

Vigilancia de la calidad del agua en emergencias y desastres

Consideraciones Generales

Se define la vigilancia de la calidad de agua como “el conjunto de acciones adoptadas por la autoridad sanitaria para evaluar el riesgo que representa para la salud pública, la calidad de agua suministrada por los sistemas de abastecimiento”.

La vigilancia es **preventiva** porque permite detectar oportunamente los factores de riesgo de modo que puedan tomarse acciones antes que se produzcan anomalías en la calidad del agua o efectos sobre la salud. Es correctiva porque permite identificar los focos de brotes de enfermedades relacionados con el agua para poder actuar sobre ellos, restablecer la calidad del agua y controlar la propagación de las enfermedades.

Al momento de un desastre, las instituciones y autoridades sanitarias deberán estar preparadas y con la capacidad en recursos humanos, insumos y logística para mantener y reforzar la vigilancia de la calidad de agua que se suministre a la población afectada. Se deben adaptar los programas regulares de vigilancia a las circunstancias y necesidades que se presenten a causa de una emergencia o desastre, cuyos contextos varían dependiendo del evento que provoca el desastre (terremoto, tsunami, erupción, inundación, etc.) y el tipo de población afectada.

En un desastre, no se trata de capacitar a la gente para enfrentar la situación, sino que, en base al programa regular de vigilancia ésta capacidad se adaptará a las circunstancias que se presenten, las cuales varían dependiendo del evento que provoca el desastre (terremoto, tsunami, erupción, inundación, etc.) y el tipo de población afectada.

La presente nota técnica entrega lineamientos básicos que permitan implementar acciones sencillas en la vigilancia de la calidad del agua que permita suministrar agua segura a la población afectada du-

rante la primera etapa de la emergencia. En el mediano y largo plazo se espera que se retome la vigilancia de calidad de agua que cada uno de los países tiene establecida y normada para tiempos normales.

Propuesta técnica

Técnicamente la vigilancia sanitaria contempla: la correlación de la calidad física, química y microbiológica del agua con las enfermedades de origen hídrico para determinar el impacto en la salud, y el examen permanente y sistemático de la información sobre la calidad del agua para identificar si la fuente, el tratamiento y la distribución responden a los objetivos y normas establecidas.

Para la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en situaciones normales, es necesaria la evaluación de calidad, cantidad, cobertura, continuidad del servicio y costo. En situaciones de emergencia y desastre, estos indicadores se reajustan pero se deben garantizar, por lo menos, la calidad del agua libre de riesgos microbianos, la cantidad de agua mínima necesaria y la fácil accesibilidad y continuidad del servicio.

El cuadro 1, presenta los indicadores a tener presente a realizar la vigilancia de la calidad de agua en situaciones de emergencia.



Evaluación fisicoquímica y bacteriológica

La mayoría de los países cuentan con normas sobre calidad de agua, que han sido elaboradas tomando como referencia las Guías de la OMS para la calidad de agua potable, en las cuales se establecen límites y rangos para un sinnúmero de parámetros fisicoquímicos que son de cumplimiento obligatorio.

Si bien algunos países han definido límites para estos parámetros fisicoquímicos a ser observados en situaciones de emergencia, en la práctica hay consenso sobre el uso de la información contenida en las Normas mínimas sobre abastecimiento de agua, saneamiento y promoción de la higiene del Proyecto Esfera, que se presentan a continuación.

Cuadro 1: Indicadores de calidad del servicio de abastecimiento de agua en situaciones de emergencia

Indicador	Descripción
Calidad	Apta para consumo humano.
Cantidad	Suficiente para fines domésticos.
Cobertura	Abarca el mayor número de la población.
Continuidad	Disponible la mayor parte del tiempo.
Costo	El mínimo necesario.
Accesibilidad	Puntos de acopio de fácil y pronta llegada a los consumidores.

Proyecto Esfera: Normas mínimas sobre abastecimiento de agua, saneamiento y promoción de la higiene

Norma 2 sobre abastecimiento de agua: Calidad del agua

El agua tiene un sabor agradable y suficiente calidad para beberla y utilizarla para la preparación de alimentos y la higiene personal y doméstica sin que ello entrañe riesgos para la salud.

