshead, Tyne and Wear
United Kingdom, NE11 0NS
Tel: +44 (0) 191 491 0808
Fax: +44 (0) 191 482 5372
Correo electrónico: export@palintest.com
Sitio web: www.palintest.com

Distribuidores: Palintest dispone de oficinas regionales, agentes oficiales y distribuidores en más de 90 países
Correo electrónico: export@palintest.com

Disponibilidad: Reino Unido e internacional

Costo: 650 GBP (aproximadamente 1.055 USD)

Mantenimiento: Es necesario cambiar la pila con regularidad; el equipo se debe limpiar de acuerdo con las instrucciones del fabricante; los residuos se deben eliminar de acuerdo con las normas locales

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Kit de análisis de arsénico

Referencias:

UNICEF (2008). UNICEF Handbook on Water Quality. UNICEF, Nueva York, Estados Unidos.
Disponible (en inglés) en: www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Página web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Comparador de colores

Nombre del producto:	Comparador de contornos
Tipo de análisis:	Comparador de color
Descripción del producto:	<p>El kit comparador de contornos utiliza reactivos en pastillas y gráficos de colores para analizar diferentes parámetros químicos. Simplemente, añada un reactivo en pastillas a la muestra de análisis, coloque el tubo en el comparador y compare el color con el disco de color correspondiente. Cada uno de los kits proporciona con el comparador de contornos, 2 discos de color de contorno, 3 tubos de ensayo, varilla agitadora, cepillo para el tubo de ensayo y reactivos para 30 análisis por parámetro.</p>
Fabricante:	<p>Palintest Ltd Palintest House, Kingsway, Team Valley, Gateshead, Tyne and Wear United Kingdom, NE11 0NS Tel: +44 (0) 191 491 0808 Fax: +44 (0) 191 482 5372 Correo electrónico: export@palintest.com Sitio web: www.palintest.com</p>
Distribuidores:	<p>Palintest dispone de oficinas regionales, agentes oficiales y distribuidores en más de 90 países Correo electrónico: export@palintest.com</p>
Disponibilidad:	Reino Unido e internacional
Costo:	<p>Los kits de contornos para un único parámetro cuestan 39,95 GBP (aproximadamente 65 USD) Los kits de contornos para dos parámetros cuestan 49,95 GBP (aproximadamente 81 USD) Los discos de color de repuesto cuestan 19,95 GBP cada uno (aproximadamente 32 USD)</p>
Mantenimiento:	Limpiar de acuerdo con las instrucciones del fabricante



Izquierda: comparador de contornos con tubos de ensayo y disco de color; derecha: disco de color (Fuente: Palintest)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Comparador de colores

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Fotómetro

Nombre del producto:	Fotómetro 7100 (Producto nº PT740)
Tipo de análisis:	Fotómetro
Descripción del producto:	El fotómetro 7100 puede analizar más de 40 parámetros químicos, incluidos fluoruro, nitrato, nitrito, hierro, manganeso y pH. Se añade un reactivo a la muestra de agua y el fotómetro evalúa el color que se forma en la muestra de análisis, mostrando las lecturas digitales en una pantalla LCD. Es resistente al agua y funciona con pilas de tipo 3 AA. Los idiomas que se muestran son inglés, francés, alemán, español e italiano.
Fabricante:	Palintest Ltd Palintest House, Kingsway, Team Valley, Gateshead, Tyne and Wear United Kingdom, NE11 0NS Tel: +44 (0) 191 491 0808 Fax: +44 (0) 191 482 5372 Correo electrónico: export@palintest.com Sitio web: www.palintest.com
Distribuidores:	Palintest dispone de oficinas regionales, agentes oficiales y distribuidores en más de 90 países Correo electrónico: export@palintest.com
Disponibilidad:	Reino Unido e internacional
Costo:	670 GBP (aproximadamente 1.087 USD) Los reactivos se venden por separado.
Mantenimiento:	Es necesario cambiar las pilas. Debe ser calibrado de acuerdo con las instrucciones del fabricante.



Fotómetro 7100 (Fuente: Palintest)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis químico

Hoja de producto: Fotómetro

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Incluya la dirección de nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo: microbiológico

Ficha técnica del producto Petrifilm™

Nombre del producto:	3M™ Petrifilm™ <i>E. coli</i> /Placas de recuento de coliformes
Tipo de ensayo:	Método de placas para <i>E. coli</i> y coliformes
Descripción del producto:	<p>Petrifilm es un sistema de placas todo en uno. Un Petrifilm común tiene una película inferior de 10 cm x 7,5 cm que contiene una barrera en forma de espuma que rodea la superficie de la placa, la superficie de la placa (una superficie circular de 20 cm² aproximadamente y una película superior que cierra la muestra de agua dentro de Petrifilm). En la parte trasera tiene impresa una rejilla amarilla de 1 cm x 1 cm que facilita el recuento. Petrifilm está disponible en paquetes de 50 o 500 placas.</p> <p>Para usar Petrifilm hay que seguir tres pasos:</p> <ol style="list-style-type: none">1. Levantar la capa superior e inocular con un 1ml de agua de muestra2. Se incuba durante 24-48 horas.3. Contar las colonias. Los coliformes confirmados están en colonias de color rojo y azul con burbujas de gas. Los coliformes <i>E. coli</i> confirmados están en colonias de color azul con burbujas de gas.
Fabricante(s):	<p>3M Corporation St. Paul, MN 55144-1000, USA Teléfono: 1-800-328-6553 (Estados Unidos) Teléfono: +1-651-733-7562 (América latina, África y las regiones del Pacífico) Sitio Web: www.3m.com</p>
Proveedores:	No se conoce ninguno
Disponibilidad:	Estados Unidos y el exterior
Precio:	las 50 placas cuestan aproximadamente 100 dólares.
Almacenamiento:	Almacenar las bolsas de Petrifilm selladas refrigeradas o congeladas a una temperatura menor a 8 °C. Almacenar las bolsas que se han vuelto a sellar en un lugar fresco y seco por no más de un mes. No se deben utilizar las placas que están vencidas.
Otros productos necesarios:	una pipeta o un gotero calibrado, una incubadora, lejía (para su eliminación), un marcador permanente



Placas de Petrifilm (Fuente: 3M, 2001)

Análisis de la calidad del agua de consumo: microbiológico

Ficha técnica del producto Petrifilm™

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org / Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Capacitación de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir (copiar, distribuir y difundir) este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo: microbiológico

Ficha técnica del producto: almohadillas absorbentes

Nombre del producto:	almohadillas absorbentes
Tipo de prueba:	filtración por membrana
Descripción del producto:	<p>se necesitan almohadillas absorbentes cuando se utiliza líquido como medio de cultivo, que no sea agar, para la filtración de membranas. Se pueden adquirir de maneras diferentes:</p> <ul style="list-style-type: none">• En placas de Petri plásticas (a veces ya se encuentran impregnadas con el medio de cultivo deshidratado)• Con filtros de membrana• Se pueden adquirir aparte, con un dispensador.
Fabricantes:	<p>existen muchos fabricantes de almohadillas absorbentes alrededor del mundo. Los más conocidos son Millipore, con sede en Estados Unidos y Whatman™ con sede en el Reino Unido. Ambos fabricantes tienen oficinas y distribuidores regionales.</p> <p>Millipore: www.millipore.com Whatman: www.whatman.com</p>
Disponibilidad:	internacional
Costo:	varía según el fabricante, pero en general es de 7 dólares por un paquete de 30
Otros productos necesarios:	dispensador (su uso depende del producto), filtros de membrana, placas de Petri, medio filtrante



Almohadillas absorbentes Millipore con dispensador; Almohadillas absorbentes Millipore con placas de Petri (Fuente: Fischer Scientific)



(Fuente: Capitol Scientific)

Análisis de la calidad del agua de consumo: microbiológico

Ficha técnica del producto: almohadillas absorbentes

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Capacitación de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento está abierto y es gratuito. Usted es libre de:



- Compartir (copiar, distribuir y difundir) este documento.
- Editar (adaptar este documento)



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo: microbiológico

Ficha técnica del producto: prueba de bolsa de compartimientos Aquagenx

Nombre del producto:	Prueba de bolsa de compartimientos Aquagenx (CBT, siglas en inglés)
Tipo de prueba:	Número más probable (NMP) de <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>) en 100 ml
Descripción del producto:	La prueba de bolsa de compartimientos (CBT, siglas en inglés) es un kit de análisis de calidad del agua, portátil y autónomo que sirve para determinar si el agua de consumo contiene <i>E. coli</i> .

Se llena una botella de 100 ml con agua de muestra y se le agrega un medio de cultivo cromogénico para *E. coli*. Después de que el medio se disuelve se vierte la muestra en la bolsa que contiene los cinco compartimientos de volúmenes diferentes que hacen un total de 100 ml. Se sella la bolsa y la muestra entra en período de incubación a 25°C o a una temperatura mayor por 24 horas. En temperaturas por debajo de los 25°C se recomienda el uso de un recipiente aislado o una incubadora portátil, además de un período de incubación más extenso. La muestra se pone de diferentes colores. El color azul o azul verdoso es un indicador de la presencia de *E. coli*. El color amarillo o amarillo marronado indica la ausencia de *E. coli*. La concentración de bacterias fecales se calcula a partir de la combinación de los compartimientos positivos y negativos, los cuales proveen un cálculo aproximado de *E. coli* por 100 ml. Después de obtener los resultados, se agregan las pastillas de cloro a la muestra para la descontaminación y la eliminación segura de residuos.

Las instrucciones de uso, las cuales incluyen una grilla de cálculo aproximado para anotar los resultados de las pruebas y los momentos específicos de incubación así como de temperatura, están disponibles en el kit CBT. Además hay un video del sitio Web de Aquagenx en el cual se demuestra cómo realizar la prueba.

El kit Aquagenx CBT incluye suministros completos para realizar 10 pruebas:

- 10 bolsas con compartimientos
- 10 botellas de 100 ml para muestras
- 10 capullos de prueba en el medio de cultivo cromogénico para *E. coli* de Aquagenx
- 30 pastillas de cloro para la desinfección de la muestra y la eliminación segura de residuos.
- 1 precinto reutilizable para el transporte seguro de las bolsas

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Ficha técnica del producto: prueba de bolsa de compartimientos



Izquierda: los compartimientos positivos (azul o azul verdoso) y negativos (amarillo o amarillo amarronado) son indicadores de *E. coli*

Derecha: el kit de CBT incluye suministros completos para 10 pruebas (Fuente: Aquagenx)

Fabricante:	Aquagenx Teléfono: +1-919-590-0343 Correo electrónico: info@aquagenx.com Sitio Web: www.aquagenx.com
Disponibilidad:	Estados Unidos y se puede despachar al extranjero
Costo:	Aquagenx ofrece precios por cantidad de CBT Kits. Póngase en contacto con Aquagenx para más detalles. Los gastos de envío se agregan a la factura.
Almacenamiento:	El medio de cultivo no necesita estar refrigerado. El período de conservación del kit CBT es de un año a partir de su fabricación.
Mantenimiento:	el producto se descarta luego del primer uso.
Otros productos necesarios:	se recomienda el uso de un recipiente aislado o una incubadora portátil si la temperatura ambiente es menor a los 25°C.

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Incluya la dirección de nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Prueba de presencia-ausencia

Nombre del producto:	Prueba de presencia-ausencia
Tipo de prueba	presencia-ausencia (P-A)
Indicador:	H ₂ S
Descripción del producto:	Esta prueba se utilizada para detectar contaminación de coliformes termo-tolerantes en el agua de consumo. Muestra si la bacteria está presente o ausente si la solución en el frasco se pone negra dentro de 48 horas. Falsos positivos pueden ocurrir debido a fuentes que no sean contaminación fecal (por ejemplo, el agua que contiene bacterias reductoras de sulfatos, aguas subterráneas con altos niveles naturales de sulfatos). Esta prueba no es recomendada para la evaluación de agua que se sabe que está contaminada o que lo podría estar, como el agua de superficie y pequeños sistemas comunitarios no tratados. Tampoco es recomendada para la evaluación de efectividad de las tecnologías de tratamiento de agua a nivel domiciliar.
Fabricante:	Environment and Public Health Organization (Organización de Medio Ambiente y Salud Pública (ENPHO, por sus siglas en inglés) 110/25 Adarsa Marg-1, Thapagaon, New Baneshwor, G.P.O Box No: 4102 Kathmandu (East), Nepal Tel: + 977-1-4468641, 4493188 Fax: + 977-1-4491376 Correo electrónico: enpho@enpho.org Sitio web: www.enpho.org/research-and-development/analysis.html
Distribuidores:	Ninguna
-Disponibilidad:	ENPHO está dispuesta a enviar el producto desde Nepal a otros países. La organización Seeds of Hope International Partnerships también fabrica la prueba en Zambia utilizando el método de ENPHO.
Costo:	Rs.45,00 o aproximadamente US\$0,47 por prueba
Almacenamiento:	No hay requisito específico identificado.
Mantenimiento:	No se requiere mantenimiento. Las botellas son desechadas después de ser usadas.
Otros productos necesarios:	Marcador permanente

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Prueba de presencia-ausencia



Botellas de pruebas de presencia-ausencia de ENPHO que muestran resultados negativo (claro) y positivo (negro), (Fuente: ENPHO)

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Incluya la dirección de nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto - Papel de filtro

Nombre del producto:	Papel de filtro, conocido también como filtros de membrana
Tipo de prueba:	Filtración por membrana
Descripción del producto:	<p>En el procedimiento de pruebas de filtración por membrana, la muestra de agua se filtra a través de un papel de filtro y la bacteria queda atrapada en la superficie. El papel de filtro se coloca en una placa de Petri con un medio de cultivo y se incuba para crecer colonias de bacteria las cuales pueden ser contadas.</p> <p>Papeles de filtro se conocen también como filtros de nitrato de celulosa (CN, por sus siglas en inglés) o filtros ésteres mezclados de celulosa. El tamaño más común es 45 mm de diámetro, el cual se ajusta a los equipos estándar de filtración por membrana, tales como los kits de análisis portátiles Wagtech y Delagua y las unidades de filtración Nalgene. El tamaño de los poros debe ser 0,45 µm para análisis microbiológicos típicos de <i>E. coli</i> y coliformes termotolerantes (fecales). Es mejor utilizar filtros blancos con rejillas impresas para que sea más fácil contar las colonias de bacterias. Los papeles de filtro son estériles y están envueltos individualmente, y algunas veces son vendidos con almohadillas absorbentes. Solo se deben manipular con pinzas esterilizadas y no se deben tocar directamente para evitar su contaminación.</p>
Fabricantes:	<p>Hay muchos fabricantes de papeles de filtro alrededor del mundo. El más conocido es Millipore, con sede en EE. UU. y Whatman™, con sede en el Reino Unido. Ambos fabricantes tienen oficinas y distribuidores regionales.</p> <p>Millipore: www.millipore.com/catalogue/module/c152#1 Whatman: www.whatman.com/MicroPlusandMEMembranes.aspx</p>
Disponibilidad:	Internacional
Costo:	Varía dependiendo del fabricante
Otros productos necesarios:	pinzas, almohadillas absorbentes, placas de Petri, medio de cultivo

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto - Papel de filtro



Papel de filtro con rejilla impresa (Fuente: Whatman) Papeles de filtro empaquetados individualmente (Fuente: Millipore)

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad de los productos descritos en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Prueba de presencia-ausencia

Nombre del producto:	PathoScreen™ Kit para pruebas de campo (Producto no. 2859100)
Tipo de prueba	presencia-ausencia (P-A)
Indicador:	H ₂ S
Descripción del producto:	<p>Este kit de análisis se usa para detectar contaminación por coliformes termotolerantes en el agua de consumo. Los medios de cultivo Pathoscreen vienen en almohadas (como bolsitas) con suficiente polvo para analizar 100 ml de agua. La muestra de agua se pone en botellas esterilizadas, y el contenido de la almohada de polvo PathoScreen se agrega y se deja por 24 horas. El cambio en el color del agua indica la seguridad del agua. Falsos positivos pueden ocurrir debido a fuentes que no sean contaminación fecal (por ejemplo, el agua que contiene bacterias reductoras de sulfatos, aguas subterráneas con altos niveles naturales de sulfatos). Esta prueba no es recomendada para la evaluación de agua que se sabe que está contaminada o que lo podría estar, como el agua de superficie y pequeños sistemas comunitarios no tratados. Tampoco es recomendada para la evaluación de efectividad de las tecnologías de tratamiento de agua a nivel domiciliario. Este kit de análisis provee 100 pruebas P-A y 20 resultados del número más probable (NMP). Incluye almohadas de polvo Pathoscreen, una solución de lejía, y un estuche de transporte.</p>

Fabricante:

Hach Company
Loveland, Colorado
EE.UU.
Tel.: 1-800-227-4224
Fax: +1-970-669-2932
Correo electrónico:
orders@hach.com

Fuera de EE.UU.:
Tel: +1-970-669-3050
Fax: +1-970-461-3939
Correo electrónico: int@hach.com
Sitio web: www.hach.com



Distribuidores:

Varios distribuidores alrededor del mundo
Sitio web: www.hach.com/global-distributor-support

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Prueba de presencia-ausencia

Disponibilidad:	EE.UU. e internacional
Costo:	US\$48,00
Almacenamiento:	No se requiere refrigeración para el medio.

