

6

Aplicación de las Guías en circunstancias concretas

Estas Guías proporcionan un método de aplicación general relativo a la inocuidad del agua de consumo. En los capítulos 2 al 5 se describen métodos y, en los casos pertinentes, aspectos relativos a su aplicación al abastecimiento de agua de consumo entubada y mediante sistemas de abastecimiento comunitarios. En la aplicación de las Guías en circunstancias específicas, puede haber otros factores importantes. Este capítulo describe la aplicación de las Guías en algunas circunstancias específicas comunes y las cuestiones que deben tenerse en cuenta en cada circunstancia.

6.1 Grandes edificios

El proveedor de agua de consumo puede no ser responsable de muchas medidas esenciales para el control de la calidad del agua en edificios grandes. Pueden producirse contaminaciones significativas debidas a factores relacionados con el entorno de la construcción, y las necesidades específicas en los grandes edificios (incluidos los hospitales y centros de atención de salud) son diferentes de las propias del entorno doméstico.

La inocuidad general del agua de consumo se garantiza mediante la aplicación de protocolos de mantenimiento, la limpieza sistemática, el control de la temperatura y el mantenimiento de una concentración residual de desinfectante. En consecuencia, las autoridades responsables de la seguridad de los edificios tienen la responsabilidad de elaborar y aplicar planes de seguridad del agua (PSA). Las autoridades de reglamentación y otras autoridades pertinentes pueden proporcionar orientación sobre la elaboración y aplicación de planes de seguridad para los sistemas de distribución del agua de consumo de grandes edificios, que deben aplicar los gestores.

Puede ser oportuno que los PSA para grandes edificios no se limiten a los sistemas de distribución del agua de consumo, sino que incluyan también otros sistemas por los que circula agua, como las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos de los aparatos de aire acondicionado.

La autoridad de reglamentación puede especificar los requisitos que deben cumplir todos los edificios, o bien los correspondientes a edificios concretos. Puede exigirse la aplicación de programas de mantenimiento y monitoreo mediante un PSA diseñado para un edificio concreto. Puede ser pertinente exponer, en un lugar destacado del edificio, los programas de mantenimiento y monitoreo y la certificación de su cumplimiento. El cumplimiento de los programas podrá ser verificado y certificado por un auditor independiente.

6.1.1 Evaluación de los riesgos para la salud

Los principales peligros que pueden producirse en los sistemas de distribución de agua de consumo de grandes edificios son el acceso de contaminación microbiana (que puede afectar únicamente al agua del edificio o bien al conjunto del suministro), la proliferación y dispersión de bacterias que crecen en superficies en contacto con el agua (especialmente *Legionella*) y la contaminación del agua con sustancias químicas de los materiales de tuberías, juntas y elementos de fontanería.

Puede producirse contaminación fecal por conexión cruzada y por reflujo, y por depósitos o tuberías enterrados o sumergidos, sobre todo si no se mantiene una presión interna positiva.

Las bacterias del género *Legionella* son la causa de las legionelosis, entre las que se incluye la legionelosis neumónica o «enfermedad del legionario». Son ubicuas en el medio ambiente y pueden proliferar a temperaturas que se dan en ocasiones en los sistemas de distribución por tuberías. La vía de infección es por inhalación de gotículas o aerosoles; sin embargo, la exposición derivada de los sistemas de abastecimiento de agua por tuberías puede evitarse aplicando medidas básicas de gestión de la calidad del agua, como impedir que el agua alcance las temperaturas del intervalo en el que prolifera *Legionella* (de 25 a 50 °C) y mantener concentraciones residuales de desinfectantes en todo el sistema de distribución.

Si no se realiza un mantenimiento correcto, algunos dispositivos, como las torres de refrigeración y los sistemas de agua caliente o tibia, pueden proporcionar condiciones propicias para la supervivencia y

proliferación de *Legionella*. En los grandes edificios con sistemas de distribución extensos el potencial de proliferación de *Legionella* es mayor y debe prestarse atención particular al mantenimiento de estos sistemas. Además de propiciar la proliferación de *Legionella*, los dispositivos como torres de refrigeración y sistemas de agua caliente o tibia pueden producir aerosoles que diseminen el agua contaminada.

Para más información sobre *Legionella* en el agua de consumo, consulte el apartado 11.1.9 y el documento complementario *Legionella and the Prevention of Legionellosis* (véase el apartado 1.3).