Parámetros fisicoquímicos

Si bien en tiempos normales la vigilancia de la calidad de agua se enfoca en una serie de parámetros físico-químicos, en situaciones de emergencia y desastres estos parámetros se reducen drásticamente a sólo aquellos esenciales que aseguren una adecuada desinfección de agua usando cloro.

Durante emergencias y desastres se vigilará la turbiedad, pH y Cloro residual. El proyecto Esfera para las normas relacionadas con calidad de agua, como parte de las acciones claves respectivas, indica lo siguiente sobre parámetros fisicoquímicos:

- Turbiedad: tratar el agua para obtener "...un grado de turbidez inferior a 5 UTN (unidades de turbidez nefelométrica)".
- Cloro: "...tratar el agua con un desinfectante de forma que se obtenga una concentración de cloro residual de 0,5 mg/l."

"En el caso de enfermedades diarreicas específicas, velar por que la concentración de cloro residual sea superior a 1 mg/l"

Para asegurar un adecuado funcionamiento de las propiedades desinfectantes del cloro, se sugiere que el pH agua se encuentre entre 6.5 - 8.5

Estos tres parámetros fisicoquímicos se consideran claves porque están directamente relacionadas con la desinfección, el mantenimiento del nivel de cloro libre residual en el agua y, por lo tanto, con la posibilidad de transmisión de agentes patógenos.

Parámetros bacteriológicos

Para el caso de este tipo de parámetros, los mismos también se reducen el número de parámetros a vigilar durante la primera etapa de la emergencia, y en

particular se presta especial atención a la vigilancia de la concentración de coliformes termotolerantes o E.coli, los cuales no deberían estar presentes en el agua destinada al consumo humano, para lo cual el Proyecto Esfera indica lo siguiente.

- E.Coli: "...No hay coliformes fecales por 100ml en el punto donde está la salida del agua".

Lugares de muestreo

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos carecerán de valor si las muestras analizadas no son debidamente recolectadas, almacenadas e identificadas.

Las muestras se deben tomar en recipientes limpios y rotuladas, detallando la fecha, hora y ubicación de la toma, así como el nombre de quien realizó el muestreo.

En situaciones de emergencia, se recomienda que transcurra el menor tiempo posible entre la obtención de la muestra y su análisis.

El muestreo deberá realizarse en puntos estratégicos, comprendidos en todo el

proceso de el/los sistema/s de aprovisionamiento de agua existentes para la población afectada, desde la fuente y/o captación, los puntos de distribución y almacenamiento hasta el manejo en el hogar. Recuerde que posiblemente la población afectada se aprovisiona de agua desde diferentes fuentes tales como: sistemas de tuberías, pozos excavados, camiones cisternas entre otros.

Cada una de las formas de aprovisionamiento de agua, requerirán de lugares de muestreo diferentes.