Otros productos necesarios: Marcador permanente



Ilustración superior: Kit de análisis completo, Inferior: Almohadas adicionales de Pathoscreen (Fuente: HACH)

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Incluya la dirección de nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto - Incubadora portátil

Nombre del producto:	Incubadora portátil (producto n.º 2569900)
Tipo de prueba	Incubadora para análisis microbiológico
Descripción del producto	<p>Esta incubadora puede utilizarse con diversas fuentes de alimentación para asegurar una incubación confiable y precisa. El intervalo de temperatura de uso va desde 30 °C hasta 50 °C, con una precisión de +/-0,5 °C a 37 °C. La incubadora puede contener 6 botellas de prueba de presencia/ausencia (P-A), 39 tubos para muestras de número más probable (NMP) o 42 placas de Petri (de 50 mm cada una). Las estanterías para las botellas de P-A, los tubos NMP y las placas de Petri se venden por separado. Las dimensiones externas son 30,5 x 30,5 x 25,4 cm (12 x 12 x 10"). La fuente de alimentación es de 12 voltios de corriente continua (VCC) mediante una toma de mechero de vehículo. Como otras opciones de fuente de alimentación, se puede utilizar una batería recargable de 12 VCC (12 horas de uso a 37 °C a una temperatura ambiente de 20-25°C) y un eliminador de batería de 115/230 VCA. Incluye una conexión de alimentación para un enchufe de 12 VCC.</p>
Fabricante:	<p>Hach Company Loveland, Colorado EE.UU. Tel.: 1-800-227-4224 Fax: +1-970-669-2932 Correo electrónico: orders@hach.com</p> <p>Fuera de EE.UU.: Tel: +1-970-669-3050 Fax: +1-970-461-3939 Correo electrónico: int@hach.com Sitio web: www.hach.com</p>
Distribuidores:	<p>Varios distribuidores alrededor del mundo Sitio web: www.hach.com/global-distributor-support</p>
Disponibilidad:	EE. UU. e internacional
Costo:	Aprox. USD 1500
Mantenimiento:	Se deben realizar calibraciones regulares y limpiezas de acuerdo a las instrucciones del fabricante

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto - Incubadora portátil

Otros productos necesarios: Fuente de alimentación



Incubadora portátil Hach (Fuente: Hach)

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto - Incubadora portátil

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto - Incubadora portátil

Nombre del producto:	Incubadora Hova-Bator
Tipo de prueba	Incubadora para análisis microbiológico
Descripción del producto:	La incubadora Hova-Bator es una incubadora sencilla y económica que se utiliza comúnmente para huevos. No tiene termostato por lo que puede ser difícil mantener una temperatura constante que es necesaria para el análisis microbiológico. El medio de cultivo se puede secar si se deja mucho tiempo fuera de la incubadora y se limita a tipos de medios de cultivo sensibles.
Fabricante:	G.Q.F. Manufacturing Company PO Box 1552 Savannah, GA 31402, USA Tel: +1-912-236-0651 Sitio web: www.GQFMFG.com
Distribuidores:	Sitio web: www.gqfmfg.com/store/international.asp
Disponibilidad:	EE. UU. e internacional
Costo:	US\$55,98
Mantenimiento:	Se deben realizar calibraciones regulares y limpiezas de acuerdo a las instrucciones del fabricante, un año de garantía
Otros productos necesarios:	Fuente de alimentación de 12 voltios



Incubadora Hova-Bator (Fuente: GQF Manufacturing Company)

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto - Incubadora portátil

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico **Hoja de producto: Ensayos con el método del número más probable o de presencia-ausencia**

Nombre del producto:	Colilert®
Tipo de prueba:	Presencia-Ausencia (P-A) o número más probable (NMP)
Descripción del producto:	Colilert utiliza la tecnología patentada el sustrato definido® (DST®) para detectar coliformes termotolerantes (fecales) al mismo tiempo que detecta coliformes totales. Dos indicadores nutritivos, ONPG y MUG, se utilizan para identificar la encima coliforme beta-galactosidasa y la encima de <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>), beta-glucuronidasa. Después de la incubación, los coliformes totales causan que el medio de cultivo cambia de incoloro a amarillo, y los <i>E. coli</i> se vuelven fluorescentes bajo una luz UV.
Fabricante:	IDEXX Laboratories, Inc. One IDEXX Drive Westbrook, Maine 04092 EE.UU. Tel: +1-207-556-4496 o 1-800-321-0207 Fax: +1-207-556-4630 Correo electrónico: water@idexx.com Sitio web: www.idexx.com
Disponibilidad:	EE. UU. e internacional
Costo:	descuento del 15% disponible para organizaciones educativas y organizaciones sin fines de lucro que hacen investigaciones situadas en Canadá y EE.UU.

Número de catálogo	Número de fabricación	Descripción del producto:	Precio (US\$)
WP020I	98-12972-00	Colilert para muestra de 100 mL, paquete de 20 pruebas	\$127
WP100I	98-27163-00	Colilert para muestra de 100 mL, paquete de 100 pruebas	\$567
WP200I	98-12973-00	Colilert para muestra de 100 mL, paquete de 200 pruebas	\$1,004
W100I	98-14770-00	Colilert Predispensed in 10 mL tubes, 100-pack	\$172
W200I	98-14771-00	Colilert pre-dispensado en tubos de 100 ml, paquete de 200 unidades	\$318
WQT100	98-21378-00	Quanti-Trays, paquete de 100 pruebas (0-200 NMP)	\$127
WQT-2K	98-21675-00	Quanti-Trays/2000, paquete de 200 pruebas (0-2.419 NMP)	\$173
WQTS2X-115	99-10893-01	Sellador Quanti-Tray de IDEXX de 110 voltios	\$4.200
WQTS2X-230	99-10896-01	Sellador Quanti-Tray de IDEXX de 220 voltios	\$4.200
WL200	98-06423-00	Luz UV de bolsillo de 4 Watts	\$39

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Ensayos con el método del número más probable o de presencia-ausencia

Almacenamiento: Almacenar a 2-30°C y lejos de la luz, hasta 12 meses de vida útil a temperatura ambiente

Otros productos necesarios: Incubadora, luz UV para realizar lectura de resultados de *E. coli*
Método P-A: recipientes para muestras (transparente, que no vuelva fluorescente)
Método NMP: tubos de ensayo o Quanti-Tray® oo Quanti-Tray®/2000, sellador Quanti-Tray



Izquierda: Paquete Colilert, Derecha: Botellas de ensayo de P-A con resultado positivo (Fuente: IDEXX)

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Método del número más probable

Nombre del producto:	Quanti-Tray® y Quanti-Tray®/2000 (No. de producto WQT100, WQT-2K)
Tipo de prueba:	Método del número más probable (NMP)
Descripción del producto:	<p>Quanti-Tray y Quanti-Tray/2000 analizan <i>E. coli</i> y bacterias coliformes utilizando una bandeja plástica, esterilizada y desechable, desarrollada para medios de cultivo Colilert, Coilert-18 o Colisure.</p> <p>El sistema Quanti-Tray utiliza el método NMP para determinar la cantidad de bacteria dividiendo una muestra de agua de 100 mL en 51 celdas. Después de la incubación, el número de celdas positivas pueden convertirse en un NMP. Quanti-Tray permite recuentos bacterianos de 1–200/100 (sin dilución).</p> <p>Quanti-Tray/2000 se basa en el mismo tipo de modelo estadístico que la tradicional dilución en serie con 15 tubos. Con Quanti-Tray/2000, la muestra se divide automáticamente con el sellador Quanti-Tray® en 97 celdas de dos tamaños diferentes y no se necesita hacer una dilución. Después de la incubación, Quanti-Tray/2000 permite recuentos bacterianos de 1–2.419/100 mL.</p>
Fabricante:	<p>IDEXX Laboratories, Inc. One IDEXX Drive Westbrook, Maine 04092 EE.UU. Tel: +1-207-556-4496 o 1-800-321-0207 Fax: +1-207-556-4630 Correo electrónico: water@idexx.com Sitio web: www.idexx.com</p>
Disponibilidad:	EE. UU. e internacional
Costo:	descuento del 15% disponible para organizaciones educativas y organizaciones sin fines de lucro que hacen investigaciones situadas en Canadá y EE.UU.

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Método del número más probable

Número de catálogo	Número de fabricación	Descripción del producto:	Precio (US\$)
WP020I	98-12972-00	Colilert para muestra de 100 mL, paquete de 20 pruebas	\$127
WP100I	98-27163-00	Colilert para muestra de 100 mL, paquete de 100 pruebas	\$567
WP200I	98-12973-00	Colilert para muestra de 100 mL, paquete de 200 pruebas	\$1.004
WQT100	98-21378-00	Quanti-Trays, paquete de 100 pruebas (0-200 NMP)	\$127
WQT-2K	98-21675-00	Quanti-Trays/2000, paquete de 200 pruebas (0-2.419 NMP)	\$173
WQTS2X-115	99-10893-01	Sellador Quanti-Tray de IDEXX de 110 voltios	\$4.200
WQTS2X-230	99-10896-01	Sellador Quanti-Tray de IDEXX de 220 voltios	\$4.200
WL200	98-06423-00	Luz UV de bolsillo de 4 Watts	\$39

Almacenamiento:

La vida útil es de hasta 3 años desde la fecha de fabricación. Cuando se almacenen bolsas abiertas con bandejas, doblar el extremo abierto de la bolsa y sellarlo con cinta.

Mantenimiento:

Las bandejas se desechan luego de ser utilizadas.

Otros productos necesarios: Incubadora, medios de cultivo Colilert, Sellador Quanti-Tray, luz UV para realizar lectura de resultados de *E. coli*



Quanti-Tray/2000 (Fuente: IDEXX)

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Método del número más probable

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Unidad de filtración por membrana

Nombre del producto:	Unidad de filtración analítica Nalgene®
Tipo de prueba:	Filtración por membrana
Descripción del producto:	<p>Este filtro es un equipo desechable que es embalado individualmente, montado y esterilizado previamente. El filtro tiene una cámara superior de polipropileno donde se vierte la muestra de agua y una cámara inferior de poliestireno, donde se recoge el agua filtrada. El filtro está diseñado para ser utilizado una sola vez pero puede ser reutilizado si se lo esteriliza con un paño con alcohol (hay mayor probabilidad de contaminación cruzada.) El equipo de filtración cuenta con cámaras superior e inferior con una marca de referencia a los 100 mL; membranas desmontables de nitrato de celulosa (CN) sin Triton™ de 47 mm, (con poros de 0,45 µm); almohadilla de soporte de celulosa; brazo lateral con tapón de celulosa para la válvula; adaptador para mangueras de acople rápido; y placa de soporte azul.</p>
Fabricante:	<p>Nalge Nunc International Corporation 75 Panorama Creek Drive Rochester, NY 14625, EE.UU. Correo electrónico: web_master@nalgene.com</p>
Distribuidor:	<p>Varios distribuidores en EE.UU.</p> <p>ThermoFisher Scientific 3970 John's Creek Ct. Ste 500 Suwanee, GA 30024, EE.UU. Tel: 1-800-955-5090 (En Estados Unidos) Tel: +1-770-871-4725 (Fuera de Estados Unidos) Fax: +1-770-871-4726 Correo electrónico: exports@thermofisher.com</p>
Disponibilidad:	EE. UU. e internacional
Precio:	Aproximadamente US\$195,00 por 12 filtros

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Unidad de filtración por membrana

Otros productos necesarios: Bomba de vacío

Unidades de filtración analítica Nalgene® (Fuente: Nalgene)



CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Debe atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección de nuestro sitio web: www.cawst.org

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Placas de Petri

Nombre del producto:	Placas de Petri
Tipo de prueba:	Filtración por membrana
Descripción del producto:	<p>Existen varios tipos de placas de Petri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aluminio, vidrio (Pyrex) o plástico (poliestireno, polipropileno) • Re-utilizable (polipropileno y aluminio) o pre-esterilizadas y desechables (poliestireno) • Algunas se venden con almohadillas absorbentes para su uso directo con medios de cultivo líquidos o ya vienen impregnados con medios de cultivo deshidratados • Las placas de plástico (50-55 mm de diámetro por 9-12 mm de altura) suelen ser más altas que las de aluminio (50 mm de diámetro por 8 mm de altura); consecuentemente, su uso es más fácil con medios de cultivo líquidos
Fabricantes:	Hay muchos fabricantes de placas de Petri plásticas en todo el mundo y éstas pueden ser adquiridas normalmente en su lugar de residencia. Las placas de Petri de aluminio son más difíciles de conseguir: intente con Wagtech y Delagua (Ver las hojas de producto sobre los kits de prueba portátiles).
Disponibilidad:	Internacional
Costo:	Varía dependiendo del fabricante: US\$0,25-0,55 por placa (de plástico), aproximadamente US\$2,70 por placa (aluminio)
Otros productos necesarios:	Almohadillas absorbentes, filtros de membrana, medios de cultivo



Placas de Petri de poliestireno desechables (Fuente: Hach)

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: Placas de Petri

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Incluya la dirección de nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de calidad del agua de consumo: análisis físico

Hoja de producto - Turbidímetro

Nombre del producto:	Turbidímetro
Tipo de prueba:	Turbidez
Descripción del producto:	Este turbidímetro funciona con batería o con corriente eléctrica y proporciona una lectura digital del nivel de turbidez en unidades de turbidez nefelométricas (UTN). Tiene capacidad para medir niveles de turbidez desde 0 a 1000 UTN y es útil para medir el agua cuando ésta tiene una turbidez inferior a 10 UTN y es difícil de medir con un tubo de turbidez. El turbidímetro da resultados más precisos, aunque es más costoso y más vulnerable a los daños. Incluye un kit de calibración y un maletín de transporte.
Fabricante:	Palintest Ltd Palintest House, Kingsway, Team Valley, Gateshead, Tyne and Wear Reino Unido, NE11 0NS Tel: +44 (0) 191 491 0808 Fax: +44 (0) 191 482 5372 Correo electrónico: export@palintest.com Sitio web: www.palintest.com
Distribuidores:	Palintest dispone de oficinas regionales, agentes oficiales y distribuidores en más de 90 países Correo electrónico: export@palintest.com Disponibilidad: Reino Unido e internacional
Costo:	Contactar con Palintest
Almacenamiento:	Guardar en un lugar seco y asegurarse de que entre poco polvo o suciedad en la óptica del turbidímetro.
Mantenimiento:	Se debe calibrar y limpiar de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Los frascos de muestras de agua también se deben limpiar con frecuencia. Los arañazos, las huellas dactilares, la suciedad y las gotas de agua en el frasco de muestra o dentro del orificio para muestras pueden causar interferencias por luz parásita y proporcionar resultados inexactos.

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis físico

Hoja de producto - Turbidímetro

Turbidímetro (Fuente: Palintest)



CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Incluya la dirección de nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis físico

Hoja de producto - Turbidímetro

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis físico

Hoja de producto - Tubo de turbidez

Hoja de producto -	Tubo de turbidez
Tipo de prueba:	Turbidez
Descripción del producto:	<p>Un tubo de turbidez es una manera fácil y relativamente barata de calcular visualmente la turbidez utilizando unidades de turbidez nefelométricas (UTN). Puede medir desde 0 a 2.000 UTN, pero es más difícil leer niveles inferiores a 10 UTN.</p> <p>Los tubos de turbidez están hechos de plástico y suelen presentarse en dos o tres piezas que se encajan fácilmente. Es práctico para el análisis sobre el terreno porque es portátil y no necesita baterías o piezas de repuesto.</p>
Fabricantes:	<p>Palintest y Delagua incluyen un tubo de turbidez como parte de sus equipos portátiles de análisis del agua (véanse las hojas de producto sobre equipos portátiles de análisis). Delagua también vende los tubos de turbidez por separado.</p> <p>DelAgua Water Testing Limited Unit 2, The Old Dairy Church Lane Lower Fyfield Marlborough SN8 1PX, United Kingdom Tel : +44 (0) 1672 861 198 Fax: +44 (0) 1672 861 724 Correo electrónico: info@delagua.org Sitio web: www.delagua.org/products/details/10713-Turbidity-Tubes-pair</p>
Disponibilidad:	Reino Unido e internacional
Costo:	Aprox. USD 115,00
Mantenimiento:	Aclarar con agua limpia después de usar para eliminar la suciedad



Tubo de turbidez Delagua (Fuente: Delagua), tubo de turbidez Wagtech (Fuente: Palintest)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis físico

Hoja de producto - Tubo de turbidez

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Incluya la dirección de nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo: análisis microbiológico, físico y químico

Hoja de producto: equipo portátil de análisis

Nombre del producto :	Equipos de análisis del agua DelAgua (varios)
Tipo de prueba:	Parámetros microbiológicos, químicos y físicos
Descripción del producto:	<p>El equipo de análisis de agua DelAgua ha sido desarrollado por científicos de la Universidad de Surrey en colaboración con los compañeros de Oxfam. El equipo está diseñado para el análisis de la calidad del agua en situaciones difíciles o en zonas remotas en las que no existen laboratorios. El equipo está diseñado para utilizarse sobre el terreno, pero también se puede usar en un laboratorio u otra ubicación permanente.</p> <p>El equipo incluye diferentes versiones (p. ej., el equipo bacteriológico n.º 1, el equipo n.º 2, el equipo n.º 3, la incubadora simple, la incubadora doble, la incubadora ligera) aptas para diferentes contextos y presupuestos. Los kits se pueden suministrar con una amplia gama de productos y equipos que amplían el alcance de los análisis de parámetros químicos y físicos.</p> <p>El equipo de la incubadora simple (producto n.º DWT 10098) ha sido diseñado para realizar cinco análisis de calidad del agua diferentes, entre los que se incluyen la filtración por membrana para analizar la calidad microbiológica, la turbidez, el cloro libre, el cloro total y el pH. El equipo puede analizar diferentes organismos indicadores, incluidos coliformes termotolerantes, <i>E. coli</i>, cólera y salmonela. La incubadora cuenta con una batería interna incorporada y tiene una capacidad de hasta 5 ciclos de incubación entre recargas. Previa solicitud, también se puede incluir un equipo adicional para analizar sustancias químicas que pueden tener importancia local. El equipo contiene los insumos necesarios para realizar hasta 200 análisis.</p>
Fabricante:	DelAgua Water Testing Limited Unit 2, The Old Dairy Church Lane Lower Fyfield Marlborough SN8 1PX, United Kingdom Tlfno.: +44 (0) 1672 861 198 Fax: +44 (0) 1672 861 724 Correo electrónico: info@delagua.org
Distribuidores:	Varios distribuidores alrededor del mundo sales@delagua.org
Disponibilidad:	Reino Unido e internacional

Análisis de la calidad del agua de consumo: análisis microbiológico, físico y químico

Hoja de producto: equipo portátil de análisis

Precio: Equipo con la incubadora simple: 2312 libras (aproximadamente, 3710 USD) (IVA no incluido). Póngase en contacto con Delagua para solicitar un presupuesto en euros o en dólares estadounidenses.

Almacenamiento: El equipo y los componentes deben permanecer secos.

Mantenimiento: Semanal:

1. Lavar, aclarar y secar el aparato de filtración.
2. Aplicar una capa de grasa de silicona en la junta tórica de goma negra.
3. Cargar por completo la batería interna al final de cada semana.

Mensualmente:

Mantenimiento semanal, y además:

1. Comprobar la temperatura de la incubadora y, de ser necesario, volver a calibrar.
2. Limpiar todos los componentes del equipo, incluido el estuche.
3. Comprobar todos los componentes en busca de daños que puedan afectar al funcionamiento.

Otros productos necesarios: Función de esterilización para la eliminación de residuos microbiológicos. Fuente de calor para mantener un nivel alto de calor para preparar los medios de cultivo.