Los hospitales, residencias y otros centros de atención de salud, escuelas, hoteles y algunos otros grandes edificios son ambientes de alto riesgo, tanto por la complejidad de sus sistemas de distribución de agua como por la vulnerabilidad de sus ocupantes. Deben aplicarse en estos casos requisitos similares a los descritos para otros grandes edificios, pero generalmente está justificado intensificar la vigilancia del monitoreo y la verificación de las medidas de control.

6.1.2 Evaluación del sistema

Dado que los PSA de grandes edificios se limitan al entorno del edificio y que no es fácil describir la relación dosis-respuesta de las bacterias que pueden proliferar en dicho entorno, las medidas de control adecuadas se definen en términos de prácticas cuya eficacia ha sido comprobada.

En la evaluación del sistema de distribución de un edificio, deben tenerse en cuenta diversas cuestiones específicas relacionadas con el ingreso y la proliferación de contaminantes, incluidas las siguientes:

- presión del agua en el sistema;
- intermitencia del suministro;
- temperatura del agua;
- conexiones cruzadas, sobre todo en sistemas mixtos;
- dispositivos de prevención del reflujo; y
- diseño del sistema orientado a reducir al mínimo los puntos ciegos o muertos (tramos de tubería cerrados en un extremo por los que no pasa agua) y otros lugares en los que puede producirse estancamiento.

6.1.3 Gestión

La función de los sistemas de distribución de los grandes edificios es suministrar agua potable con una presión y caudal suficientes. La presión se ve afectada por la fricción en las paredes de las tuberías, el caudal unitario, y la longitud, pendiente y diámetro de la tubería. Para mantener la calidad del agua de consumo es importante reducir al mínimo los tiempos de recorrido y evitar las presiones y caudales reducidos. La presión debe mantenerse en todos los puntos del sistema en valores tales que la presión máxima sea insuficiente para provocar roturas de tuberías y la presión mínima garantice que el caudal de agua sea suficiente para todos los usos previstos. Para ello, en algunos edificios, puede ser preciso aumentar la presión de la red.

Cuando se almacena agua distribuida por tuberías en depósitos para reducir el efecto de la intermitencia del suministro, y sobre todo cuando el agua se suministra directamente al equipo, hay riesgo de reflujo de agua a la red de distribución, ya sea por las presiones altas generadas en equipos conectados a la red o porque la presión en la red es baja. En los sistemas con suministro intermitente, la calidad del agua puede deteriorarse en la recarga, cuando las subidas de presión pueden ocasionar filtraciones, desplazamientos de biopelículas y problemas de aceptabilidad.

Un reflujo ocasionará un peligro sanitario si hay conexión cruzada entre el suministro de agua potable y una fuente de contaminación. Debe mantenerse una presión positiva en toda la red de distribución y deben aplicarse procedimientos de mantenimiento eficaces para impedir el reflujo. En situaciones en las que el reflujo sea particularmente preocupante, además del objetivo primario de reducirlo o eliminarlo, deberán instalarse dispositivos para su prevención. Deberá prestarse atención especial a las situaciones que supongan un riesgo para la salud pública potencialmente alto (por ejemplo, sillones de dentista, laboratorios).

Son puntos de riesgo significativos los lugares en los que tuberías de agua de consumo atraviesan alcantarillas u otros lugares con acumulación de agua estancada. El riesgo de contaminación asociado a estas situaciones puede controlarse reduciendo tales acumulaciones de agua estancada y evitando que la red de distribución atraviese estos lugares. El diseño y la gestión de las redes de distribución de agua en edificios deben tener también en cuenta el efecto de los caudales reducidos y los puntos ciegos.

Siempre que sea posible, los grifos de agua deben situarse en lugares de la red en los que el purgado de las tuberías sea completo, para reducir al mínimo la contaminación del agua con sustancias procedentes de tuberías, materiales y accesorios de fontanería.

6.1.4 Monitoreo

El monitoreo de las medidas de control incluye:

- la temperatura, con un monitoreo frecuente (por ejemplo, semanal) en zonas remotas;
- los desinfectantes y el pH, cuando se emplean (por ejemplo, semanal o mensualmente); y
- la calidad microbiológica del agua, particularmente tras realizar operaciones de mantenimiento o reparaciones del sistema.