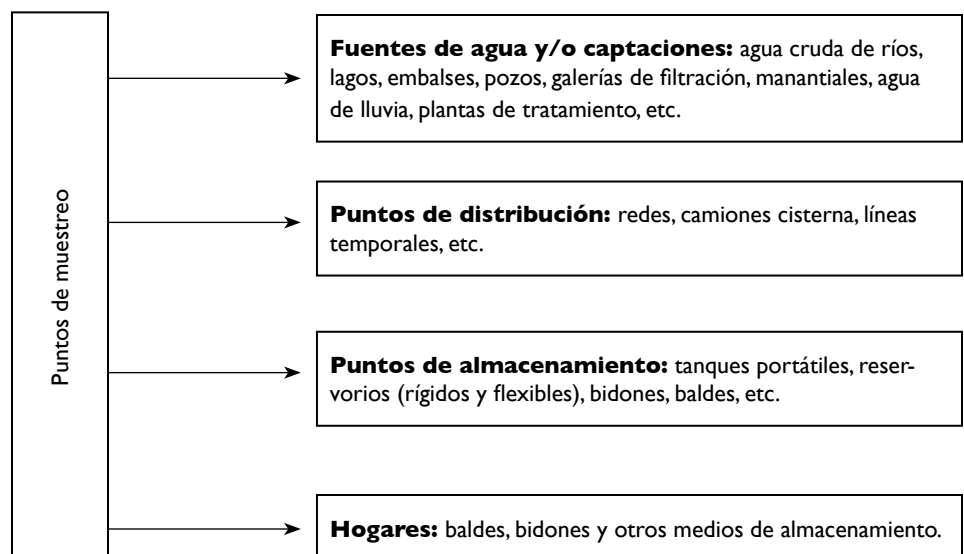
Frecuencia del muestreo

La frecuencia del muestreo tiene como objetivo definir la continuidad del seguimiento que debe efectuarse a la calidad del agua para consumo humano. Durante la emergencia se recomienda que el muestreo sea diario; situación que en el período de la rehabilitación y reconstrucción se registrará de acuerdo con lo establecido en las normas de cada país.

Análisis

Los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos deben realizarse con procedimientos normalizados, con el objetivo de que los resultados obtenidos puedan ser comparables.

Para analizar la calidad del agua, según los parámetros indicados anteriormente, se deben realizar algunas pruebas con las muestras que se obtengan. Estos análisis





se pueden realizar directamente en el terreno, ya sea con equipos sencillos o con la ayuda de laboratorios portátiles.

A continuación se describen algunos

métodos para evaluar los aspectos físicos, químicos y bacteriológicos que determinan la calidad del agua para consumo de la población

Análisis físico

- **pH:** Los valores de pH miden la acidez y alcalinidad del agua. La medición de este parámetro debe efectuarse en el campo; así se evita la alteración de la muestra, para lo cual existen sencillos medidores de pH que facilitan la tarea.
- **Turbiedad:** La turbiedad influye tanto en la aceptabilidad del agua por los consumidores como en la selección y eficacia de los procesos de tratamiento, en particular la eficacia de la desinfección con cloro.

La turbiedad del agua se origina en la presencia de partículas insolubles de arcilla, limo, materia mineral, partículas orgánicas de diferente origen, plancton y otros organismos microscópicos que impiden el paso de la luz a través del agua.

La medición de la turbiedad en el terreno se efectúa con un instrumento portátil (turbidímetro) que permite una medición fácil y rápida. Se recomienda las escalas de 0 a 5 UNT para agua de consumo humano.

Análisis químico

- **Cloro residual:** El cloro ofrece varias ventajas como desinfectante, entre ellas su costo relativamente bajo, su eficacia y su facilidad de medición, tanto en laboratorios como sobre el terreno. Otra ventaja importante es que el cloro deja un residuo desinfectante que contribuye a prevenir la nueva contaminación durante la distribución, el transporte y el almacenamiento del agua.

En situaciones de emergencia y desastre, la determinación del cloro libre residual puede efectuarse con un sencillo compa-

rador visual, que aplica un procedimiento simplificado del método de laboratorio. Este método emplea como reactivo la N-dietil-p-fenilendiamina (DPD), que permite hacer esta comparación visual con mayor precisión. En el método colorimétrico con DPD, la intensidad del color del indicador se compara en forma visual con una escala de estándares.

El cloro libre residual reacciona directamente con el DPD y forma un compuesto de color rojo. Este método se aplica con los comparadores de cloro y es, al momento, el más empleado en el terreno.

Análisis bacteriológico

Para la evaluación de la calidad bacteriológica del agua de consumo en situaciones de emergencia, se presentan dos alternativas:

a. Ensayo del H₂S, método cualitativo de presencia/ausencia (P/A)

El ensayo del hidrógeno sulfurado o sulfuro de hidrógeno (H₂S) es uno de los métodos más sencillos para evaluar la calidad bacteriológica del agua; se caracteriza por su bajo costo y la claridad en la interpretación de los resultados.

Este ensayo consiste en la determinación cualitativa de bacterias productoras de H₂S, cuya detección se asocia a la presencia de contaminación bacteriana de origen intestinal, que incluye las bacterias del grupo coliforme. El ensayo funciona ante la presencia de bacterias entéricas (*Salmonella*, *Arizona*, *Proteus*, *Edwardsiella*) y de algunos géneros/especies del grupo coliforme (*Citrobacter*, *Klebsiella*, *E. coli*).