Equipo portátil de análisis Delagua (Fuente: Delagua)

Análisis de la calidad del agua de consumo: análisis microbiológico, físico y químico

Hoja de producto: equipo portátil de análisis

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Capacitando a las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted puede:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: equipo portátil de análisis

Nombre del producto:	ColiQuant MF (código 3-0035)
Tipo de prueba:	Filtración por membrana para la detección de <i>E. coli</i> y coliformes totales
Descripción del producto:	ColiQuant MF es un equipo portátil de análisis que incluye un aparato de plástico de filtración por membrana, placas de Petri, discos nutritivos, papel filtro y medios de cultivo (Coliscan MF ha sido fabricado por Micrology Laboratories; para más información, véase la hoja de producto sobre medios de cultivo). El aparato de filtro ha sido desinfectado con toallitas en alcohol (y no con metanol combustible), lo que puede generar cierta contaminación. Con cada equipo, se pueden realizar 20 pruebas y existen paquetes de repuesto disponibles (el repuesto no incluye el aparato de filtración por membrana).
Fabricante(s):	LaMotte Company 802 Washington Ave PO Box 329 Chestertown, Maryland 21620, USA Tlfno.: 1-800-344-3100 o +1-410-778-3100 Fax: +1-410-778-6394 Correo electrónico: sales@lamotte.com
Distribuidor(es):	Póngase en contacto con el departamento de ventas internacionales: intl@lamotte.com
Disponibilidad:	Estados Unidos e internacional
Precio:	97,88 USD por cada equipo de 20 pruebas. Repuestos disponibles a 64,90 USD (cada 20).
Almacenamiento:	Almacenar en un lugar seco a temperatura ambiente.
Mantenimiento:	no requiere mantenimiento
Otros productos necesarios:	incubadora, pinzas, marcador permanente, toallitas con alcohol para esterilizar el aparato de filtración

Análisis de la calidad del agua de consumo: Microbiológico

Hoja de producto: equipo portátil de análisis



ColiQuant MF (Fuente: Global Scientific Supply)

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Capacitando a las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted puede:



- Compartir: copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar: adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis microbiológico, físico y químico

Hoja de producto: equipo portátil de análisis

Nombre del producto:	Equipos portátiles de análisis del agua (varios)
Tipo de prueba:	Parámetros microbiológicos, químicos y físicos
Descripción del producto:	<p>Los equipos portátiles de Palintest están diseñados para el análisis de la calidad del agua en situaciones difíciles o en zonas remotas en las que no existen laboratorios. Los equipos están diseñados para utilizarse sobre el terreno, pero también se pueden usar en un laboratorio u otra ubicación permanente.</p> <p>Palintest fabrica diferentes equipos portátiles que sirven para diferentes contextos y presupuestos, incluidos:</p> <ul style="list-style-type: none">• Potatest®: Equipo de emergencia de respuesta rápida• Potakit®: Equipo de análisis intermedio de bajo presupuesto• Potalab®: Equipo avanzado de seguimiento a largo plazo <p>El análisis microbiológico se lleva a cabo mediante el uso de filtración por membrana para analizar si existen coliformes totales y termotolerantes (fecales). La incubadora portátil puede funcionar con una batería externa recargable, con corriente eléctrica alterna, con corriente continua a través del enchufe para el mechero de un vehículo, o con energía solar.</p> <p>El equipo utiliza reactivos e insumos de larga duración y bajo costo, disponibles a nivel local a través de los representantes nacionales de Palintest. Los kits también se pueden suministrar con una amplia gama de productos y equipos que amplían el alcance de los análisis de parámetros químicos y físicos.</p>
Fabricante:	<p>Palintest Ltd Palintest House, Kingsway, Team Valley, Gateshead, Tyne and Wear Reino Unido, NE11 0NS Tel: +44 (0) 191 491 0808 Fax: +44 (0) 191 482 5372 Correo electrónico: export@palintest.com Sitio web: www.palintest.com</p>
Distribuidores:	<p>Palintest dispone de oficinas regionales, agentes oficiales y distribuidores en más de 90 países Correo electrónico: export@palintest.com</p> <p>Disponibilidad: Reino Unido e internacional</p>
Costo:	Potatest® = 1,250 GBP (aprox. 2.028 USD)

Análisis de calidad del agua de consumo: análisis microbiológico, físico y químico

Hoja de producto: equipo portátil de análisis

Potakit® = 2.250 GBP (aproximadamente 3.650 USD)

Potalab® = 4.950 GBP (aproximadamente 8.030 USD)

Mantenimiento:

Calibración frecuente de la incubadora y del equipo digital, limpieza frecuente

Otros productos necesarios:

Una fuente de energía eléctrica, capacidad de esterilización para eliminar los residuos microbiológicos, puede resultar necesaria una fuente de calor (mechero)



Izquierda: Potatest®: Equipo de emergencia de respuesta rápida, Derecha: Potalab®: Equipo avanzado de seguimiento a largo plazo (Fuente: Palintest)

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@caust.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad del producto descrito en este documento.



Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 3: Hojas informativas sobre contaminantes químicos



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Arsénico

Fuentes

El arsénico puede ocurrir de manera natural en aguas subterráneas y en algunas aguas superficiales. Es uno de los más grandes problemas químicos en los países en desarrollo. La OMS considera que el arsénico es una alta prioridad para el análisis de fuentes de agua potable (OMS, 2006).

Se pueden encontrar altos niveles de arsénico en agua proveniente de pozos profundos en más de 30 países, incluyendo India, Nepal, Bangladesh, Indonesia, Camboya, Vietnam, la República Democrática Popular Lao, México, Nicaragua, El Salvador y Brasil. Solo en el sur de Asia se estima que de 60 a 100 millones de personas se ven afectadas por niveles no seguros de arsénico en su agua potable. Bangladesh es el país más severamente afectado, donde 35 a 60 millones de sus 130 millones de personas están expuestas a agua contaminada con arsénico. Es posible que se encuentre arsénico en otras localidades en cuanto se hagan pruebas más extensivas.

Potenciales efectos de salud

El arsénico es venenoso, por lo tanto si las personas toman agua o comen alimentos contaminados con arsénico durante varios años, ellas presentan problemas de salud crónicos que se llaman arsenicosis.

La melanosis es el primer síntoma de tomar agua contaminada con arsénico durante varios años. La melanosis son las manchas claras u oscuras en la piel de las personas, a menudo en el pecho, espalda o palmas. El siguiente paso es que se desarrollan bultos de piel endurecida en las palmas y pies de las personas – denominadas queratosis. El beber grandes cantidades de arsénico durante un tiempo más largo puede causar cáncer en los pulmones, la vejiga, los riñones y la próstata. El arsénico también puede causar enfermedades vasculares, efectos neurológicos y defectos de desarrollo en infantes.

La arsenicosis puede ser revertida parcialmente y tratada en las etapas iniciales asegurándose que la gente deje de tomar agua contaminada con arsénico y mejorando su nutrición. Al momento no hay una cura efectiva para el envenenamiento por arsénico. La única prevención es beber agua que tenga niveles seguros de arsénico.

Según la PNUD (2006), el costo humano proyectado para los siguientes 50 años incluye 300.000 muertes por cáncer y 2,5 millones de casos de envenenamiento por arsénico.

Lineamientos de la OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) considera que el arsénico es una alta prioridad para el análisis de fuentes de agua potable. La OMS sugiere que el agua potable debe tener menos de 0,01 mg/L de arsénico. (0,01 mg/L es igual a 10 µg/L ó 10 ppb.)

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Arsénico

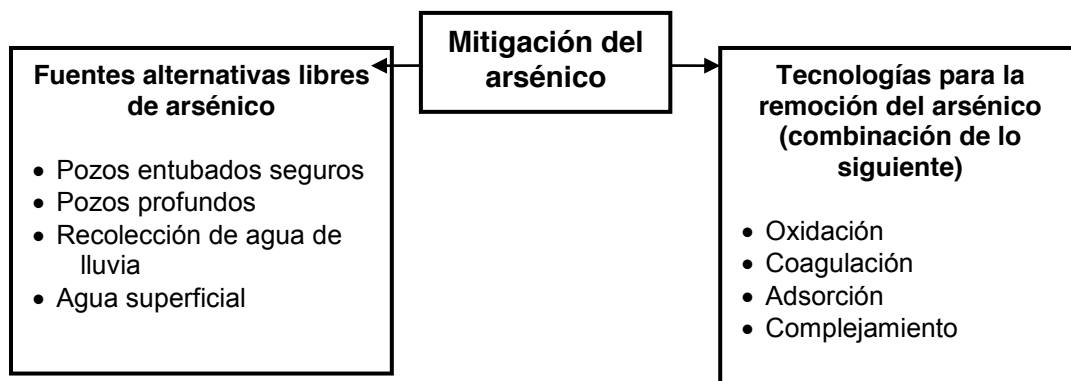
Valor de referencia de la OMS para arsénico en el agua potable < 0,01 mg/L

Muchos países tienen sus propias normas que son menos estrictas que los lineamientos de la OMS, que van de 0,025 mg/L a 0,05 mg/L (25-50 ppb). Muchos países de sureste de Asia que tienen problemas de arsénico han adoptado una norma temporal de 0,05 mg/L debido a que es difícil hacer análisis de manera precisa a 0,01 mg/L y tratar el agua para cumplir con ese estándar.

Opciones para el tratamiento de agua a nivel domiciliario

Una forma de lidiar con el arsénico en aguas subterráneas es usar una fuente de agua potable diferente, tal como agua de lluvia o agua superficial. Algunas personas recolectan y almacenan el agua de la lluvia y la usan para beber y cocinar en lugar de agua de pozo contaminada con arsénico. Si las personas cambian su fuente de agua a agua superficial, probablemente necesitarán tratar el agua para eliminar la turbidez y los patógenos.

Si las personas no pueden cambiar a una fuente de agua que no tiene arsénico, hay diferentes tecnologías que se han desarrollado para eliminar el arsénico del agua. Cada tecnología tiene sus ventajas y limitaciones. Muchas de estas tecnologías se usan en Bangladesh donde el problema del arsénico es extendido. Vea la *Hoja Informativa para el tratamiento de agua a nivel domiciliario para la remoción del arsénico* para mayor información sobre las diferentes tecnologías.



Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Arsénico

Referencias

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2006). Informe sobre Desarrollo Humano 2006: Más allá de la escasez: Poder, pobreza, y crisis mundial del agua. New York, USA. Disponible en español en: <http://hdr.undp.org/es/informes/mundial/idh2006/>

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2008). *Guías para la calidad del agua potable* (3ª edición). Ginebra (Suiza). Disponible en español en: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja de datos: Fluoruro

Fuentes

El fluoruro puede aparecer naturalmente en el agua subterránea y a veces en el agua superficial. El agua potable es normalmente la principal fuente de exposición al fluoruro. Fuentes en la dieta y también la quema de carbón de alto contenido de fluoruro son otros mayores contribuyentes en algunas regiones.

Altos niveles de fluoruro se pueden encontrar naturalmente en muchas áreas del mundo incluyendo África, el Mediterráneo oriental y en el sur de Asia. Una de las zonas más conocidas con alto fluoruro se extiende desde Turquía a través de Irak, Irán, Afganistán, India, el norte de Tailandia y China. Sin embargo, hay muchas otras áreas con fuentes de agua que contienen altos niveles de fluoruro y que representan un riesgo para aquellos que beben el agua, sobre todo en las partes del Gran valle del Rift en África. Es posible que se pueda encontrar fluoruro en otros lugares, en cuanto se hagan haciendo pruebas más exhaustivas.

Efectos potenciales sobre la salud

Una pequeña cantidad de fluoruro en el agua generalmente es buena para el fortalecimiento de los dientes y la prevención de caries. El fluoruro se agrega a algunos sistemas de agua de ciudad y en determinados productos para proteger los dientes como pastas de dientes y enjuagues bucales.

Generalmente, pequeñas cantidades de fluoruro son buenas para los dientes. Pero en mayores cantidades a lo largo del tiempo, puede causar fluorosis dental y dañar los dientes de las personas tiéndolos y provocando picaduras. Durante muchos años, el fluoruro se acumula en los huesos de las personas, dando lugar a la fluorosis esquelética caracterizada por la rigidez y el dolor en las articulaciones. En casos graves, puede causar cambios en la estructura ósea y efectos incapacitantes. Los bebés y los niños están en mayor riesgo de altas cantidades de fluoruro, ya que sus cuerpos aún están creciendo y desarrollándose.

Actualmente no existe una cura efectiva para la fluorosis, la única prevención es beber agua que tiene niveles seguros de fluoruro.

Guía de la OMS

La OMS sugiere que el agua potable debe tener entre 0,5 y 1,0 mg/l de fluoruro para proteger los dientes. En muchas ciudades del mundo se agrega fluoruro al agua potable para alcanzar este nivel.

Cantidades más altas de fluoruro de entre 1,5 y 4,0 mg pueden causar fluorosis dental. Cantidades muy altas de fluoruro, superior a 10,0 mg/l pueden causar fluorosis esquelética. Esta es la razón por la que la OMS indica que el agua potable no debería tener más de 1,5 mg/l de fluoruro.

Contaminantes químicos en el agua potable

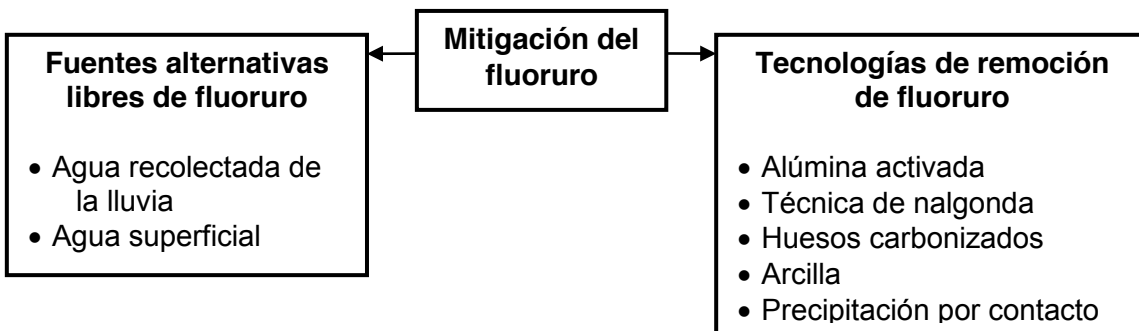
Hoja de datos: Fluoruro

Guía de la OMS para fluoruro en el agua potable <1,5 mg / L

Opciones de tratamiento de agua a nivel domiciliario

La mejor manera de lidiar con fluoruro el agua subterránea es encontrar una fuente diferente de agua potable, tales como agua de lluvia o agua superficial. Algunas personas recogen y almacenan el agua de lluvia durante la temporada de lluvias y la utilizan para beber o diluir el agua subterránea durante el resto del año. Esto ayuda a reducir la cantidad de fluoruro en el agua y ayuda a que sea más segura para beber. Si la gente cambia su fuente de agua a agua superficial, probablemente necesitarán tratar el agua para remover la turbidez y los patógenos.

Muchas de las áreas que tienen contaminación de fluoruro son áridas y no hay fuentes alternativas de agua disponibles. Están apareciendo tecnologías para el tratamiento de agua a nivel domiciliario para remover el fluoruro del agua. Se necesita más investigación para encontrar una tecnología sencilla, asequible y disponible a nivel local que se pueda utilizar fácilmente en los hogares.



Referencias

Fawell, J., Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E., Fewtrell, L. y Y. Magara (2006). Fluoride in Drinking-water. Organización Mundial de la Salud. IWA Publishing, Londres, Reino Unido Disponible en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water/en/index.html

Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la calidad del agua potable, tercera edición. Ginebra, Suiza. Disponible en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Hierro

Fuentes

El hierro se puede encontrar de manera natural en las aguas subterráneas y en algunas aguas superficiales (arroyos, ríos y algunos pozos excavados a poca profundidad). Algunas zonas del planeta cuentan de manera natural con grandes cantidades de este metal en sus aguas subterráneas. Asimismo, podemos encontrarlo en el agua potable que circula por tuberías de hierro fundido o de acero oxidado.

El hierro puede estar disuelto o suspendido en el agua. Si el agua subterránea procede de un pozo profundo, es probable que el hierro esté disuelto y no sea visible. Sin embargo, una vez que el hierro entra en contacto con el aire, el agua suele adquirir un color negro o anaranjado. Si el agua superficial contiene hierro, éste estará disuelto y le dará un color rojo o anaranjado.

El hierro es una molestia, ya que niveles altos de este metal pueden dar lugar a un color y un sabor desagradables y teñir la comida, las tuberías y la ropa. Algunos tipos de bacterias utilizan el hierro disuelto como fuente de energía y dejan restos rojizos viscosos que pueden obstruir las tuberías.

Efectos potenciales para la salud

Beber agua con altas concentraciones de hierro no hace que la gente se enferme. Sin embargo, este metal puede cambiar el color y el olor del agua, lo que puede dar lugar a que la gente no utilice dicha agua y elija otra fuente, que podría estar contaminada.

Valores de referencia de la OMS (Organización Mundial de la Salud)

La OMS no cuenta con una directriz sobre la presencia de hierro en el agua potable, ya que no tiene efectos negativos para la salud.

Por lo general, a la gente no le gusta el sabor y olor del agua potable que contiene más de 0,3 mg/L de hierro. Las personas están acostumbradas a beber agua de pozos anaerobios pueden considerar aceptables concentraciones de entre los 1,0 y 3,0 mg/L.

Los niveles de hierro superiores a 0,3 mg/L pueden teñir las tuberías y la ropa durante el lavado.

Además, la presencia de hierro puede favorecer el crecimiento de bacterias que pueden obstruir las tuberías.

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Hierro

No existe ningún valor de referencia de la OMS sobre la presencia de hierro en el agua potable

Opciones de tratamiento del agua a nivel domiciliario (TAND)

Hay varias opciones tecnológicas que pueden combinarse para eliminar el hierro del agua potable, en función del nivel de contaminación. Entre las opciones domésticas más prácticas se encuentran la aireación (para precipitar el hierro disuelto), la sedimentación y, por último, la filtración (para eliminar las partículas de hierro que permanecen en suspensión).

Eliminar el hierro suspendido puede ser muy sencillo. Sólo hay que dejar que el agua repose en un recipiente durante un cierto período de tiempo (desde unas pocas horas hasta unos pocos días), para después decantarla o filtrarla usando una tela. Por último, hay que depositar el residuo de hierro en un lugar seguro.