Si hay casos de enfermedades que se sospecha han sido transmitidas por el agua, puede ser necesario realizar un monitoreo diario.

El monitoreo de la calidad del agua de consumo debe realizarse con mayor frecuencia cuando el edificio es nuevo o se ha puesto en servicio recientemente, o tras la realización de operaciones de mantenimiento del sistema. Hasta que el sistema de distribución de agua del edificio y la calidad del agua no se hayan estabilizado, el monitoreo deberá ser más frecuente.

6.1.5 Vigilancia independiente y programas complementarios

La vigilancia independiente es un componente deseable para garantizar en todo momento la inocuidad del agua en un edificio grande y debería realizarla el organismo de salud pertinente u otra autoridad independiente.

Los organismos de reglamentación nacionales se ocuparán de las actividades siguientes para garantizar la inocuidad del agua de consumo en los edificios:

- atención específica a la aplicación de códigos de prácticas correctas (por ejemplo, en la puesta en servicio y en la contratación de la construcción y la rehabilitación);
- capacitación adecuada para ingenieros y fontaneros;
- regulación del sector de la fontanería;
- certificación eficaz de los materiales y dispositivos disponibles en el mercado; e
- inclusión de los PSA como componente esencial de la seguridad del edificio.

Un PSA documentará normalmente el uso y la eficacia de dichas medidas; por ejemplo, indicando que el mantenimiento sea realizado exclusivamente por profesionales aprobados, e insistiendo en que utilicen materiales certificados.

6.1.6 Calidad del agua de consumo en centros de atención de salud

Los centros de atención de salud incluyen los hospitales, los centros de salud, las residencias, los centros de cuidados paliativos, las clínicas dentales y las unidades de diálisis. El agua en estos centros deberá ser apta para el consumo humano y para todos los usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. No obstante, puede no ser adecuada para todos los usos o para algunos pacientes en los centros de atención de salud, y puede ser preciso someterla a procesamiento o tratamiento adicional o adoptar otras medidas preventivas de protección.

El agua de consumo puede contener diversos microorganismos, como *Pseudomonas aeruginosa*, *Mycobacterium* spp. no tuberculosas, *Acinetobacter* spp., *Aeromonas* spp. y *Aspergillus*. No hay pruebas de que estos microorganismos constituyan un peligro para la salud por el consumo de agua por la población general, incluidos la mayoría de los pacientes en centros de atención de salud. No obstante, puede ser preciso el procesamiento adicional del agua para garantizar que es apta para el consumo por personas con inmunodepresión grave, como las que tienen menos de 500 neutrófilos por microlitro (consulte el documento complementario *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety*; apartado 1.3).

Los microorganismos presentes en el agua de consumo pueden también ocasionar infecciones si se utiliza para lavar quemaduras o para lavar instrumentos médicos como endoscopios y catéteres. La calidad del agua destinada a estos usos debe ser mayor que la descrita en las presentes Guías y puede ser necesario someterla a tratamientos adicionales, como microfiltración o esterilización, en función del uso previsto.

En los centros de atención de salud puede haber ambientes que propicien la proliferación y diseminación de *Legionella* (véanse el apartado 11.1.9 y el documento complementario *Legionella and the Prevention of Legionellosis*; apartado 1.3).

En la diálisis renal se utilizan volúmenes grandes de agua cuya calidad química y microbiológica es superior a la del agua de consumo. El agua utilizada para diálisis debe ser sometida a tratamientos especiales para reducir al mínimo la presencia de microorganismos, endotoxinas, toxinas y contaminantes

químicos. En 1996 se demostró la vulnerabilidad de los pacientes sometidos a diálisis renal, al producirse el fallecimiento de 50 pacientes tras ser expuestos a agua contaminada con niveles altos de microcistinas (Jochimsen *et al.*, 1998; Pouria *et al.*, 1998). Los pacientes de diálisis son también sensibles a las cloraminas, lo que debe tenerse en cuenta al aplicar la cloraminación para desinfectar el agua de consumo, sobre todo en zonas en las que hay pacientes sometidos a diálisis en el hogar.

Los programas de control de la infección de todos los centros de atención de salud deben contar con PSA específicos. Estos planes deben abordar cuestiones como los requisitos de tratamiento y calidad del agua, la limpieza de equipos especializados y el control de la proliferación de microorganismos en los sistemas de distribución de agua y equipos auxiliares.