Usando un medio de cultivo con tiosulfato como fuente de sulfuro y citrato férrico amoniacal como indicador, es posible detectar la presencia de estas bacterias a través de la producción de un precipitado negro de sulfuro ferroso. Todas las bacterias productoras de H₂S dan una reacción positiva.

La aparición de cualquier ennegrecimiento en la tira de papel y/o en el líquido con o sin producción de precipitado negro, después de incubar durante 24 horas a 48 horas, demuestra la presencia de bacterias de origen intestinal. Si no hay coloración negra

a las 48 horas, se incuba durante 24 horas adicionales. La ausencia total de color negro después de 72 horas de incubación indica que la muestra no tiene bacterias de origen intestinal.

Los resultados se expresan en forma cualitativa, como "presencia" o "ausencia" de bacterias productoras de H₂S, indicadoras de contaminación por bacterias de origen intestinal. Este método no reemplaza a los métodos cuantitativos oficiales utilizados para la determinación de la calidad bacteriológica del agua potable.

b. Método de presencia-ausencia de bacterias coliformes

Es un procedimiento simplificado para la "determinación cualitativa de coliformes" en agua destinada al consumo humano; más simple y económico que la técnica de tubos múltiples y la de filtro de membrana, que son pruebas cuantitativas.

La prueba de presencia - ausencia considera la siembra de 100 ml de muestra en el caldo P - A y está fundamentada sobre el principio de que los coliformes deben estar ausentes en 100 ml de agua potable.

Esta prueba consta de dos fases: una presuntiva y otra confirmativa. Si el resultado del análisis es positivo, puede ser necesaria la determinación cuantitativa en una nueva muestra. Asimismo, el Colilert es un producto para análisis, detección y cuantificación de coliformes totales y *E. coli*, en muestras de agua de cualquier tipo (potables, residuales, de proceso, etc.). Es un reactivo con una formulación especialmente diseñada a base de sales y sustratos con nitrógeno y carbono. La metabolización de estos nutrientes produce un color amarillo y fluorescencia, con lo cual queda confirmada la presencia de coliformes totales y de *E. coli*, respectivamente.

La principal ventaja de este método es la reducción a la mitad del tiempo de incubación contra los métodos tradicionales y placas preparadas. En 24 horas están listos los resultados.



Laboratorios portátiles

Existen en el mercado equipos y laboratorios portátiles que han sido diseñados y dotados con todos los dispositivos necesarios para realizar en terreno cada uno de los análisis anteriormente descritos.

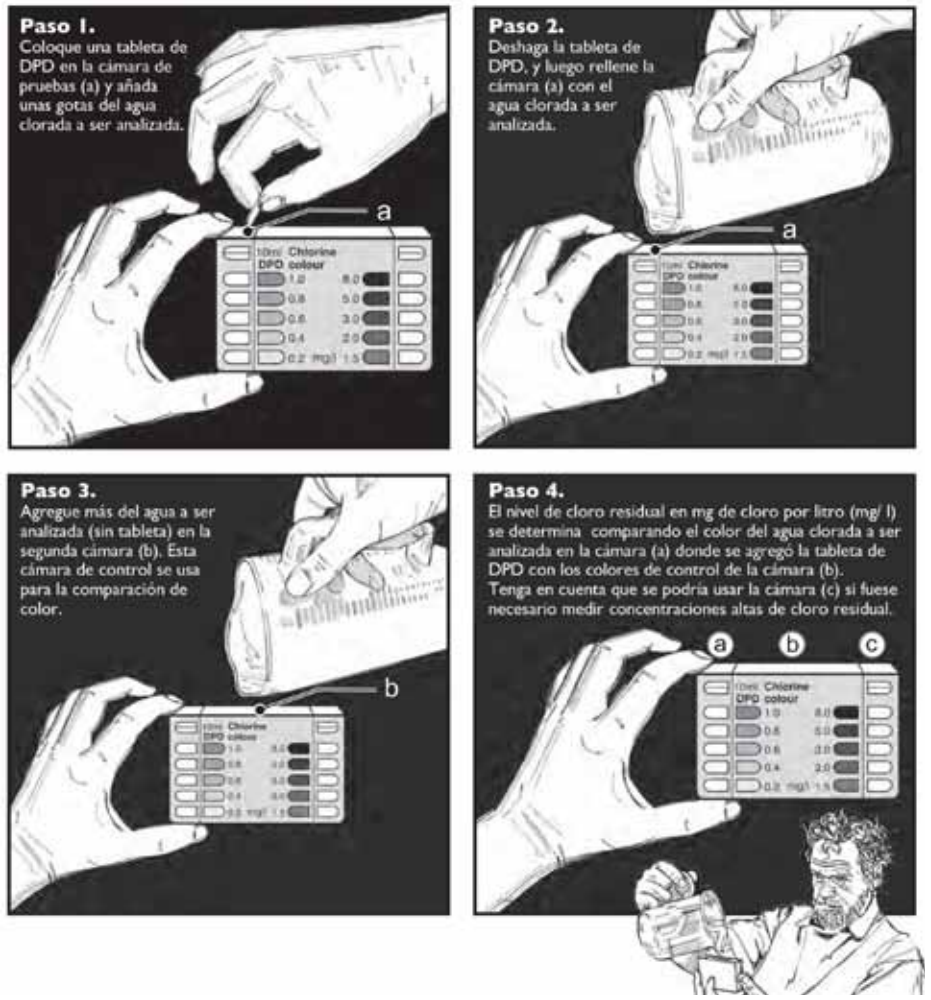
Estos laboratorios diseñados para ser utilizados en terreno, deben ser utilizados por personas debidamente capacitadas, y para su correcto funcionamiento requieren de una serie de insumos y reactivos químicos que posibiliten la realización de los distintos análisis. Algunos requieren de fluido eléctrico y otros cuentan con baterías que les otorga una autonomía limitada para ser usada en aquellos lugares donde no existe energía.