Los filtros de bioarena o de cerámica, que están diseñados principalmente para eliminar patógenos, pueden utilizarse también para retirar parte del hierro del agua potable. Altos niveles de hierro pueden hacer que estos filtros se obstruyan más rápidamente, lo que requiere un mantenimiento más frecuente y puede reducir la eficiencia de eliminación de los patógenos. En este caso, se recomienda sedimentar el agua con antelación.

Referencias

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2008). *Guías para la calidad del agua potable* (3ª edición). Ginebra (Suiza). Disponible en español en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/gdwq3rev/es/index.html

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Manganeso

Fuentes

El manganeso puede encontrarse naturalmente en aguas subterráneas o superficiales, y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Sin embargo, las actividades de los seres humanos también podrían ser responsables de la contaminación del agua con manganeso en algunas zonas.

En el agua, el manganeso puede hallarse en dos estados: disuelto o en suspensión. Si el agua subterránea proviene de un pozo profundo, el manganeso podría estar disuelto y no ser visible. En aguas superficiales, el manganeso puede estar disuelto o en suspensión. El agua con niveles elevados de manganeso en suspensión por lo general es de color negro o presenta escamas negras.

El manganeso ocasiona problemas similares a los causados por el hierro. Las grandes concentraciones pueden ennegrecer el agua. También pueden producir un sabor desagradable, manchar las tuberías y la ropa, y formar capas de sedimentos en las tuberías. Asimismo, algunos tipos de bacterias se alimentan de manganeso y depositan partículas color marrón o negro que también pueden tapar las cañerías.

Potenciales efectos en la salud

Las personas necesitan pequeñas cantidades de manganeso para mantenerse saludables y los alimentos son la mayor fuente para los seres humanos. Sin embargo, un exceso de manganeso podría tener consecuencias neurológicas adversas.

Además, los niveles elevados de manganeso pueden ennegrecer el agua, lo cual podría hacer que las personas no la utilicen y elijan en cambio otra fuente de agua, que podría estar contaminada.

Recomendaciones de la OMS

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que el agua potable no contenga más de 0,4 mg/litro de manganeso. El valor de referencia saludable para el manganeso es cuatro veces superior al umbral de aceptabilidad de 0,1 mg/litro.

Por lo general, a las personas no les agrada el sabor del agua potable que contiene más de 0,1 mg/litro de manganeso. Además, los niveles superiores a 0,1 mg/litro pueden manchar las tuberías, la ropa cuando se lava o la comida cuando se cocina. Incluso niveles de 0,2 mg/litro podrían formar capas negras de sedimento en las tuberías de distribución, que se desprenden y transfieren al agua en forma de pequeñas escamas negras.

La presencia de manganeso también podría ocasionar el crecimiento de bacterias que pueden tapar las tuberías.

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Manganeso

Valor de referencia de la OMS – Concentración de manganeso en agua potable < 0,4 mg/litro

Opciones para el tratamiento del agua a nivel domiciliario

Las opciones para tratar el manganeso son similares a las del hierro, aunque los índices de eliminación no son tan altos. Existen distintas opciones tecnológicas que pueden combinarse para ayudar a eliminar el manganeso del agua potable, dependiendo del nivel de contaminación. Las opciones prácticas que pueden usarse a nivel domiciliario incluyen la aireación para la precipitación del manganeso que esté disuelto, la sedimentación y luego la filtración para eliminar cualquier partícula de manganeso en suspensión.

Eliminar el manganeso en suspensión puede ser tan simple como dejar el agua en reposo en un contenedor durante un período de algunas horas hasta algunos días para que decante, o filtrar el agua con una tela. Los residuos de manganeso tendrán que ser desechados en un lugar seguro.

Los filtros de bioarena o de cerámica, que están diseñados principalmente para eliminar patógenos, también pueden utilizarse para eliminar parte del manganeso del agua potable. Las grandes concentraciones de manganeso podrían ocasionar que esos filtros se tapen más rápido, lo cual requeriría de un mantenimiento más frecuente y reduciría la eficacia para eliminar patógenos. En este caso, se recomienda sedimentar el agua de antemano.

Referencias

Organización Mundial de la Salud (2006). Guías para la calidad del agua potable, tercera edición. Ginebra, Suiza. Disponible en español en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Nitrato y Nitrito

Fuentes

El nitrato y el nitrito son sustancias químicas que ocurren naturalmente en el medioambiente y que forman parte del ciclo del nitrógeno. Los nitratos se suelen utilizar en fertilizantes y para la agricultura, mientras que los nitritos se usan como conservantes alimentarios, especialmente en carnes preparadas.

Los niveles de nitrato, tanto en las aguas subterráneas como en las superficiales normalmente son bajos, sin embargo, pueden incrementarse si existe lixiviación o escorrentía de fertilizantes agrícolas, o por contaminación de heces humanas o animales. El nitrito se forma como consecuencia de la actividad microbiana y puede producirse de forma intermitente.

Potenciales efectos sobre la salud

Una exposición aguda (breve pero intensa) a altos niveles de nitrato y nitrito puede ocasionar serios problemas de salud. El principal problema de salud es la metahemoglobinemia, o síndrome del bebé azul, que afecta a niños alimentados con fórmula preparada a partir de agua potable. Este síndrome causa dificultades respiratorias, y debido a la falta de oxígeno la piel se vuelve de color azulado. Se trata de una enfermedad muy grave que puede llegar a ser mortal.

Directrices de la OMS (Organización Mundial de la Salud)

La OMS indica que el agua potable debería tener menos de 50 mg/l de nitrato para proteger a los niños alimentados con biberón (tiempo de exposición breve) contra la metahemoglobinemia. En la mayoría de los países el nivel de nitratos en las aguas superficiales no supera los 19 mg/l, aunque habitualmente sí sobrepasa los 50 mg/l en el agua de los pozos. (OMS; 2006)

En el caso del nitrito, los niveles deberían ser inferiores a 3 mg/l para proteger a los niños contra la metahemoglobinemia (tiempo de exposición breve). Existe un valor provisional para casos de largas exposiciones al nitrito establecido en menos de 0,2 mg/l. Dicho valor se considera provisional puesto que se desconoce cuáles son los efectos crónicos del nitrito sobre la salud humana, y nuestro nivel de susceptibilidad.

Valor de referencia de la OMS para el nitrato en el agua potable < 50 mg/L

**Valor de referencia de la OMS para el nitrito en el agua potable < 3 mg/L
(exposición breve)**

**Valor de referencia provisional de la OMS para el nitrito en el agua potable < 0,2
mg/L (exposición prolongada)**

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja informativa: Nitrato y Nitrito

Opciones de tratamiento del agua a nivel domiciliario

La mejor manera de evitar el nitrato y nitrito de las aguas superficiales y subterráneas es usar una fuente de agua potable alternativa, como el agua de lluvia. Algunas personas recolectan y almacenan el agua de lluvia para beber, cocinar y preparar biberones. En caso de comenzar a utilizar agua superficial en vez de aguas subterráneas, probablemente será necesario tratarla para eliminar la turbiedad y los patógenos.

Los altos niveles de nitrato se relacionan a menudo con altos niveles de contaminación microbiológica, ya que los nitratos provienen de aguas residuales y aguas negras. Si se detectan altos niveles de nitrato se debería tratar el agua para eliminar la potencial contaminación microbiológica.

La OMS (2006) sugiere que los altos niveles de nitrito se podrían reducir a niveles aceptables a través de la cloración.

Referencias

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2008). *Guías para la calidad del agua potable* (3ª edición). Ginebra (Suiza). Disponible en español en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/index.html

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja de datos: Sólidos disueltos totales

Fuentes

Sólidos disueltos totales (SDT) es el término utilizado para describir las sales inorgánicas (principalmente el cloruro de sodio, así como el calcio, magnesio y potasio) y pequeñas cantidades de materia inorgánica que está disuelta en el agua. Técnicamente, cualquier cosa que se disuelve en el agua contribuye al nivel de SDT.

Hay lugares del mundo que tienen cantidades de SDT naturalmente altas en el agua potable. El SDT en el agua potable proviene de fuentes naturales y en menor medida de las aguas negras, escorrentía urbana y aguas residuales industriales. Los acuíferos salobres o salinos pueden existir naturalmente o desarrollarse a través del tiempo en regiones costeras con la infiltración del agua de mar debido a la disminución de la profundidad del acuífero.

- Dulce: <1.000 mg/litro SDT
- Salobre: 1.000 - 5.000 mg/litro SDT
- Altamente salobre: 5.000 - 15.000 mg/litro SDT
- Salina: 15.000 - 30.000 mg/litro SDT
- Agua de mar: 30.000 - 40.000 mg/litro SDT

Water Quality Association

Al agua dulce con niveles altos o bajos de SDT se le llama a menudo agua “dura” o “blanda”, respectivamente. El agua dura recibió ese nombre porque necesita más jabón para conseguir espuma y hace que el agua sea “difícil” para trabajar. El jabón es menos efectivo con el agua dura debido a su reacción con el calcio y el magnesio; lo que conduce a un alto uso de jabón para lavar la ropa y bañarse. Además, el agua dura (>500 mg/litro) puede dejar un residuo, lo que puede causar una acumulación de sarro en ollas y tuberías.

Generalmente, se prefiere el agua blanda para lavar la ropa, bañarse y cocinar.

Efectos potenciales sobre la salud

Beber agua con altas concentraciones de sólidos disueltos totales no hará que la gente se enferme.

Aunque no existen problemas de salud directos, la presencia de sólidos disueltos en el agua puede afectar su sabor. La gente generalmente prefiere el gusto del agua dura debido a los minerales disueltos, sin embargo concentraciones elevadas de SDT pueden causar un sabor amargo o salado. De acuerdo con la OMS (2003), la aceptabilidad del agua potable ha sido evaluada por un panel de catadores en relación con sus concentraciones de SDT de la siguiente manera:

- excelente, menos de 300 mg/litro
- buena, entre 300 y 600 mg/litro
- regular, entre 600 y 900 mg/litro
- mala, entre 900 y 1200 mg/litro (por ejemplo: agua salobre)
- inaceptable, mayor a 1200 mg/litro (por ejemplo: agua salina)

Contaminantes químicos en el agua potable

Hoja de datos: Sólidos disueltos totales

Algunas personas pueden sentir el gusto de la sal en el agua potable a niveles de alrededor de 500 mg/l y esto puede hacer que no la usen y elijan otra fuente de agua en su lugar, posiblemente contaminada.

El agua con concentraciones de SDT extremadamente bajas (por ejemplo, el agua de lluvia) también puede ser considerada inaceptable debido a su sabor insípido.

Guía de la OMS

La OMS no tiene una guía sugerida para los sólidos disueltos totales ya que se produce en el agua potable en niveles muchos menores que las que pueden producir efectos tóxicos. Mucha gente rechaza el agua potable debido al olor, gusto y color a un nivel mucho más bajo de lo necesario para producir daño. Generalmente, a la gente no le gusta el sabor del agua que tiene más de 500 mg/L de SDT.

No hay guía de la OMS para sólidos disueltos totales en agua potable

Opciones de tratamiento de agua a nivel domiciliario

Hay algunas opciones limitadas para eliminar los sólidos disueltos totales del agua potable en los hogares. La filtración no funciona ya que las materias químicas y orgánicas se disuelven en el agua. Los dispositivos de destilación ayudan a reducir los niveles SDT en el agua potable; sin embargo, puede que no sean prácticos o fáciles de usar a nivel domiciliario. Los sistemas de ósmosis inversa para remover el SDT se están popularizando en los países industrializados, sin embargo, son relativamente caros y necesitan un suministro de energía.

Referencias

Water Quality Association, Water Classifications. Disponible en:
www.pacificro.com/watercla.htm

Organización Mundial de la Salud (2003). Total Dissolved Solids in Drinking-Water: Background Document for Development of WHO Guidelines for Drinking-Water Quality de la Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza. Disponible en:
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/tds/en/#

Organización Mundial de la Salud (2006). Guidelines for Drinking Water Quality, tercera edición. Ginebra, Suiza. Disponible en:
www.who.int/water_sanitation_health/publications/fluoride_drinking_water/en/index.html

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 4: Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Apéndice 4:	Guías de la OMS sobre sustancias químicas y efectos sobre la salud	i
4.1	Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo: sustancias químicas seleccionadas	1
4.2	Posibles efectos sobre la salud de las sustancias químicas del agua de consumo..	3

Introducción al análisis de la calidad del agua potable
Apéndice 4: Guías de la OMS y efectos sobre la salud

4.1 Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo: sustancias químicas seleccionadas

Sustancia química	Valor de referencia
Aluminio	Se pudo determinar un valor de referencia basado en efectos sobre la salud de 0,9 mg/l, pero ese valor excede los niveles prácticos basados en el proceso de coagulación en plantas de tratamiento de agua potable que utilizan coagulantes que contienen aluminio: 0,1 mg/l o menos en instalaciones de tratamiento del agua de gran tamaño y 0,2 mg/l en instalaciones pequeñas.
Amoníaco	Se presenta en el agua potable en concentraciones muy inferiores a las que generan preocupación en materia de salud.
Antimonio	0,02 mg/l
Arsénico	0,01 mg/l (A, T)
Bario	0,7 mg/l
Boro	2,4 mg/l
Cadmio	0,003 mg/l
Cloro	5 mg/l (C)
Cromo	0,05 mg/l (P)
Cobre	2 mg/l
Cianuro	Se presenta en el agua potable en concentraciones muy inferiores a las que generan preocupación en materia de salud, excepto en situaciones de emergencia tras un derrame en una fuente de agua.
Fluoruro	1,5 mg/l (al establecer estándares nacionales, se debería tener en cuenta el volumen de agua consumida y la ingesta a partir de otras fuentes).
Dureza	No representa una preocupación en materia de salud en los niveles en que se halla en el agua potable. ¹
Hierro	No representa una preocupación en materia de salud en los niveles que causan problemas de aceptación del agua potable. ¹
Plomo	0,01 mg/l (A, T)
Manganeso	No representa una preocupación en materia de salud en los niveles que causan problemas de aceptación del agua de consumo. ¹
Mercurio	0,006 mg/l (para el mercurio inorgánico)
Níquel	0,07 mg/l
Nitrato	50 mg/l (exposición a corto plazo)
Nitrito	3 mg/l (exposición a corto plazo)
pH	No representa una preocupación en materia de salud en los niveles en que se halla en el agua potable. ²
Fosfato	No figura en las guías de la OMS.
Potasio	Se presenta en el agua potable en concentraciones muy inferiores a las que generan preocupación en materia de salud.
Plata	La información disponible es inadecuada para determinar un valor de referencia basado en efectos sobre la salud.
Sodio	No representa una preocupación en materia de salud en los niveles en que se halla en el agua potable. ¹
Sólidos disueltos totales (SDT)	No representan una preocupación en materia de salud en los niveles en que se hallan en el agua potable. ¹

Introducción al análisis de la calidad del agua potable

Apéndice 4: Guías de la OMS y efectos sobre la salud

Uranio	0,03 mg/l (P) (se abordan solo los aspectos químicos del uranio; no se incluyen los efectos radiológicos).
Zinc	No representa una preocupación en materia de salud en los niveles en que se halla en el agua potable. ¹

(Adaptado a partir de OMS, 2011)

¹ Podría afectar la aceptabilidad del agua de consumo.

² Parámetro operativo importante para el tratamiento del agua.

A = valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado es inferior al límite de cuantificación alcanzable.

C = concentraciones de la sustancia iguales o menores que el valor de referencia basado en efectos sobre la salud pueden afectar al aspecto, sabor u olor del agua y dar lugar a quejas de los consumidores.

D = valor de referencia provisional porque es probable que la desinfección ocasione que se supere el valor de referencia.

P = valor de referencia provisional debido a la existencia de incertidumbres en la base de datos sanitaria.

T = valor de referencia provisional porque el valor de referencia calculado es menor que el que es posible alcanzar mediante métodos de tratamiento prácticos, protección de la fuente, etc.

4.2 Posibles efectos sobre la salud de las sustancias químicas del agua de consumo

El efecto de las sustancias químicas sobre la salud de los seres humanos depende en gran medida del tipo de contaminante, su concentración en el agua de consumo y de la duración y la frecuencia de la exposición. La edad de la persona, el estado de salud físico y la inmunidad también pueden tener una gran influencia sobre el efecto resultante sobre la salud. En la siguiente tabla, se brinda una lista de diversas sustancias químicas, sus impactos sobre la salud y las posibles fuentes de contaminación.

Posibles efectos sobre la salud de las sustancias químicas del agua de consumo

Sustancia química	Posible efecto sobre la salud causado por el agua de consumo	Fuente
Aluminio	Hay pocos indicios de que la ingesta de aluminio (a través de los alimentos o del agua) sea sumamente tóxico. No se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud.	De origen natural; es el metal más abundante. Las sales de aluminio son muy usadas como coagulantes en el tratamiento del agua para reducir la presencia de materia orgánica, el color, la turbidez y los niveles de microorganismos.
Amoníaco	La presencia de amoníaco en el agua de consumo no tiene repercusiones inmediatas sobre la salud. No se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud. No obstante, el amoníaco puede reducir la eficiencia de la desinfección, ocasionar la formación de nitrito en los sistemas de distribución, impedir que los filtros eliminen el manganeso y producir problemas en cuanto al sabor y el olor.	Aguas residuales, procesos industriales y actividades agrícolas. La presencia de amoníaco en el agua es un indicador de posible contaminación del agua con bacterias, aguas residuales o residuos de animales.
Antimonio	Picazón, piel áspera y quebradiza. Como resultado de la exposición a largo plazo y del contacto frecuente con el antimonio, se producen eccemas y dermatitis.	Podría haber concentraciones altas donde hay actividad minera y en zonas volcánicas activas.
Arsénico	Enfermedades de la piel (p. ej., melanosis y queratosis). Podría causar cáncer de pulmón, vejiga, riñón, piel, hígado y próstata. También podría causar enfermedades vasculares, tener consecuencias neurológicas y ocasionar problemas de desarrollo infantil.	De origen natural; también se usa comercial e industrialmente en la fabricación de transistores, láseres y semiconductores. Algunas zonas tienen concentraciones relativamente altas de arsénico en el agua subterránea.
Bario	No hay pruebas de que el bario sea cancerígeno o mutágeno.	Usado en una gran variedad de aplicaciones industriales; sin embargo, el bario presente en el agua proviene principalmente de fuentes naturales.
Boro	Tóxico para el aparato reproductor masculino y podría causar toxicidad del desarrollo.	Utilizado en la fabricación de vidrio, jabones y detergentes, y también como ignífugo. Se encuentra de forma natural en aguas subterráneas, pero su presencia en aguas superficiales con frecuencia es consecuencia del vertido de aguas residuales tratadas que contienen detergentes. Los métodos convencionales de tratamiento del agua no eliminan cantidades significativas de boro.