6.1.7 Calidad del agua de consumo en escuelas y guarderías

Una forma de mejorar, a largo plazo, la higiene en la comunidad es mediante actividades con niños en las escuelas que permiten transmitir el concepto de higiene correcta, que comprende la seguridad del agua, e integrarlo en los conocimientos generales sobre la salud y la influencia del medio ambiente. Los niños en edad escolar pueden transmitir conceptos sobre higiene a sus familias y hogares. Dado que los niños de corta edad aprenden de su entorno, la propia escuela debe cumplir los requisitos de la higiene correcta, por ejemplo proporcionando inodoros o letrinas, agua para lavarse las manos, un entorno generalmente limpio e instalaciones higiénicas para la preparación y consumo de alimentos. Se ha comprobado la utilidad de mostrar visualmente la presencia de bacterias en las manos sin lavar (por ejemplo, basándose en la fluorescencia UV de algunas bacterias o mediante tiras de papel reactivo al sulfuro de hidrógeno).

Una de las características más importantes de una educación eficaz en materia de salud es que debe basarse en conceptos e ideas que las personas ya poseen y prácticas que ya realizan. Los programas de educación sobre higiene deben basarse en el conocimiento de los factores que influyen en el comportamiento en el ámbito de la comunidad, como los siguientes:

- factores habilitantes, como dinero, materiales y tiempo para aplicar patrones de comportamiento adecuados;
- presión de determinados miembros de la familia y la comunidad (por ejemplo, las personas mayores, los curanderos tradicionales o los líderes de opinión);
- las creencias y actitudes de los miembros de la comunidad con respecto a la higiene, sobre todo las ventajas y desventajas percibidas de la adopción de medidas higiénicas; y
- la comprensión de la relación entre salud e higiene.

Comprender los factores que influyen en los comportamientos relacionados con la higiene ayudará a determinar los recursos (por ejemplo, jabón, envases de almacenamiento), las personas clave de cada hogar y comunidad, y las creencias importantes que deben tenerse en cuenta. Esto contribuirá a que el contenido de la educación en materia de higiene sea relevante para la comunidad. Los consejos deben:

- mejorar la salud;
- ser asequibles;
- poderse aplicar con un esfuerzo y tiempo mínimos;
- ser realistas;
- ser aceptables culturalmente;
- responder a una necesidad percibida; y
- ser fáciles de comprender.

6.2 Situaciones de emergencia y catástrofes

La seguridad del agua de consumo es uno de los problemas de salud pública más importantes en la mayoría de las situaciones de emergencia y catástrofes. El mayor riesgo para la salud derivado del agua en la mayoría de las situaciones de emergencia es la transmisión de agentes patógenos fecales, debido a condiciones inadecuadas de saneamiento, higiene y protección de las fuentes de agua. Algunas catástrofes, como las que ocasionan daños a instalaciones industriales químicas y nucleares o están causadas por daños a este tipo de instalaciones, los vertidos de medios de transporte, o las ocasionadas por actividades volcánicas, pueden crear problemas graves debidos a la contaminación química o radiológica del agua.

Diferentes tipos de catástrofes afectan a la calidad del agua de maneras diferentes. Cuando un conflicto o catástrofe natural ocasionan el desplazamiento de personas, éstas pueden instalarse en zonas

con fuentes de agua no protegidas y contaminadas. En situaciones de densidad demográfica alta y saneamiento deficiente, es muy probable que las fuentes de agua no protegidas situadas en asentamientos temporales o en sus alrededores resulten contaminadas. Si hay una proporción alta de personas enfermas o portadoras de enfermedades en una población de personas con inmunidad baja debido a la desnutrición o a los efectos de otras enfermedades, existirá un mayor riesgo de que se produzca un brote de una enfermedad transmitida por el agua. La calidad del agua de consumo en zonas urbanas pelagra particularmente tras producirse terremotos, aludes de barro y otras catástrofes que producen daños estructurales. Pueden resultar dañadas las instalaciones de tratamiento del agua, ocasionando la distribución de agua no tratada o parcialmente tratada, y pueden romperse tuberías de alcantarillado y de conducción de agua, ocasionando la contaminación del agua de consumo en el sistema de distribución. Las inundaciones pueden contaminar pozos, pozos sondeo y fuentes de aguas superficiales con materia fecal arrastrada de la superficie del terreno o por el desbordamiento de letrinas y alcantarillas. Durante las sequías, cuando se agotan las fuentes de abastecimiento normales, la población puede verse forzada a consumir agua de sistemas de abastecimiento no protegidos; además, al recurrir más personas y animales a un número menor de fuentes de agua, aumenta el riesgo de contaminación.