Análisis de cloro residual

El método más rápido y sencillo para las pruebas de cloro residual es utilizando un comparador a base de DPD (dietil-parafenileno-diamina). Se añade una tableta de DPD a una muestra de agua, colorando el agua de color rojo. Para determinar la concentración de cloro, el color que se obtiene de la reacción del agua con el DPD se compara con una tabla de colores estándar. Cuanto más fuerte sea el color, mayor es la concentración de cloro en el agua.

En el mercado existen una serie de kits para el análisis del cloro residual en el agua, como el que se muestra a continuación. Todos estos kits son pequeños y portátiles.



Inspección sanitaria

La inspección sanitaria permitirá analizar en forma correcta los resultados de las pruebas de laboratorio. Ningún resultado de laboratorio, por más cuidado que se haya puesto en su realización, puede sustituir al conocimiento completo de las condiciones físicas existentes en la fuente de abastecimiento, planta de tratamiento y sistema de distribución de agua.

A diferencia de los resultados de laboratorio que revelan las condiciones del

agua en un determinado momento y notifican la presencia de contaminación de haber ocurrido el suceso, la inspección sanitaria identifica con antelación los riesgos que conllevan a la contaminación del agua o fallas en la operación o mantenimiento del sistema de abastecimiento de agua.

Esta actividad debe ser ejecutada por personas competentes a través de la inspección visual de las condiciones físicas de los componentes del sistema de agua y de las prácticas que se ejercen sobre ella a

fin de detectar la presencia o posible presencia, de factores que expongan a que la calidad del agua de consumo humano se deteriore. La inspección sanitaria completará la evaluación de las condiciones físicas del sistema (seguridad estructural y de funcionamiento de cada uno de los componentes que forman el sistema de distribución de agua) y la evaluación del estado de higiene.

En gran parte de los casos, la inspección sanitaria ayuda a determinar e interpretar en forma correcta los resultados de las

pruebas de laboratorio porque contribuye a visualizar las condiciones físicas existentes en la fuente de agua, la planta de tratamiento y el sistema de distribución.

Deben elaborarse formularios para evaluar el riesgo de contaminación y deterioro de la calidad del agua, tanto cruda como tratada, en la fuente de abastecimiento, componentes del sistema de agua, instalaciones domiciliarias, así como las condiciones de manejo del agua en las viviendas, albergues, servicios de salud, servicios asistenciales, etc.