Introducción al análisis de la calidad del agua potable
 Apéndice 4: Guías de la OMS y efectos sobre la salud

Sustancia química	Posible efecto sobre la salud causado por el agua de consumo	Fuente
Cadmio	Las dosis altas pueden provocar daño renal.	Usado en la industria del acero, plásticos y en las baterías. Se libera al medio ambiente en las aguas residuales, los fertilizantes y la contaminación aérea local. Las soldaduras, las tuberías galvanizadas y los accesorios de fontanería metálicos también pueden contaminar el agua de consumo. Los alimentos son la principal fuente de exposición.
Cloruro	No se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud. Sin embargo, más de 250 mg/l de cloro en el agua de consumo pueden conferirle un gusto fuerte.	El cloruro presente en el agua de consumo proviene de fuentes naturales, las aguas residuales, efluentes industriales y de la escorrentía urbana que contiene sales descongelantes. La principal fuente de exposición para los seres humanos es el agregado de sal a los alimentos.
Cloro	No es probable que haya efectos para la salud en los niveles en que se halla normalmente el cloro en el medioambiente. Las dosis altas de cloro irritan la piel, los ojos y el sistema respiratorio.	Se produce en grandes cantidades y se utiliza mucho en el ámbito industrial y doméstico como un importante desinfectante y como lejía.
Cromo	No se le han atribuido efectos significativos sobre la salud debido a la falta de investigación. La exposición continua al cromo (VI) podría causar reacciones en la piel y podría ser cancerígeno si se ingiere.	El cromo se presenta comúnmente en las aguas naturales en forma de cromo trivalente y hexavalente. El cromo trivalente es fundamental para la alimentación de los seres humanos y está presente en muchos tipos de alimentos. El cromo hexavalente es de ocurrencia natural en el medio ambiente y también puede producirse mediante procesos industriales.
Cobre	El cobre es un nutriente esencial y, al mismo tiempo, un contaminante del agua de consumo. Puede afectar el tracto gastrointestinal; el impacto podría ser mayor en personas sensibles, como los portadores del gen de la enfermedad de Wilson y otros trastornos del metabolismo.	Se utiliza para fabricar tuberías, válvulas y accesorios de fontanería. En ocasiones, se añade sulfato de cobre pentahidratado a las aguas superficiales para el control de algas. La fuente principal de exposición es la corrosión de tuberías de cobre. En los países desarrollados, las fuentes principales de exposición son los alimentos y el agua.
Cianuro	La ingesta a largo plazo afecta la tiroides y el sistema nervioso.	Puede haber cianuro en algunos alimentos, particularmente en algunos países en desarrollo, y en ocasiones está presente en el agua de consumo, principalmente a causa de la contaminación industrial.
Fluoruro	Las concentraciones bajas (entre 0,5 y 1 mg/l) protegen contra las caries dentales, en especial a los niños. En niveles altos, el fluoruro puede manchar los dientes y causar fluorosis dental. En niveles mucho más altos, puede haber daño óseo.	De origen natural; de uso generalizado en la industria; utilizado para producir fertilizantes fosfatados. En la mayoría de los casos, los alimentos son la principal fuente de ingesta. Algunas zonas tienen concentraciones relativamente altas de fluoruro en el agua subterránea.
Hierro	Elemento fundamental para la nutrición de los seres humanos. No se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud.	De origen natural; es uno de los metales más abundantes. También se presenta en el agua de consumo a partir de la corrosión de tuberías de acero o hierro colado.

Introducción al análisis de la calidad del agua potable
Apéndice 4: Guías de la OMS y efectos sobre la salud

Sustancia química	Posible efecto sobre la salud causado por el agua de consumo	Fuente
Plomo	Los lactantes, los niños y las mujeres embarazadas son los grupos más sensibles. Lactantes y niños: retraso en el desarrollo físico o mental; déficit de atención y trastornos en el aprendizaje. Adultos: problemas de riñón; hipertensión arterial.	Se utiliza principalmente en la producción de baterías de plomo, soldaduras y aleaciones. El plomo que se encuentra en el agua de consumo proviene principalmente de instalaciones de fontanería domésticas que contienen plomo en las tuberías, las soldaduras o los accesorios.
Manganeso	Elemento fundamental para la nutrición de los seres humanos. Tanto la carencia como la sobreexposición pueden causar efectos adversos.	De origen natural; es uno de los metales más abundantes y su presencia suele estar asociada a la del hierro. Se usa en la fabricación y en productos de limpieza, blanqueado y desinfección. Los alimentos son la principal fuente de exposición.
Mercurio	Causa síntomas neurológicos y daño renal.	Usado en la minería, en la producción de cloro, en electrodomésticos y en amalgamas dentales. Los alimentos son la principal fuente de exposición.
Níquel	Más posibilidades de tener cáncer de pulmón, cáncer nasal, anomalías congénitas, reacciones alérgicas, problemas cardíacos.	De origen natural; usado en la fabricación de acero inoxidable y de aleaciones de níquel. Los alimentos son la principal fuente de exposición. Sin embargo, la presencia de níquel en el agua puede ser significativa en zonas donde hay mucha contaminación industrial o concentraciones relativamente altas en el agua subterránea.
Nitrato y nitrito	El principal riesgo para la salud es la metahemoglobinemia o "síndrome del bebé azul", enfermedad que afecta en general a lactantes alimentados con biberón. Entre los síntomas, se incluye la falta de aire y que la piel se torne azul raíz de eso.	De origen natural, forma parte del ciclo del nitrógeno. El nitrato se usa en fertilizantes y el nitrito de sodio se utiliza como conservante de alimentos. La concentración de nitrato en aguas subterráneas y superficiales se debe a la escorrentía de tierras agrícolas, a la filtración de fosas sépticas y a las aguas residuales. La formación de nitrito es consecuencia de la actividad microbiana y podría ser intermitente.
Fosfato	Elemento fundamental para la nutrición de los seres humanos. No se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud.	De origen natural; usado en fertilizantes agrícolas y en dentífricos y detergentes (p. ej., jabón). Agregar niveles elevados de fosfato al entorno natural puede tener consecuencias ecológicas significativas. Por ejemplo, puede causar la proliferación de algas en el agua superficial.
Potasio	Elemento fundamental para la nutrición de los seres humanos. No se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud. La sobreexposición podría tener efectos sobre la salud en personas con enfermedades renales o que toman medicamentos que interfieren con las funciones normales del potasio en el cuerpo.	De origen natural; no se presenta en el agua de consumo en niveles que sean peligrosos para la salud. Sin embargo, el agua tratada con ablandadores que usan cloruro de potasio podría aumentar significativamente la exposición y tener efectos adversos para la salud en personas propensas.
Plata	Los datos disponibles son insuficientes para establecer un valor de referencia basado en efectos sobre la salud. Solo se absorbe un pequeño porcentaje de plata.	De origen natural; se ha detectado ocasionalmente en aguas subterráneas y superficiales. En ocasiones, se usan sales de plata en métodos de tratamiento doméstico para reducir la cantidad de bacterias del agua (p. ej., los filtros cerámicos).

Introducción al análisis de la calidad del agua potable
 Apéndice 4: Guías de la OMS y efectos sobre la salud

Sustancia química	Posible efecto sobre la salud causado por el agua de consumo	Fuente
Sodio	No se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud.	Las sales de sodio (p. ej., el cloruro de sodio) están presentes en todos los alimentos y en el agua potable. Los alimentos son la principal fuente de exposición. Los ablandadores del agua pueden agregar una cantidad de sodio significativa al agua.
Sólidos disueltos totales (SDT)	Aunque no representan un riesgo directo para la salud, tanto las concentraciones muy altas o bajas podrían conferirle al agua un sabor desagradable.	Los SDT del agua potable provienen de fuentes naturales, de las aguas residuales, de la escorrentía urbana y de las aguas residuales industriales. La concentración de SDT en el agua varía mucho en distintas regiones geológicas.
Uranio	Se dispone de muy poca información relativa a los efectos crónicos sobre la salud que tiene la exposición al uranio del agua de consumo. En las guías para el agua de consumo, no se tienen en cuenta los efectos radiológicos.	De origen natural; usado principalmente como combustible en centrales nucleares. La contaminación con uranio debe a su filtración desde depósitos naturales, a su liberación a causa de la minería, a las emisiones de la industria nuclear, a la combustión de carbón y otros combustibles y al uso de fertilizantes fosfatados que contienen uranio.
Zinc	Elemento fundamental para la nutrición de los seres humanos. No se propone un valor de referencia basado en efectos sobre la salud.	Está presente en prácticamente todos los alimentos y en el agua potable. Los alimentos son la principal fuente de exposición.

(Adaptado a partir de OMS, 2011)

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 5: Medios de cultivo



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

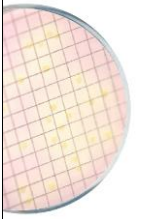

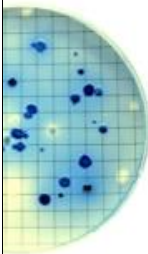

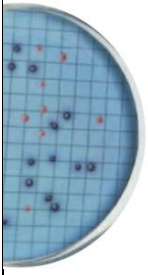
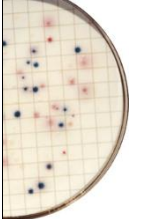
www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Apéndice 5: Medios de cultivo	i
-------------------------------------	---

Imagen	Medios de cultivo	Tipo	Adecuado para indicadores		Tiempo y temperatura de incubación	Presentación	Cuento de colonias
			CTT	<i>E. coli</i>			
	Caldo de lauril sulfato para membrana (MLSB) Color rosa	Caldo Disco nutritivo	X	X con prueba de confirmación	~30°C durante 4 horas, luego 44 ± 0,5°C (para CF) durante 14 horas 35 ± 0,5°C (para CF) durante 18 horas	Polvo (38,1 g o 500 g)	Tanto los CTT como los CF producen colonias amarillas.
	m-Endo Color magenta	Caldo Agar Disco nutritivo		X	35 ± 0,5°C durante 24 horas	Polvo Discos deshidratados	Los CT producen colonias azules. <i>E. coli</i> produce colonias rojo oscuro con brillo metálico verde.
	m-FC Color azul claro	Caldo Agar	X		44,5 ± 0,5°C	Polvo	Los CTT producen colonias color azul a azul grisáceo.
	m-TEC	Agar		X	35 ± 0,5°C durante 2 horas, luego 44,5 ± 0,5°C durante 22-24 horas	Polvo	<i>E. coli</i> produce colonias color rojo magenta.
	m-ColiBlue24 Color azul claro	Caldo Agar		X	35 ± 0,5°C durante 22-24 horas	Líquido (ampollas de 2 ml, frasco de vidrio de 100 ml) Placas de agar preparadas	<i>E. coli</i> produce colonias azules y los CT producen colonias rojas.
	Coliscan MF Transparente, a veces amarillo muy claro	Caldo Agar		X	Desde temperatura ambiente hasta 37°C (ideal 34-37°C durante 18-20 horas)	Líquido congelado (frascos plásticos de 20 ml)	<i>E. coli</i> produce colonias color azul púrpura o azul oscuro.

* CT = coliformes totales, CTT = coliformes termotolerantes, *E. coli* = *Escherichia coli*

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 6: Formularios de registro de datos



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Apéndice 6: Formularios de registro de datos.....	i
6.1 Formulario de registro de datos 1	1
6.2 Formulario de registro de datos 2	3

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
Apéndice 6: Formularios de registro de datos

6.1 Formulario de registro de datos 1

Ubicación: _____ Muestra tomada por: _____											
Fecha del muestreo: _____ Muestra analizada por: _____											
Descripción de la muestra	Muestra N°	Turbidez (UNT)	pH	Cloro (mg/l)	Hierro (mg/l)	Manganeso (mg/l)	Arsénico (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Fluoruro (mg/l)	Conteo de <i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	x factor de dilución
											Conteo total (UFC/100 ml)
Fecha del informe: _____											
Comentarios:											

6.2 Formulario de registro de datos 2

Nombre del técnico: _____

Fecha de la muestra: _____

Lugar donde se tomó la muestra	Descripción de la muestra		Conteo de <i>E. coli</i> en placa (UFC/100 ml)	x factor de dilución		Comentarios y observaciones		
				Conteo total (UFC/100 ml)				
Valores recomendados por la OMS	pH -	Turbidez <1 UNT (sistemas grandes) <5 UNT (sistemas pequeños)	Hierro -	Manganeso -	Arsénico 0,01 mg/l	Fluoruro 1,5 mg/l	Cloro 5 mg/L	Nitrato 50 mg/L
Estándares del país	pH	Turbidez UNT	Hierro	Manganeso	Arsénico	Fluoruro	Cloro	Nitrato
Resultados del análisis								

Conclusiones y recomendaciones:

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua.....	i
7.1 Introducción	1
7.2 Ejemplo de informe	2

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

7.1 Introducción

Los informes deberían estar escritos por un técnico calificado o gerente, junto con el aporte y la colaboración de los trabajadores de campo, para ayudar a interpretar los resultados y hacer recomendaciones apropiadas.

A continuación, se muestra un ejemplo de un informe de monitoreo de la calidad del agua de un proyecto de suministro y tratamiento pequeño. En el ejemplo, todos los sistemas de abastecimiento nuevos (incluidos los pozos perforados y los pozos excavados a mano) se analizaron al principio en función de parámetros químicos, físicos y microbiológicos. Luego, los parámetros físicos y microbiológicos se volvieron a analizar cada tres meses y los parámetros químicos, cada seis.

En este ejemplo, no fue necesario realizar un muestreo aleatorio. En caso de que fuera necesario analizar una gran cantidad de puntos de abastecimiento (como en un proyecto de filtros de bioarena o en una zona geográfica amplia), se debería explicar el método de muestreo elegido en la sección "Procedimiento" del informe.

7.2 Ejemplo de informe

Informe trimestral de calidad del agua Período: octubre a diciembre de 2012

Enero de 2013

Elaborado por: A. Smith, oficial de monitoreo, ONG Good Water Quality for All

1. Introducción

Se elaboran informes de calidad del agua cada tres meses como parte del programa de monitoreo de la ONG. Este cuarto y último informe de 2012 abarca todas las zonas del proyecto (pueblos A, B, C y D) y todos los sistemas de abastecimiento y tratamiento del agua (p. ej., pozos perforados, pozos excavados, filtros de bioarena).

2. Objetivos

Se emprendió el análisis de la calidad del agua de consumo dentro de las zonas de proyecto de la ONG con el fin de:

1. Evaluar al momento de la puesta en servicio la calidad de los sistemas de abastecimiento y tratamiento recién construidos.
2. Monitorear continuamente la calidad de los sistemas de abastecimiento y tratamiento existentes. Aunque en este informe sí se incluye el análisis de la calidad de los filtros de bioarena, no se incluye el análisis de la eficacia de los filtros en el programa. Para eso, consulte el informe llamado "Informe de análisis de la calidad del agua de los filtros de bioarena: diciembre de 2012", donde se analiza la eficacia de los filtros del pueblo D.

3. Parámetros de análisis

La prioridad es monitorear la calidad microbiológica (es decir, las bacterias *E. Coli*), según los estándares nacionales del país y las Guías de la OMS para la calidad del agua de consumo. Se fijó un límite de aceptabilidad para el agua potable de hasta 10 UFC de *E. coli* cada 100 ml. Otros aspectos importantes fueron la calidad estética del agua (para garantizar la aceptabilidad por parte de los usuarios) y la contaminación con sustancias químicas que implican un riesgo para la salud. Los contaminantes químicos de interés en la zona del proyecto abarcan el fluoruro y el arsénico. Entre los parámetros que afectan la calidad estética, se incluye el hierro y el manganeso. También se analizó el pH y la turbidez del agua tratada en relación con el tratamiento doméstico del agua por medio de filtros de bioarena y la cloración.

Todos los sistemas de abastecimiento nuevos (incluidos los pozos perforados y los pozos excavados a mano) se analizaron al principio en función de parámetros químicos, físicos y microbiológicos. Luego, los parámetros físicos y microbiológicos se volvieron a analizar cada tres meses y los parámetros químicos, cada seis.

4. Procedimiento de análisis

Todas las muestras fueron recolectadas en el campo por personal capacitado (véanse los formularios de recolección de datos en el apéndice 1) usando frascos para muestras esterilizados que se mantuvieron refrigerados durante el transporte hasta la oficina del

proyecto. Todas las muestras fueron analizadas dentro de las seis horas de su recolección por un técnico idóneo en una sala de ensayos dedicada al análisis del agua y en un entorno limpio.

Parámetro	Método de análisis	Detalles
<i>E. coli</i>	Filtración por membrana con medio de cultivo Coliscan-MF	Véase el protocolo de análisis en el apéndice 2. Se analizaron muestras por duplicado. 1 muestra en blanco por cada lote de 20 muestras.
pH	Tiras reactivas	Producto: tiras reactivas EMD (ref. 9588-3) con un rango de pH 5 a pH 10.
Turbidez	Tubo de turbidez	Producto: Palintest
Fluoruro	Comparador de color	Producto: comparador de color y reactivo Palintest (rango entre 0 y 1,5 mg/l). Se realizaron diluciones para las concentraciones que excedían el rango de análisis, usando agua de lluvia hervida como diluyente.
Arsénico	Arsenator (equipo digital de análisis de arsénico en agua)	Rango de 2 a 100 ppm.
Hierro	Tiras reactivas	Producto: ITS Inc. Sensafe Iron Check (ref. 480125). Rango entre 0 y 5 mg/l. Sensibilidades: 0, 0,02, 0,05, 0,1, 0,2, 0,3, 0,5, 0,75, 1, 2, 5.
Manganeso	Tiras reactivas	Producto: ITS Inc. Sensafe Manganese Check (ref. 481020). Rango entre 0 y 2 mg/l. Sensibilidades: <0,02, 0,05, 0,1, 0,2, 0,5, 1, 2.

5. Resultados

Los resultados se transcribieron a un formulario de registro de datos y se resumieron como se muestra en la tabla siguiente. La información relativa a la calidad del agua está agrupada por fuente y por pueblo. Para el análisis de tendencias, se incluyeron en las tablas los datos de los trimestres anteriores. Todos los datos nuevos pertenecientes al período que va desde octubre a diciembre de 2012 están marcados en *cursiva*. Los parámetros que exceden los estándares de calidad del agua potable están en **negrita**.