Las situaciones de emergencia gestionadas correctamente suelen estabilizarse tras unos días o semanas. Muchas se transforman en situaciones prolongadas que pueden durar varios años antes de que se encuentre una solución permanente. Durante ese tiempo, las preocupaciones por la calidad del agua pueden evolucionar, y puede aumentar la importancia de los parámetros de calidad del agua que plantean riesgos para la salud a largo plazo.

6.2.1 Consideraciones prácticas

En la mayoría de las situaciones de emergencia hay muy escasas fuentes de agua disponibles, y es importante proporcionar una cantidad de agua suficiente para la higiene personal y doméstica, además de para beber y cocinar. Por consiguiente, las directrices y normas de calidad nacionales sobre el agua de consumo deben ser flexibles, teniendo en cuenta los riesgos y beneficios para la salud a corto y largo plazo, y no deben restringir excesivamente la disponibilidad de agua para la higiene, ya que eso ocasionaría con frecuencia un aumento del riesgo general de transmisión de enfermedades.

Al proporcionar agua a una población afectada por una catástrofe, hay que tener en cuenta varios factores, incluidos los siguientes:

- *La cantidad de agua disponible y la fiabilidad del suministro.* Es probablemente la preocupación primordial en la mayoría de las situaciones de emergencia, ya que suele ser más fácil mejorar la calidad del agua que aumentar su disponibilidad o trasladar a la población afectada a un lugar más cercano a otra fuente de agua.
- *El acceso equitativo al agua.* Aunque haya agua suficiente para satisfacer las necesidades mínimas, puede ser preciso adoptar medidas adicionales para garantizar que el acceso es equitativo. Si los puntos de distribución de agua no están suficientemente cerca de su vivienda, los usuarios no podrán recoger agua suficiente para sus necesidades. Puede ser preciso racionar el agua para garantizar que se satisfacen las necesidades básicas de todos.
- *La calidad del agua bruta.* Es preferible elegir una fuente de agua que pueda distribuirse a los usuarios sin tratarla o con un tratamiento mínimo, siempre que se disponga de una cantidad suficiente.
- *Las fuentes de contaminación y la posibilidad de proteger la fuente de agua.* Debe ser siempre una prioridad en las situaciones de emergencia, con independencia de si se considera o no necesaria la desinfección del agua.
- *Los procesos de tratamiento necesarios para proporcionar rápidamente una cantidad suficiente de agua potable.* Dado que para suministrar agua a poblaciones grandes en situaciones de emergencia suelen usarse fuentes de agua superficiales, suele ser preciso clarificar el agua bruta antes de su desinfección, por ejemplo mediante tratamiento de floculación y sedimentación, de filtración, o ambos.
- *Los procesos de tratamiento pertinentes para las situaciones posteriores a la de emergencia.* Deberán tenerse en cuenta en una fase temprana de la respuesta a la situación de emergencia la asequibilidad, la simplicidad y la fiabilidad a largo plazo de los procesos de tratamiento del agua.
- *La necesidad de desinfectar el agua de consumo.* En las situaciones de emergencia, las condiciones higiénicas suelen ser deficientes y existe un riesgo alto de brotes de enfermedades, sobre todo en grupos de población con inmunidad deficiente. Es, por consiguiente, crucial desinfectar el agua, garantizando el mantenimiento de una capacidad de desinfección residual. Esto permite reducir considerablemente la probabilidad de transmisión de enfermedades por la contaminación del agua en los hogares.