La inspección debe llevarse a cabo de manera sistemática e incluye las siguientes actividades:

- Charla informativa inicial, para dar a conocer al personal del sistema de agua el objeto de la inspección y la secuencia de actividades que se desarrollarán.
- Recorrido por las instalaciones, con el fin de evaluar las condiciones físicas del sistema, determinar la calidad del agua y conocer la situación institucional de la entidad encargada de prestar este servicio.
- Charla informativa de resultados, en la que se exponen los riesgos sanitarios identificados, su orden de prioridad y las posibles medidas preventivas y correctivas que deben efectuarse.

Para impedir que la calidad de agua se altere accidentalmente en el proceso de muestreo, la inspección se inicia en la red de distribución y finaliza en las fuentes de abastecimiento. Se deben incluir el almacenamiento en el hogar y cisterna, y se deben brindar recomendaciones sobre la manipulación e higiene para evitar la contaminación del agua.

El encargado de la vigilancia debe completar el informe de la inspección sanitaria in situ con los representantes de la comunidad.

Siempre que sea posible, hay que aprovechar las oportunidades para señalar los problemas encontrados a los miembros de la comunidad, representantes o al cuidador u operador del sistema.

Procesamiento de la información

En un contexto de emergencia o desastre la información es fundamental, en la medida que contribuye a la calidad y la eficacia del proceso comunicativo, y es soporte de una serie de decisiones encaminadas a proteger la salud de las personas afectadas.

Dado que el objetivo principal de las acciones de vigilancia y control de la calidad del agua se orienta a preservar la salud de la población, es importante establecer un protocolo para el manejo de la información sobre la calidad del agua y la oportuna toma de decisiones.

Para la evaluación del riesgo al que se encuentra expuesta la población, se combinarán los resultados obtenidos de la evaluación bacteriológica del agua y la inspección sanitaria del sistema.

Es necesario destacar que el análisis es solamente representativo de un momento en el tiempo, mientras que en la inspección se toma en cuenta la historia de la instalación y los puntos de riesgo futuro.

La vigilancia de la calidad del agua debe completarse con el análisis de información epidemiológica, para detectar afectaciones en la salud de las personas ocasionadas por consumo de agua.

Los resultados de la evaluación permiten identificar y adoptar medidas correctivas inmediatas para proteger a la salud de las personas, así como acciones preventivas para evitar la repetición de los problemas.

Reportes de información

Para reportar los resultados del análisis de la calidad del agua durante una emergencia o desastre existen diversas herramien-

tas que pueden emplearse; lo importante es que la información sea clara, precisa y útil para quienes la reciban. Para ello se recomienda que las instituciones definan sus propias herramientas a utilizar y que éstas sean validadas con el personal que las aplicará.

En situaciones de emergencia y desastre debe realizarse, por lo menos, un monitoreo diario de los aspectos fisicoquímicos y bacteriológicos del agua que se proporciona a la población. Esta información debe reportarse a quién corresponda.

Recomendaciones

- En situaciones de emergencia y desastre, la vigilancia de la calidad de agua debe realizarse más frecuentemente que en tiempos normales.
- El control de la calidad del agua se define como “el conjunto de actividades ejercidas en forma continua por el abastecedor, con el objetivo de verificar que la calidad del agua suministrada a la población sea segura”.
- Cada una de las formas de abastecimiento de agua, requerirán de lugares de muestreo diferentes.
- Los puntos de muestreo deben ser representativos de la zona de abastecimiento de agua; estar uniformemente distribuidos en toda la zona de abastecimiento de agua y tener una cierta proporcionalidad al número de habitantes de cada zona de abastecimiento
- En lo posible, las muestras deben enviarse en cajas térmicas, aisladas de la luz solar con refrigerante.
- El cloro residual, el pH y la turbiedad se analizan inmediatamente después de la toma de la muestra.
- Es importante medir el pH al mismo tiempo que el cloro residual, ya que la eficacia de la desinfección con cloro depende en alto grado del pH.

Referencias

OMS - *Guías de la OMS para la calidad del agua potable*. http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines/es/.

OPS/OMS (2007) - *Guía para la vigilancia y el control de la calidad del agua en situaciones de emergencia y desastre - Serie manuales y guías sobre desastres N° 10*. http://new.paho.org/disasters/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=11&Itemid=.