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo
 Apéndice 7: Informes del análisis de la calidad del agua

Muestra Nº	Fecha (d-m-a)	pH	Turbidez (UNT)	Fluoruro (ppm)	Arsénico (ppmm)	Hierro (ppm)	Manganeso (ppm)	<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	Observaciones
Muestras de un pozo perforado mecánicamente (Mercado - PPMA) <i>Ubicación: Pueblo A – Profundidad 52 m – Bomba de agua manual India Mark II (Fecha de puesta en servicio: 12 de enero de 2012)</i>									
PPMA-1	12-01-12	8	10	0	0	0,3	0,2	15	<input type="checkbox"/> Pozo recién puesto en servicio. La loza y la bomba están limpias.
PPMA-2	15-04-12	s. d.	<5	s. d.	s. d.	s. d.	s. d.	5	Tiene un ligero gusto a metal.
PPMA-3	10-07-12	7,9	<5	0	0	0,4	0,3	0	Tiene gusto a metal. Quienes la consumen se quejan.
PPMA-4	12-10-12	s. d.	<5	s. d.	s. d.	s. d.	s. d.	10	Tiene un ligero color naranja.
PPMA-5	14-12-12	8	10	0	0	0,4	0,2	30	Rajaduras en la loza alrededor de la bomba.
Muestras de un pozo perforado mecánicamente (Escuela - PPMB) <i>Ubicación: Pueblo B – Profundidad 45 m – Bomba de agua manual India Mark II (Fecha de puesta en servicio: 13 de diciembre de 2012)</i>									
PPMB-1	14-12-12	7,2	<5	20	0	0,2	0	0	El agua huele a cloro.
Muestra de pozo excavado a mano (PEMC) <i>Ubicación: Pueblo C - Profundidad 8 m – Pozo abierto (Fecha de puesta en servicio: 6 de julio de 2012)</i>									
PEMC-1	10-07-12	7,5	10	0	0	0,1	0	150	
PEMC-2	12-10-12	s. d.	40	s. d.	s. d.	s. d.	s. d.	260	El agua tiene un leve aspecto turbio.
PEMC-3	14-12-12	4,5	50	0	0	0,1	0	500	El agua tiene un color amarronado.
Muestras del tubo de salida de un filtro biológico de arena (Ref.: FBA1) <i>Ubicación: Pueblo D (Fecha de instalación: 10 de enero de 2012)</i>									
FBA1-1	12-01-12	8	10	0	0	0	0	14	El agua tiene un leve aspecto turbio.
FBA1-2	15-04-12	s. d.	5	s. d.	s. d.	s. d.	s. d.	10	
FBA1-3	10-07-12	7,5	<5	0	100	0	0,01	0	Se usó agua de un pozo perforado durante la estación seca.
FBA-4	12-10-12	s. d.	<5	s. d.	s. d.	s. d.	s. d.	10	
FBA1-5	14-12-12	8	5	0	0	0	0	3	

s. d. = sin datos, el parámetro no fue analizado.

6. Interpretación de los resultados y recomendaciones

Resumen

- La calidad microbiológica de la mayor parte de los sistemas de abastecimiento y tratamiento analizados estaba dentro del rango aceptable (entre 0 y 14 UFC de *E. coli* cada 100 ml), a excepción del pozo excavado a mano del pueblo C (ref.: PEM) que tiene niveles altos de contaminación fecal (500 UFC/100 ml en el último análisis) y recientemente el pozo perforado del mercado del pueblo A.
- En el pozo nuevo que entró en servicio en la escuela del pueblo B, el nivel de fluoruro fue de 20 ppm, lo cual excede el estándar nacional de 1,5 ppm.
- En julio de 2012, en el filtro de bioarena (FBA1) del pueblo D, la concentración de arsénico fue de 100 ppmm, lo cual supera el estándar nacional de 10 ppmm.

Pueblo A

La turbidez del pozo perforado del mercado (PPMA) es alta (debería ser <5 UNT). La variación durante la época de lluvias indica la posible infiltración de agua superficial o el desarrollo inadecuado del pozo. Cualquiera de esas dos situaciones podría acarrear contaminación microbiológica. Se recomienda:

- Realizar más análisis de la calidad del agua.
- Verificar la calidad de la loza que rodea a la bomba manual.
- Verificar los registros de perforación para asegurarse de que el pozo se haya construido de forma apropiada.
- Reacondicionar el pozo si es necesario.

La concentración alta de hierro parece que sigue siendo un problema. Se recomienda:

- Realizar más análisis de la calidad del agua.
- Entrevistar a los usuarios para determinar si la presencia de hierro causa rechazo y hace que las personas recurran a otras fuentes de agua menos seguras.
- Pedirles a los usuarios que sedimenten y filtren el agua.
- Hacer que los promotores de salud comunitaria les expliquen a los usuarios que el hierro es una molestia, pero que no es dañino para la salud.

Pueblo B

Este pozo es nuevo y esos son los primeros resultados del análisis del agua. El nivel de fluoruro fue 10 veces superior al estándar nacional. Se recomienda realizar más análisis de fluoruro para confirmar la concentración lo antes posible.

Pueblo C

El pozo excavado a mano (ref.: PEMC) mostró niveles significativos y cada vez mayores de contaminación fecal (500 UFC/100 ml) desde la puesta en servicio, en julio de 2012. Eso podría deberse a la infiltración de agua superficial o al mantenimiento deficiente. Se recomienda:

- Verificar el revestimiento del pozo.
- Realizar una inspección sanitaria de la zona.
- Pedirles a los usuarios que traten el agua para que sea segura para consumir.

Pueblo D

El análisis realizado en julio de 2012 mostró 100 ppmm de arsénico en uno de los filtros de bioarena. Las investigaciones posteriores llevadas a cabo en agosto de 2012 confirmaron que los usuarios del filtro de la zona usaron el agua de un pozo perforado durante la estación seca (es decir, un pozo contaminado con arsénico) porque el pozo excavado a mano se secó. Se recomienda:

- Adaptar los filtros de bioarena de la zona para que reduzcan los niveles de arsénico (mediante la incorporación de clavos de hierro en la caja difusora) o usar otra fuente de agua de consumo durante la estación seca.

Realizar más análisis de arsénico para confirmar el nivel de contaminación.

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Tabla de contenidos

Apéndice 8: Viajes internacionales con equipos y materiales de análisis	i
8.1 Compra de equipos y materiales	1
8.2 Antes de viajar	1
8.3 Viaje aéreo.....	1
8.4 Control de seguridad y de aduana.....	2
8.5 Llegada a destino	2

8.1 Compra de equipos y materiales

- Comprar los equipos en los Estados Unidos o en el Reino Unido es mucho más económico, pero se debe pagar el envío, los gastos por gestión, los impuestos y los aranceles aduaneros si el equipo se va a dejar en el país de destino.
- Realizar la compra dentro del país podría generar demoras y resulta al menos 50% más caro, pero se evitan cuestiones relacionadas con el viaje. Algunas veces vale la pena pagar más y esperar.
- Véanse las hojas informativas sobre países en el apéndice 9 para consultar información específica de cada país sobre dónde comprar equipos y productos en el ámbito local.

8.2 Antes de viajar

- Verificar el contenido del kit portátil de análisis antes del viaje y realizar una lista a modo de inventario.
- Si se quitan las baterías del kit portátil de análisis, protegerlas con un envoltorio plástico con burbujas o cualquier otro tipo de elemento similar.
- Corroborar si el seguro de viaje o de equipaje cubre el transporte de kits portátiles de análisis.
- Cerrar con candado el equipaje al viajar en avión, autobús u otro tipo de transporte público. Si se viaja en avión a los Estados Unidos, comprar un candado TSA (candado aprobado por la administración de seguridad del transporte de ese país); de lo contrario, se destruirá el candado durante el control de seguridad.

8.3 Viaje aéreo

- Llevar dos copias de toda la documentación (p. ej., facturas, inventario, carta de CAWST): una para el equipaje de mano y otra para el equipaje registrado.
- Intentar llevar los kits portátiles de análisis en el equipaje de mano. Se deben colocar en el equipaje registrado los líquidos (p. ej., fluidos de calibración, asegurarse de registrar la tapa del kit), los reactivos químicos, los objetos cortopunzantes y la batería de la incubadora. Colocarles cinta a los terminales de la batería para protegerlos. Los kits DeIAgua tienen baterías integradas, por eso deben viajar en el equipaje registrado. En algunos aeropuertos, se insiste en que los kits portátiles de análisis se coloquen en el equipaje registrado (depende del tamaño).
- Usar bolsos térmicos y geles refrigerantes al transportar medios de cultivo congelados o que deban mantenerse refrigerados (p. ej., Coliscan, m-ColiBlue24) y colocarlos en el equipaje registrado.
- Viajar con metanol es ilegal (incluso si se despacha en el equipaje registrado). Se considera que es una sustancia peligrosa e inflamable.
- No cerrar con candado los kits portátiles si se los transporta en el equipaje de mano, dado que se deberá abrir el kit durante el control de seguridad. Si se elige cerrar el kit, tener a mano la llave y estar preparado para abrirlo.

8.4 Control de seguridad y de aduana

- Si se transporta un kit portátil prestado por CAWST, llevar una carta de CAWST donde conste que el kit pertenece a esa organización y que será devuelto.
- Si se deja el kit portátil en el país, llevar la factura original al importarlo, declarar los elementos y pagar los aranceles aduaneros.
- Verificar si la organización local está exenta de impuestos y puede evitar pagar los aranceles. Se deberá contar con la documentación necesaria.
- Se podría requerir documentación aduanera para ingresar los equipos y materiales a ciertos países (p. ej., Etiopía). Podría ser necesario actualizar la documentación en cada viaje; depende del país de destino.
- Corroborar si se necesita traducir las cartas u otra documentación.
- La aduana podría registrar el ingreso de los elementos en el pasaporte y comprobar que estén al regresar.
- Llevar las hojas de datos de seguridad de materiales de todas las sustancias químicas o medios de cultivo que se transporta, pero solo mostrarlas si se solicitan pues los símbolos y las advertencias que tienen pueden resultar alarmantes. Es necesario ponerse en contacto con los fabricantes de los productos para pedir las hojas de datos de seguridad.
- Considerar la posibilidad de colocar los reactivos químicos en bolsas herméticas de plástico (p. ej., Ziploc) en lugar de usar las cajas originales. En algunos países, se confunde el reactivo con la sustancia química que se analiza. Si es una sustancia regulada, entonces podrían confiscar los reactivos. Por ejemplo, en Uganda sucedió que se confiscó el reactivo para analizar la presencia de fluoruro porque la caja tenía la palabra "fluoruro".

8.5 Llegada a destino

- Refrigerar los medios de cultivo en el hotel (en la habitación, o en algunos hoteles también se permite usar el refrigerador de la cocina). Considerar la posibilidad de usar otros medios de cultivo si no se dispone de refrigeración a nivel local.
- Verificar el contenido del kit portátil de análisis después del viaje usando la lista de inventario.
- Comprobar la integridad de las baterías (p. ej., mantiene la carga, no pierde líquido).

Introducción al análisis de la calidad del agua de consumo

Apéndice 9: Hojas informativas por país



424 Aviation Road NE
Calgary, Alberta, T2E 8H6, Canadá
Teléfono: + 1 (403) 243-3285, Fax: + 1 (403) 243-6199
Correo electrónico: resources@kawst.org, Sitio web: www.kawst.org

El Centro de Tecnologías Asequibles de Agua y Saneamiento (CAWST, por su sigla en inglés) es una organización sin fines de lucro con base en Calgary que proporciona capacitación y consultoría a organizaciones que trabajan directamente con poblaciones en países en desarrollo que carecen de acceso al agua limpia y al saneamiento básico.

Una de las principales estrategias de CAWST es hacer del conocimiento sobre agua un saber popular. Eso se logra, en parte, mediante el desarrollo y la distribución gratuita de materiales educativos con la intención de aumentar la disponibilidad de información para los que más lo necesitan.

Este documento es de contenido abierto y está elaborado bajo la licencia genérica Creative Commons Atribución 3.0. Para ver una copia de esa licencia, visite la página <http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/deed.es> o envíe una carta a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California 94105, Estados Unidos.



Usted es libre de:

- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya la dirección a nuestro sitio web: www.kawst.org.

CAWST actualizará este documento periódicamente. Por ese motivo, no se recomienda que lo almacene para descargarlo desde su sitio web.



Manténgase actualizado y obtenga apoyo:

- Últimas actualizaciones de este documento.
- Otros talleres y recursos de capacitación relacionados.
- Apoyo sobre el uso de este documento para su trabajo.

*CAWST provee mentoría y
asesoramiento sobre el uso de sus
materiales de capacitación.*

www.kawst.org/resources

CAWST y sus directivos, empleados, contratistas y voluntarios no asumen ninguna responsabilidad ni dan garantía alguna por los resultados que puedan obtenerse a partir del uso de la información dada.



Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Afganistán

Estándares nacionales de calidad del agua potable (específico de cada país)

Calidad del agua de consumo	Estándares nacionales
Microbiológicos (por ejemplo, <i>E. coli</i>)	0 UFC/100 ml
Turbidez	5 UTN
pH	6,5 – 8,5
Sólidos disueltos totales (SDT)	1000 mg/L-2000 mg/L
Dureza total	500 mg/L
Nitrato	50 mg/L
Nitrito	3 mg/L
Bario	0,7 mg/l
Boro	2,4 mg/L
Arsénico	0,05 mg/L
Fluoruro	1,5 mg/L
Plomo	0,01 mg/L
Cianuro	0,05 mg/L
Níquel	0,07 mg/L
Nitrato como nitrógeno	11 mg/L
Zinc	3 mg/L
Selenio	3 mg/L
Cloruro	250 mg/L
Sulfato	250 mg/L

Laboratorios

Empresas privadas

- **Venco Intiaz Construction Company (VICC)**

Street 15, Lane 2, House 55, Wazir Akbar Khan, Kabul, Afghanistan

Teléfono: Oficina Principal (0093) 020 210 4489, (0093) 799 218 272 / 700225 757

Sitio web: www.viccbiz.cm

Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Afganistán

- **Zurmat Material Testing Laboratories**

Oficina Principal en Kabul: Casa # 01, Calle # 1, Distrito # 06, Kart-e-Seh, Opposite Habibya High School, Kabul, Afganistán
Teléfono celular: +93 (0) 796 001005
Sitio web: www.zurmat-mtl.com

- **Greentec Engineering and Consulting Company**

Street # 8, Opposite of New Oxford High School, Kart-e-Seh, Kabul Afghanistan
Teléfono Celular: +93 (0) 779 523 567 / 786 330 026
Correo electrónico: lab@greentec.af
Sitio web: www.greentec.af

Otras organizaciones

- **Laboratorio para calidad de agua DACAAR**

Oficina DACAAR Kabul
Qalayee Fatullah, Road No. 12, Street No.3, House No. 403,
Paykob-e-Naswar, Kabul, Afganistán
Teléfono de la recepción: +93 (0) 202230753 / 202230752,
Contacto en el Centro de Experiencia y Capacitación en Agua DACAAR: +93 (0) 797369025, Correo electrónico: azeem@dacaar.org

- **Laboratorio para la calidad del agua del Ministerio de Rehabilitación Rural Rehabilitation y desarrollo (MRRD)**

Tashkilat Street, Nilabagh, Darulaman Road
Kabul, Afganistán
Contacto: Ing. Ali Mohammad, Correo electrónico: ali.mohammad@mrrd.gov.af ,
Teléfono: +93 (0) 772378260

- **Laboratorio de calidad del agua del Ministerio de Salud Pública**

Cerca de la Embajada de los Estados Unidos, Distrito 10, Charahi Sehat Aama
Teléfono: +93 (0) 202301377 / 202301351 / 799311934
Contacto: Ing. Mohammad Ali Akbari, Jefe del Departamento de Agua, saneamiento e higiene Department del MoPH
Teléfono: +93 (0) 706713098 - 783410917
Correo electrónico: Ali_akbari786@yahoo.com
Sitio web: www.moph.gov.af

- **Laboratorio para la calidad del agua del MoPH en Mazar-e-Sharif** (no hay contactos disponibles para obtener información)

- **Laboratorio para la calidad del agua del MoPH en Kandahar** (no hay contactos disponibles para obtener información)

- **Afghanistan Water Supply & Sewerage Corporation (AUWSSC)**

Kabul, Afganistán

Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Afganistán

Persona a contactar: M.Latif Muzafarkhil, Jefe del Departamento de Negocios Estratégicos (SBU) Kabul

Teléfono Celular: +93(0) 799 816 213

Correo electrónico: mohammadlatif7@gmail.com

Correo electrónico: m.latif@auwssc.gov.af

Organizaciones locales que hacen pruebas de calidad de agua

- **Centro de Experiencia y Capacitación en Agua DACAAR**

Suministra análisis microbiológicos, físicos y químicos para determinar la calidad del agua. Utiliza los siguientes equipos: Incubadoras portátiles Potatest, Fotómetros Palintest 8000 Wagtech, Fotómetros de interfaces Palintest 7000 Wagtech, Espectrómetro Spectro Flex 6600, Arsenator Digital Wagtech, equipos digitales WTW 340i para medir pH y conductividad, equipos digitales para medir turbidez; IR WTW 340, y equipos digitales WTW multi 3410 para medir oxígeno disuelto.

Paikob-e-Naswar, Wazirabad, Kabul, Afganistán

Teléfonos: +93 (0) 20 223 07 52 / 223 07 53, +93 (0) 797 36 90 25,

Correo electrónico: dacaar@dacaar.org, azeem@dacaar.org

- **Comité Sueco para Afganistán (SCA)**

Usando equipo para pruebas químicas (HACH) y Arsenator Digital (Wagtech)

Jalalabad Main Road Paktia Kot, lado izquierdo, a 8 kms de Charrahi Abdul Haqq, Caja Postal PO 5017

Teléfonos: +93 (0) 700703653 / 0202320152, / 752023567

Fax: 00930202320156

Correo electrónico: andreas.stefansson@sca.org.af, info@sca.org.af

Sitio web: www.swedishcommittee.org

- **ZOA Afganistán (ZOA)**

Usando Fotómetro 7100 para pruebas químicas, equipo Delagua, y medidor EC

Hs. 266, St. 2 (cerca a la Mesquita Ahmad Jam), Distrito 3, Karte Char, PO Box 1515

Teléfonos: +93 (0) 793570388 / 700239825 / 700213949

Correo electrónico: pga-co@zoa-afg.org, offioffice-mgtcentral@zoa-afg.org

Sitio web: www.zoa-international.com

- **ONG Emergencia Japón (JEN)**

Usando Arsenator Digital, Equipo Potatest, y medidor EC

Administrador del Proyecto JEN/Afganistán: Sayed Inayatullah "Hashimi"

Teléfonos: +93 (0) 700050464 / 77233533

Correo electrónico: hashimi@jen-npo.org

- **Acción contra el Hambre (ACH)**

Usando equipo para pruebas microbiológicas y físicas



Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Afganistán

Herati Mosque Street (cerca al edificio Etisalat), Shahr-i-Naw
Teléfonos: +93 (0) 799566128/ 008821623127491
Correo electrónico: hom@af.missions-acf.org, kabul@af.missions-acf.org
Sitio web: www.actioncontrelafaim.org

- **Welthungerhilfe/ Acción Agro Alemana (AAA)**

Usando el equipo para pruebas físicas el equipo Delauga

M. Rahim Yaqin, Vice Administrador del proyecto de agua y saneamiento, WHH, Sheberghan
Teléfono: +93 (0) 700 71 53 25
Correo electrónico: mohammad.rahim@welthungerhilfe.de,

- **Fundación Aga Khan Afganistán (FAK)**

Usando equipo Delagua, equipos para pruebas físicas, Arsenator, y Fotómetro 7100

Hs. 41, St. 2 Qala-i-Fatullah
PO Box 5753
Teléfonos: +93 (0) 791981910 / 700299174 / 798589868
Fax: 0202301189
Correo electrónico: muslim.khurasan@akdn.org, info.info@akdn.org
Sitio web: www.akdn.org/akf

- **Solidarites International**

Usando Equipo Potatest

Hs. 41, St. 12 (Cerca a Pai Kuba Naswar), Qala-i-Fatullah
Teléfonos: +93 (0) 799303633 / 771939523
Correo electrónico: afg.cdm@solidarites-afghanistan.org, afg.adm.coo@solidarites-afghanistan.org,
Sitio web: www.solidarites.org

- **Relief International (RI)**

Usando equipo para pruebas microbiológicas y físicas

Hs.23, Old Taimani, Golayee Nal, Distrito 10
Teléfonos: +93 (0) 777721571
Correo electrónico: Inge.detlefsen@ri.org
Sitio web : www.ri.org

- **Agence d'Aide à la Coopération Technique Et au Développement (ACTED)**

Usando equipo para pruebas físicas y microbiológicas

Chidambaram. CT, Jefe de programas ACTED, Kabul
Correo electrónico: ct.chidambaram@acted.org,
Sitio web: www.acted.org



Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Afganistán

Sayed Shir Hussain Honaryar, Gerente del departamento de monitoreo y evaluación (AMEU)

Teléfono: +93 (0)799343279

Correo electrónico: sayed.hussain@acted.org

Dost Mohammad Rokai, Gerente de Base en Faizabad

Teléfonos: +93 (0) 700 70 14 59 / 788 43 01 95/ 793 61 60 61

Correo electrónico: rokai_2013@yahoo.com

- **Tearfund (TF)**

Usando equipo para pruebas físicas y microbiológicas

Hs. 508, St. 9 Taimani, kabul

PO Box 383

Teléfono: +93 (0) 789026011 / 787841813 / 799337231

Correo electrónico: afghan-pd@tearfund.org, afghan-dpd@tearfund.org

Sitio web: www.tearfund.org

Organizaciones locales que dan capacitación para hacer pruebas de calidad de agua

- **Centro de Experiencia y Capacitación en Agua en DACAAR**

Paikob-e-Naswar, Wazirabad, Kabul Afganistán

Teléfonos: +93 (0) 20 223 07 52 / 223 07 53, +93 (0) 797 36 90 25,

Correo electrónico: dacaar@dacaar.org, azeem@dacaar.org

Proveedores locales

Equipo físico

- El equipo físico no está disponible en el país, tiene que ser importado
- **Yahya Hakimi & Brother Co. Ltda**

Primer Piso, Plaza Ariana, Karta-e-Ariana, Sallang Watt Street
Kabul, Afganistán.

Correo electrónico: m_yahya007@hotmail.com

Correo electrónico: yhbl.ltd@gmail.com

Teléfonos: +93 799313566 / +93 777313566

Suministra todos los equipos físicos (por ejemplo equipos para pruebas)

Componentes consumibles

- No hay componentes consumibles disponibles en el país, tienen que ser importados
- Yahya Hakimi & Brother Co.ltd
Primer Piso, Plaza Ariana, Karta-e-Ariana, Sallang Watt Street
Kabul, Afganistán.
Correo electrónico: m_yahya007@hotmail.com
Correo electrónico: yhbl.ltd@gmail.com
Teléfonos: +93 799313566 / +93 777313566



Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Afganistán

Suministra todo tipo de componentes consumibles (por ejemplo, metanol, reactivos, agua destilada, pipetas esterilizadas, botellas/bolsas para recolección de muestras, placas de Petri, Papel filtro, almohadillas, medio filtrante)

Medio de cultivo para filtración por membrana usado en el país

- Caldo de cultivo Lauril Sulfato (MLSB) es el medio de cultivo más común y disponible en Afganistán

Consejos para trabajar en el país

- La importación de equipo y componentes consumibles puede demorar hasta 3 meses debido al proceso de aduana y a la documentación que requieren las entidades gubernamentales (Ministerio de economía, ministerio de rehabilitación rural y desarrollo, Ministerio de salud pública, departamento de aduanas) El gobierno cobra 20% de impuestos en todos los elementos importados.
- Aunque se paguen los impuestos, requerirá más de un mes para que la aduana libere los elementos importados.
- La fecha de expiration se debe tomar en cuenta ya que el proceso de importación es demorado.
- Es más barato importar equipo que comprarlo en el país.

- Consejos para importar equipo

GFL: produce destiladores de agua
PO Box 11 52, 30927, Burgwedel, Germany
Teléfono: +49 (0) 51399958-0
Fax: +49 (0) 5139995821
Correo electrónico: info@GFL.de
Sitio web: www.GFL.de

WTW: produce equipo para el análisis de calidad de agua
Teléfonos: +49 (0) 881183-0, +49 (0) 881183-100
Fax: +49 (0) 881183-420
Correo electrónico: Info@WTW.com
Sitio web: www.TWT.com

WTW: produce equipo para el análisis de calidad de agua
Wagtech Cort, Station Road
RG19 4HZ, Reino Unido
Teléfonos: +44 (0) 1635872929
Fax: +44 (0) 1635862898
Correo electrónico: export@wagtech.co.uk
Sitio web: www.wagtech.co.uk

WTW: produce equipo para el análisis de calidad de agua
Teléfono: +44 (0) 1914910808 ext.276
Fax: +44 (0) 1914825372



Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Afganistán

Correo electrónico: Ben.lind@palintest.com

Sitio web: www.TWT.com

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua.... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre del 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad de los servicios de laboratorios, equipos, y productos enumerados en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Etiopía

Estándares nacionales de calidad del agua de consumo (específico de cada país)

Parámetros de calidad del agua de consumo	Estándares nacionales
Microbiológicos (por ejemplo, <i>E. coli</i>)	0 UFC/100 ml
Turbidez	5 UTN
Nitrato	50 mg/L
Arsénico	0,01 mg/l
Fluoruro	1,5 mg/L
Hierro	0,3 mg/L

Laboratorios

Autorizados

- Ministerio de Agua y Energía**

Haile G/Silassie Avenue
Apartado postal 5744 y 5744
Addis Ababa, Etiopía
Tel.: +251-1-6611111
Correo electrónico: info@mowr.gov.et

- Oficinas Regionales de Salud**

De acuerdo con el Ministerio Federal de Salud, Departamento de Higiene y Salud Ambiental, los siguientes laboratorios regionales pueden realizar las pruebas de la calidad microbiológica del agua:

- Centro de Investigación de Salud en Mekelle (estado regional de Tigray)
- Laboratorio de Salud Pública de ciudad Dessie (estado regional de Amhara)
- Laboratorio de Investigación de Salud Amhara en Bahir Dar (estado regional de Amhara)
- Laboratorio Regional de Salud Pública de Awassa (SNNPR)
- Laboratorio Regional de Salud Pública de ciudad Arba Minch (SNNPR)
- Laboratorio Regional de Salud Pública de ciudad Mizan Teferi (SNNPR)
- Laboratorio Regional de Salud Pública de ciudad Jinka (SNNPR)
- Laboratorio Regional de Salud Pública de ciudad Jimma (estado regional de Oromiya)
- Laboratorio Regional de Salud Pública de ciudad Adama (estado regional de Oromiya)

Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Etiopía

- Laboratorio Regional de Salud Pública de ciudad Nekemte (estado regional de Oromiya)
- Laboratorio Regional de Salud Pública de ciudad Harar (estado regional de Oromiya)
- **Administración de Agua y Alcantarillado de Adís Abeba**
Apartado postal 1505
Adís Abeba, Etiopía
Sitio web: www.aawsa.gov.et
- **Autoridad de Calidad y Estándares de Etiopía**
Agencia Reguladora Etíope
Apartado postal 2310
Adís Abeba, Etiopía
Tel.: +251 11 6 46 01 11
Fax: +251 11 6 46 08 80
Sitio web: www.ethiostandards.org
Correo electrónico: info@ethiostandards.org
- **Water Work Design and Supervision Enterprise Laboratory Service Sub Process**
Apartado postal 2561
Adís Abeba, Etiopía
Teléfono: (+251) 0116614501/116-185516
Fax: (+251) 0116615371/610898
Sitio web: www.wwdse.com.et
Correo electrónico: w.w.d.s.e@telecom.net.et
- **Awash Melkasa Aluminum Sulfate and Sulfuric Acid Share Company**
Awash Melkasa Aluminium Sulphate
Apartado postal 15757
Tel.: 554571/0221114703/0221113809
Cel.: 11207313
Fax: 0221114702
Correo electrónico: amassaf@ethionet.et
- **Autoridad Ambiental de Etiopía**(no se dispone de la dirección ni de la información de contacto)
- **Organización de Investigación Agrícola Etíope**(no se dispone de la dirección ni de la información de contacto)
- **Instituto del Servicio Geológico** (no se dispone de la dirección ni de la información de contacto)

Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Etiopía

No autorizados

- No se conoce ninguno

Organizaciones locales que hacen pruebas de calidad del agua

- **Ethiopian Kale Heywet Church Development Programme (EKHCDP), Adís Abeba**
Ofrece análisis de la calidad del agua usando los kits de pruebas y equipo Wagtech y Delagua.

Apartado postal 5829

Adís Abeba, Etiopía

Tel.: 0115526201

Fax: 0115512763

Sitio web: www.ekhc.org

Correo electrónico: saraelon@yahoo.com

Contacto: Addise Amado, gerente del programa de agua y saneamiento

Organizaciones locales que ofrecen capacitación para hacer pruebas de calidad de agua

- **Ethiopian Kale Heywet Church Development Programme (EKHCDP), Adís Abeba**

Apartado postal 5829

Adís Abeba, Etiopía

Tel.: 0115526201

Fax: 0115512763

Sitio web: www.ekhc.org

Correo electrónico: saraelon@yahoo.com

Contacto: Addise Amado, gerente del programa de agua y saneamiento

Tipo de capacitación que se ofrece: talleres introductorios a pruebas de calidad del agua de consumo
Audiencia: personal del gobierno, organizaciones no gubernamentales (ONG), organizaciones comunitarias (OC), personas que trabajen en el sector de agua y saneamiento

- **Wagtech Ethiopia P.L.C**

Apartado postal 14585

Adís Abeba, Etiopía

Tel.: 0116633280

Fax: 0116633281

Correo electrónico: info@wagtechethiopia.com

Tipo de capacitación proporcionada: pruebas físicas, químicas y microbiológicas de calidad del agua

Audiencia: cualquiera que haya comprado equipos o kits de Wagtech

Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Etiopía

Proveedores locales

Equipo físico

- **Wagtech Ethiopia PLC**

Apartado postal 14585
Adís Abeba, Etiopía
Correo electrónico:
info@wagtechethiopia.com
Tel.: 0116633280
Fax: 0116633281

Tipo de equipo

Potakit
Potalab
Arsenator para las pruebas de arsénico

- **Distribuidor de Hach**

Adís Abeba, Etiopía

Tipo de equipo

Incubadora
Equipo de filtración
Cristalería

Componentes consumibles

- **Afro German Chemicals EST.PLC**

Tel.: (+251-011)1550200
Cel. : (+251-091)1470276
Fax: (+251-011)1551057
Correo electrónico:
yitbarek.tsegaye@yahoo.com

Tipo de insumo

Metanol

- **BIO.MED**

Tel.: (+251-011)-4-674417/ 698886
Cel.: (+251-091)1233044
Correo electrónico: bio-med@ethionet.et

Tipo de insumo

Botellas de muestreo
Metanol
Etanol
Agua destilada

- **BORUFIS**

Tel.: (+251-011)4-6603-27
Cel.: (+251-0911)-514479/465019
Fax: (+251- 011)4-669995
Correo electrónico:
bemsplc@ethionet.et

Tipo de insumo

Botellas de muestreo
Metanol
Etanol
Agua destilada

- **General Chemicals & Trading**

Tel.: (+251-011)5510287/88,
Cel.: (+251-091)1201107
Fax: (+251-011)5514979
Correo electrónico: gct@ethionet.et

Tipo de insumo

Metanol
Etanol
Agua destilada

Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Etiopía

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">• LOPHA Pharmaceuticals
Tel.: (+251-111) 4655897/4668616
Cel.: (+251-911-253600)
Fax: +251-114668615
Sitio web:
www.lophapharmaceuticals.com | Tipo de insumo
Metanol
Etanol
Agua destilada
Botella de muestra |
| <ul style="list-style-type: none">• Distribuidor de Hach
Adís Abeba, Etiopía | Tipo de insumo
Medio de cultivo m-ColiBlue24
Agua de dilución (tamponada)
Papel filtro
Placas de Petri y almohadillas |
| <ul style="list-style-type: none">• WISE TEAM PLC
Tel.: 251-111-564514
Cel.: 251-91-1607340
Correo electrónico:
wiseteam@ethionet.et | Tipo de insumo
Botellas de muestreo
Etanol
Metanol |
| <ul style="list-style-type: none">• Wagtech Ethiopia
Wagtec Ethiopia PLC
Apartado postal 14585
Adís Abeba, Etiopía
Correo electrónico:
info@wagtechethiopia.com
Tel.: 0116633280
Fax: 0116633281 | Tipo de insumo
Reactivos
Pipetas
Medio de cultivo MLSB |

Medio de cultivo para filtración por membrana usado en el país

- Caldo de lauril sulfato para membrana (MLSB)
- m-ColiBlue24

Consejos para trabajar en el país

- La importación de equipos y suministros es costosa, la aduana y los impuestos son altos (puede haber una exención de impuestos si es una organización sin fines de lucro).
- Wagtech tiene un proveedor en el país, pero los costos son sustancialmente más caros que la compra directa (hasta 3 veces el costo).
- Tenga en cuenta la configuración de la toma eléctrica del equipo importado. Si es un enchufe de Sudáfrica, es difícil obtener el adaptador adecuado en Etiopía.

Análisis de calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Etiopía

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua.... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre del 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad de los servicios de laboratorios, equipos, y productos enumerados en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Haití

Estándares nacionales de calidad del agua de consumo (específico de cada país)

Parámetros de calidad del agua de consumo	Estándares nacionales
Microbiológicos (por ejemplo, <i>E. coli</i>)	0 UFC/100 ml
Turbiedad	1 UTN para el agua de consumo
Turbiedad	5 UTN para prospección ¹
Nitrato	50 mg/L (valor de referencia de la OMS)
Arsénico	0,01 mg/L (valor de referencia de la OMS)
Fluoruro	1,5 mg/L (valor de referencia de la OMS)
Otros	Valores de referencia de la OMS

¹Prospección: Cuando se empieza a explotar una nueva fuente de agua (por ejemplo: un pozo), la turbiedad es relativamente alta y se va reduciendo con el tiempo. Este es el nivel más alto de turbiedad admisible para nuevas fuentes de agua.

Laboratorios

Autorizados

- **Laboratoire Vétérinaire et de Contrôle de Qualité des Aliments de Tamarinier (LVCQAT)**
Rte Nle #1, km 15, Bon Repos
Tel: (+509) 22 28 63 46
Correo electrónico: famv@ueh.edu.ht
- **Centre Technique d'Exploitation de la Région Métropolitaine Port-au-Prince (CTE-RMPP, DINEPA)**
Bvd Toussaint Louverture, Bloc 3 Mains, Puerto Príncipe, Haití
Tel: +50936369196 / +50936404126
- **Faculte d'Agronomie et de Medecine Veterinaire (FAMV)**
Route Nationale numéro 1, Damien, Puerto Príncipe, Haití
Tel: (+509) 22 22 47 81 / (+509) 22 22 45 92

No autorizados

- No se conoce ninguno

Organizaciones locales que hacen pruebas de calidad de agua

- Action Contre la Faim-Haiti (ACF-Haiti) / Acción Contra el Hambre, Haití

Organizaciones locales que ofrecen capacitación para hacer pruebas de calidad de agua

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Haití

- No se conoce ninguna

Proveedores locales

Equipo físico

- No se conoce ninguno

Componentes consumibles

- No se conoce ninguno

Medio de cultivo para filtración por membrana usado en el país

- m-ColiBlue24® (fabricado por Hach)
- Caldo de lauril sulfato para membrana (MLSB)

Consejos para trabajar en Haití

- La manera más habitual de conseguir equipos de prueba de la calidad del agua en Haití es importarlos desde la República Dominicana o Estados Unidos.
- La mayoría de los laboratorios que analizan la calidad del agua realizan las siguientes pruebas:
 - Conductividad
 - Turbiedad
 - *E. Coli*
 - Coliformes totales
 - Salmonella
 - Análisis bacteriológico
 - Temperatura

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Sitio web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua.... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento es abierto. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no se hace responsable ni garantiza la calidad de los servicios de laboratorios, equipos, y productos enumerados en este documento.

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Laos RDP

Normas nacionales de la calidad del agua de consumo (específicas de cada país)

Parámetros de calidad del agua de consumo	Norma nacional
Microbiológico (Coliformes termotolerantes)	0 CFU/100 ml (en caso de sistemas con y sin distribución de agua, emergencias y recipientes de almacenamiento)
Microbiológico (Coliformes totales)	Sistemas de distribución de agua: 3-5 CFU/100 ml Sistemas sin distribución de agua: 5-10 CFU/100 ml Emergencias: 0 CFU/100 mL Recipientes de almacenamiento: < 2,2 CFU/100 ml
Turbiedad	< 10 UTN
Nitrato	50 mg/l
Arsénico	0,05 mg/l
Fluoruro	1,5 mg/l
Antimonio	0,005 mg/l
Mercurio	0,001 mg/l
Selenio	0,01 mg/l
Sólidos disueltos totales	500-600 mg/l

Nota: las normas del país están actualmente en revisión.

Laboratorios

Autorizados

- **Nam Saat Central**
Capital Vientián (autorizado por el Ministerio de Salud)
- **Nam Papa**
Capital Vientián
- **Comisión del Río Mekong**
Capital Vientián
- **Centro de investigación médica y de nutrición (Ministerio de Salud)**
Capital Vientián

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Laos RDP

No autorizados

- No se conoce ninguno.

Organizaciones locales que realizan análisis de la calidad del agua

- Provincias de Nam Saat – Algunas provincias albergan pequeños laboratorios y otras han recibido kits portátiles de análisis a través de proyectos que se realizaron con anterioridad en la zona. Los trabajadores provinciales quizás no sepan realizar análisis de calidad del agua pero es posible que usted pueda encontrar y utilizar los kits portátiles de análisis de los contactos que se detallan a continuación:

Persona de contacto	Teléfono	Provincia	Tipo de análisis
Vilakhon	N/D	Bokeo	Desconocido
Kongkeo	54765810	Luangnamtha	Desconocido
Sra. Daovone	59799800	Oudomxai	Desconocido
Somdeth	56784392	Xaiyabouly	Desconocido
Phaiboun	55771361	Luang Prabang	Laboratorio, análisis completo
Sra. Soukphaivan	97443132	Huaphan	Kit portátil de análisis
Bounlenth	56468569	Xieng Khuang	Desconocido
Sra. Souban	55401844	Vientián	Desconocido
Sra. Vannuan	55752003	Bolikhamxai	Desconocido
Bounchan	55750104	Khammuan	Desconocido
Sra. Viengsavanh	55911586	Savannakhet	Laboratorio, análisis completo
Nixai Phoumilath	55288348	Salavan	Kit portátil de análisis
Sra. Khomsavan	97693683	Xekong	Desconocido
Khomsavan	29294436	Champasack	Desconocido
Phomma	5627220	Attapeu	Kit portátil de análisis
Sr. Chanta / Sr. Phousavanh	55902250	Vientián capital / provincia	Laboratorio, análisis completo
Khamyeen	55787292	Phongsaly	Desconocido
Sra. Khonsavan	22204693	Nam Papa (Vientián)	Laboratorio, análisis completo

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Laos RDP

Organizaciones locales que proveen capacitación en análisis de calidad del agua

- En Laos la capacitación en análisis de la calidad del agua de consumo se lleva a cabo, en su mayoría, de forma interna desde Nam Saat Central a las provincias, o desde Nam Papa a sus trabajadores. Si otras organizaciones o personas necesitan análisis de la calidad del agua, se les recomienda que acudan a Nam Saat Central para realizarlos.

Proveedores locales

Equipo físico

- **Europ Continents**
237 Ban Sibounhevang Meuang Chanthaboury
Apartado de correos 5933
Vientián, Laos RDP
Tel.: (+856-21) 218322, 215051 o 252071
Fax: (+851-21) 215052
Página web: www.europcontinents.com
- **Farmacia Saisavat - importación y exportación**
- **Farmacia Sokdee - importación y exportación**
- **Farmacia Viengthong - importación y exportación**
- **Sing Loungrod Company**
Sucursal de la provincia Nong Khai, Tailandia
- **Servicio Médico de Laos**
066 Thadeua Rd, Ban Thaphalanxay,
Apartado de correos 4952
Vientián, Laos RDP
Tel.: +856-21-314944/45
Fax: +856-21-314794
Correo electrónico: contact@lms.la
Página web: www.lms.la

Componentes consumibles

- Los mismos proveedores mencionados arriba.

Medios de cultivo por el método de filtración por membrana usados en este país

- Avonchem importa desde Reino Unido el caldo de lauril sulfato para membrana (MLSB por sus siglas en inglés) (www.avonchem.co.uk). También está disponible en las farmacias locales enumeradas más arriba.

Consejos para trabajar en el país

- La entrega desde otros países de productos para el análisis de la calidad del agua puede tardar de dos a tres meses.



Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa del país: Laos RDP

- La mayoría del equipo se ha importado desde Reino Unido o EE. UU. mediante organizaciones no gubernamentales como parte de sus proyectos.
- A nivel local, en las farmacias se puede encontrar la mayoría de los productos y equipos. Si no hay disponibilidad en Laos, lo mejor es comprar los productos en Tailandia.
- La importación de productos de Europa o EE. UU. puede ser difícil y cara debido a la aduana, costos de transporte e impuestos.
- La opción más económica para la compra de equipo es el Servicio Médico de Laos. Es el mayor proveedor de equipos para hospitales.

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)
Calgary, Alberta, Canadá
Página web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org
Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial
Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Por favor, incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.

CAWST no garantiza ni se hace responsable de la calidad de los servicios de laboratorios, equipos y productos enumerados en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

Normas nacionales de calidad del agua específicas de cada país

Parámetros de calidad del agua de consumo	Norma nacional
Microbiológico (coliformes termotolerantes [fecales])	0 UFC/100 ml
Turbiedad	10 UTN
Nitrato	10 mg/l
Nitrito	1,0 mg/l
Arsénico	0,05 mg/l
Fluoruro	1,5 mg/L
Hierro	1,0 mg/l
Manganeso	0,1 mg/l

Laboratorios

Autorizados

- Zambia Bureau of Standards**
 Lechwe House, Freedom Way, South End
 PO Box 50259, ZA 15101 Ridgeway
 Lusaka, Zambia
 Celular: +260977750010
 Tlfno.: +260211231385
 Fax: +260211238483
- Laboratorio de ingeniería medioambiental (Environmental Engineering Laboratory)**
 University of Zambia
 Great East Road Campus
 PO Box 32379
 Lusaka, Zambia
 Tlfno.: +260211290962
 Persona de contacto: Joel Kabika
- Kafubu Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado de Kabufu)**
 PO Box 71278
 Ndola, Zambia
 Tlfno.: +2602622425
 Fax: +2602622177

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

- **Alfred Knight**
PO Box 20303
Corner Mindola Shaft and Golf Club Rd
Nkana West
Kitwe, Zambia
Tlfno.: +260212226433
Fax: +260212226306
- **Tropical Disease Research Centre (Centro de investigación de enfermedades tropicales)**
PO Box 71769
Ndola Central Hospital (Hospital central Ndola)
Ndola, Zambia
Tlfno.: +260212611575
Tlfno.: +260212621412
- **Food and Drug Control Laboratory (Laboratorio para el control de los alimentos y los fármacos)**
University Teaching Hospital
PO Box 30138
Lusaka, Zambia
Tlfno.: +260211252855/+260 (211) 252875
- **Indeni Petroleum Refining (Refino de petróleo Indeni)**
PO Box 71869
Ndola, Zambia
Tlfno.: +260212655325
Fax: +260212655191
- **Ndola Lime Company (Empresa de cal Ndola)**
PO Box 70057
Ndola, Zambia
Tlfno.: +260212621172
Fax: +260212611260
- **Lusaka Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado de Lusaka)**
PO Box 50198
Lusaka, Zambia
Tlfno.: +260211250002
- **Ministry of Mines, Energy and Water Development (Ministerio para el desarrollo de la minería, la energía y el agua)**
PO Box 31969
Lusaka, Zambia
Tlfno.: +260 211 251389



Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

Fax: +260253568

- **Eastern Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado del este)**
PO Box 150464
Chipata, Zambia
Tlfno.: +260216221534
Fax: +260216221403
- **Nkana Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado Nkana)**
PO Box 20982
Kitwe, Zambia
Tlfno.: +260212222488
Fax: +260212222490
- **Southern Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado del sur)**
PO Box 61113
Livingstone, Zambia
Tlfno.: +260213322103
- **Lukanga Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado de Lukanga)**
PO Box 81745
Kabwe, Zambia
Tlfno.: +260215222474
Tlfno.: +260215223926
- **Western Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado de occidente)**
Mongu, Zambia
Tlfno.: +260217221019
- **North Western Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado del noroeste)**
Solwezi, Zambia
Tlfno.: +260218821330
- **Chambishi Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado de Chambishi)**
PO Box
Chambishi, Zambia
Tlfno.: +260212721977
- **Lukanga Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado de Lukanga)**
Chibombo, Zambia
Tlfno.: +260215274125



Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

- **Mulonga Water and Sewerage Company (Empresa de aguas y alcantarillado de Mulonga)**
Kabundi Road
Chingola, Zambia
Tlfno.: +260212313681
- **Mopani Copper Mines Analytical Services (Servicios de análisis de minas de cobre Mopani)**
PO Box 22000
Kitwe, Zambia
Tlfno.: +260212247011
Fax: +260212244002
- **Konkola Copper Mines Analytical Services (Servicios de análisis de minas de cobre Konkola)**
Chingola, Zambia
Tlfno.: +260212350000
Fax: +260212351357

No autorizados

- No se conoce ninguno.

Organizaciones locales que hacen pruebas de calidad de agua

- **Seeds of Hope International Partnerships**
PO Box 250107
Plot 384 Makoli Road
Ndola, Zambia
Tlfno.: +260212671545
Correo electrónico: info@sohip.org
Sitio web: <http://sohip.org/solutions/wet-c/water/water-quality-testing/>

Organizaciones locales que ofrecen capacitación para realizar análisis de calidad del agua

- **Seeds of Hope International Partnerships**
PO Box 250107
Plot 384 Makoli Road
Ndola, Zambia.
Tlfno.: +260212671545
Correo electrónico: info@sohip.org
Sitio web: <http://sohip.org/solutions/wet-c/water/water-quality-testing/>

Tipo de capacitación que ofrecen: Talleres de introducción al análisis de calidad del agua para consumo



Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

Público: personal del gobierno, empresas de aguas, organizaciones no gubernamentales (ONG), organizaciones comunitarias (OC), personas que trabajen en los sectores del agua y el saneamiento

- **University of Zambia**

Ingeniería medioambiental (Environmental Engineering)
Great East Road Campus
PO Box 32379
Lusaka, Zambia
Tlfno.: +260-1-290598

Tipo de capacitación que ofrecen: capacitación dirigida por los clientes

Público: personal del gobierno, empresas de aguas, ONG, OC, personas que trabajen en los sectores del agua y el saneamiento

- **Zambia Bureau of Standards (Dirección de normas de Zambia)**

Lechwe House, Freedom Way, South End
Aptd. Box 50259, ZA 15101 Ridgeway
Lusaka, Zambia
Celular: +260977750010
Tlfno.: +260211231385
Fax: +260211238483

Tipo de capacitación que ofrecen: capacitación dirigida por los clientes

Público: personal del gobierno, empresas de aguas, ONG, OC, personas que trabajen en los sectores del agua y el saneamiento

Organizaciones locales que ofrecen otros servicios de calidad del agua

- **Seeds of Hope International Partnerships**

PO Box 250107
Plot 384 Makoli Road
Ndola, Zambia
Tlfno.: +260212671545
Correo electrónico: info@sohip.org
Sitio web: <http://sohip.org/solutions/wet-c/water/water-quality-testing/>

Tipo de servicio que ofrecen: monitoreo y evaluación de proyectos, proyectos de investigación aplicada, venta de juegos de pruebas de presencia o ausencia

Clientes: departamentos gubernamentales, empresas de aguas, ONG, OC, trabajadores de los sectores del agua y el saneamiento, agujereado de pozos, empresas de embotellado de agua, profesionales del sector de la sanidad

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

Proveedores locales

Equipo físico

Nombre del proveedor y equipo disponible	Persona de contacto	Número de teléfono, fax, correo electrónico	Dirección
THE TECH GROUP Equipos y suministros para laboratorios, agentes para juegos portátiles de pruebas de calidad de agua Wagtech International, Potalab y Potakit (consultar el sitio web de Wagtech website para ver el listado de los productos)	En Lusaka: Rhoda	Tlfno.: +260 1 248021/2 Fax: +260 1 246281 Celular: +260 977 606272 Correo electrónico: techgroupzambia@gmail.com	Plot 4298, Buyantanshi Road, Heavy Industrial Area, PO Box 333021/2 Lusaka, Zambia
FERRONES ENTERPRISES Manufacturas de vidrio y equipo de laboratorio variado	Sr. Kunda	Tlfno.: +260 977860136	PO Box 70881 Ndola, Zambia. Provident House, 9th Floor, Room 904, Ndola, Zambia.
KATKAM Ltd Manufacturas de vidrio y equipo de laboratorio variado		Tlfno.: +260955994452 Fax: +260 2 621242 Correo electrónico: katkam ltd@yahoo.com	Rooms 303 & 304, Buteko House, Buteko Avenue, Ndola, Zambia PO Box 240225, Ndola, Zambia
Lab Galore Ltd Equipo de laboratorio e instrumentos de precisión variados	Charles Nyirenda (Director)	Telefax: +260 211 841 003/ fax 0211 430345 Celular: +260 955/975 453 823 Correo electrónico: labgalore@yahoo.com	Shop No. U5 (upstairs) Westgate Shopping Mall, Freedom Way, Lusaka, Zambia

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

Proveedores locales

Componentes consumibles

Nombre del proveedor y componentes consumibles disponibles	Persona de contacto	Número de teléfono, fax, correo electrónico	Dirección
THE TECH GROUP Agentes para Wagtech International MLSB, reactivos para pruebas químicas, normas de turbiedad, insumos microbiológicos (p. ej., papel de filtro, discos absorbentes)	En Lusaka: Rhoda	Tlfno.: +260 1 248021/2 Fax: +260 1 246281 Celular: +260 977 606272 Correo electrónico: techgroupzambia@gmail.com	Plot 4298, Buyantanshi Road, Heavy Industrial Area, PO Box 333021/2 Lusaka, Zambia
FERRONES ENTERPRISES Reactivos químicos, metanol, etanol, tampones de pH, papel de filtro de membrana, discos absorbentes, placas de petri	Sr. Kunda	Tlfno.: +260977860136	PO Box 70881 Ndola, Zambia Provident House, 9th Floor, Room 904, Ndola, Zambia
KATKAM Ltd Reactivos químicos para laboratorio, medios de cultivo (m-Endo), metanol, etanol, tampón de fosfato, tampones de pH, productos miliporo		Tlfno.: +260955994452 Fax: +260 2 621242 Correo electrónico: katkamltd@yahoo.com	Rooms 303 & 304, Buteko House, Buteko Avenue Ndola, Zambia. PO Box 240225, Ndola, Zambia
Lab Galore Ltd Productos químicos y reactivos para diagnóstico, diversos medios de cultivo, medios m-Endo, metanol y etanol	Charles Nyirenda (Director)	Telefax: +260 211 841 003/ fax 0211 430345 Celular: +260 955/975 453 823 Correo electrónico: labgalore@yahoo.com	Shop No. U5 (upstairs) Westgate Shopping Mall, Freedom Way, Lusaka, Zambia

Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

Medios de cultivo por el método de filtración por membrana usados en este país

- Caldo de lauril sulfato para membrana (MLSB)
- m-Endo

Consejos para trabajar en el país

- Al transportar fuera del país equipos para realizar pruebas de calidad de agua de consumo es necesario que rellene unos formularios de exportación (Customs General Registration Certificates), que se encuentran disponibles en las oficinas de aduanas. Un responsable de aduanas vendrá y comprobará los artículos del formulario y lo autorizará. Es posible que se utilice un agente en caso de que existan numerosos artículos o si se trata de un listado muy complejo. Es posible que estén sujetos al pago de algún impuesto. Consulte la siguiente página para ver un ejemplo de formulario de aduanas.
- La compra e importación de equipos de otros países suele resultar menos cara, pero existen tasas de aduanas asociadas (según el equipo). Las entidades sin fines de lucro y las ONG a menudo están exentas de estos pagos, por lo que puede ser una opción posible.
- Compare los precios, ya que a veces existen grandes diferencias de precio entre los proveedores.
- Cuando solicite los suministros, espere el tiempo suficiente para la entrega. Puede tardar bastante tiempo en recibir sus pedidos.
- Desarrolle nuevas relaciones y redes de contacto con otros laboratorios. Pueden compartir recursos con usted y resultar una fuente de información inestimable.

CAWST (Centre for Affordable Water and Sanitation Technology)

Calgary, Alberta, Canadá

Página web: www.cawst.org; Correo electrónico: resources@kawst.org

Bienestar a través del agua... Mejorando la vida de las personas a nivel mundial

Última actualización: octubre de 2013

El contenido de este documento no tiene restricciones. Usted es libre de:



- Compartir – copiar, distribuir y difundir este documento.
- Editar – adaptar este documento.



Bajo las siguientes condiciones:

- Atribución. Deberá atribuírsele a CAWST el crédito de ser la fuente original del documento. Incluya nuestro sitio web: www.cawst.org.


CAWST no garantiza ni se hace responsable de la calidad de los servicios de laboratorios, equipos y productos enumerados en este documento.



Análisis de la calidad del agua de consumo

Hoja informativa de país: Zambia

Ejemplo de formulario de aduanas para Zambia


ZAMBIA REVENUE AUTHORITY
Customs and Excise Division

FORM CE 1

CUSTOMS GENERAL REGISTRATION CERTIFICATE

1. Customs Port/Aerodrome: LUSAKA 2. Date: 07.03.2011

3. Name of Exporter: SEEDS OF HOPE INTERNATIONAL PARTNERSHIP

4. Address in Zambia:

(a) Postal: Box 73272 NDOLA

(b) Residential: PLOT # 384 MAKOLI RD, NDOLA

5. PARTICULARS OF GOODS

FULL DESCRIPTION OF GOODS	SERIAL NUMBERS	VALUES FOR CUSTOMS PURPOSES	FOR OFFICIAL USE ONLY
EGG INCUBATOR	9200	K 60=00	

6. I certify that the above mentioned goods are the property of SEEDS OF HOPE INTERNATIONAL PARTNERSHIP and are being taken out of Zambia for the purpose of PROJECT MONITORING AND EVALUATION


and are to be returned to Zambia in due course.

Signature: [Signature] Date: 07.03.2011

FOR OFFICIAL USE ONLY

Name of Customs Officer: JOSEPH PAIRI

Signature: [Signature] Date: 09/03/2011



Port Serial No: 04-03-2011
Number / Month / Year