- *La aceptabilidad.* Es importante garantizar que los consumidores consideren aceptable el agua de consumo suministrada en las situaciones de emergencia, ya que en caso contrario podrían recurrir a fuentes de agua no protegidas o no tratadas.
- *La necesidad de contar con recipientes para recoger y almacenar el agua.* Se necesitan recipientes higiénicos y adecuados para las necesidades y hábitos locales con los que recoger y almacenar el agua que se usará para lavar, cocinar y asearse.
- *Consideraciones epidemiológicas.* El agua puede contaminarse durante su recogida, almacenamiento y uso en el hogar como consecuencia de la ausencia de instalaciones de saneamiento o de condiciones de higiene deficientes debido a la disponibilidad de una cantidad insuficiente de agua. Otras vías de transmisión de las principales enfermedades transmitidas por el agua o relacionadas con el saneamiento en situaciones de emergencia son el contacto entre personas, los aerosoles y el consumo de alimentos. Al aplicar las Guías, seleccionar y proteger las fuentes de agua, y seleccionar opciones de tratamiento del agua debe tenerse en cuenta la importancia de todas las vías de transmisión.

En muchas situaciones de emergencia, el agua se recoge en puntos de recogida centrales, se almacena en recipientes y, posteriormente, las personas afectadas la transfieren a los recipientes que utilizan para cocinar y beber. En este proceso al que se somete el agua después de su salida del sistema de abastecimiento hay numerosas oportunidades para su contaminación. Es, por consiguiente, importante que las personas conozcan los riesgos para la salud derivados de la contaminación del agua desde su recogida hasta su consumo y que cuenten con medios para reducir o eliminar tales riesgos. Cuando las fuentes de agua están cercanas a zonas habitadas, pueden resultar contaminadas fácilmente por la defecación incontrolada, a la que se debe poner freno enérgicamente. Para lograr y mantener la calidad del agua en situaciones de emergencia es preciso contratar, capacitar y gestionar con prontitud al personal de operaciones y crear sistemas para el mantenimiento y las reparaciones, el abastecimiento de componentes fungibles y el monitoreo. La comunicación con la población afectada es extremadamente importante para reducir los problemas de salud debidos al agua de calidad deficiente. Hay información pormenorizada en Wisner y Adams (2003).

6.2.2 *Monitoreo*

Debe controlarse la inocuidad del agua durante las situaciones de emergencia. Además de la inspección sanitaria, el monitoreo puede comprender una o más de las siguientes actividades:

- inspección sanitaria, y muestreo y análisis del agua;
- monitoreo de los procesos de tratamiento del agua, incluida la desinfección;
- monitoreo de la calidad del agua en todos los puntos de recogida y en una muestra de hogares; y
- evaluación de la calidad del agua en la investigación de brotes de enfermedad o evaluación de las actividades de fomento de la higiene, según sea pertinente.

Los sistemas de monitoreo y de presentación de informes deben diseñarse y gestionarse de modo que se garantice la pronta adopción de medidas para proteger la salud. El monitoreo también debe analizar información sobre la salud, para garantizar una investigación rápida de la calidad del agua cuando exista la posibilidad de que ésta pueda estar involucrada en un problema de salud y que los procesos de tratamiento —sobre todo la desinfección— puedan modificarse en caso pertinente.

6.2.3 *Directrices microbiológicas*

El objetivo para todos los sistemas de abastecimiento de agua es que el recuento de *E. coli* por 100 ml de agua sea nulo y este debería ser el objetivo incluso en situaciones de emergencia; sin embargo, puede ser difícil lograrlo en el periodo inmediatamente posterior a una catástrofe; lo que pone de manifiesto la necesidad de una desinfección adecuada.

La determinación de una concentración determinada de bacterias indicadoras de contaminación fecal no es, por sí misma, una indicación fiable de la inocuidad microbiana del agua. Algunos agentes patógenos fecales, incluidos numerosos virus y quistes y oocistos de protozoos, pueden ser más resistentes al tratamiento (por ejemplo, con cloro) que las bacterias indicadoras de contaminación fecal comunes. Más generalmente, si un estudio sanitario sugiere que pueda haber riesgo de contaminación fecal, entonces incluso un nivel de contaminación fecal muy bajo puede considerarse peligroso, sobre todo durante un brote de una enfermedad que puede transmitirse por el agua, como el cólera.

En las situaciones de emergencia debe desinfectarse el agua de consumo, y debe mantenerse en el sistema una concentración residual suficiente del desinfectante (por ejemplo, de cloro). El agua turbia debe clarificarse siempre que sea posible para que su desinfección sea eficaz. Las concentraciones

objetivo mínimas de cloro en el lugar de suministro son de 0,2 mg/l en circunstancias normales y de 0,5 mg/l en circunstancias de riesgo alto. Las medidas locales cuya aplicación debe considerarse en respuesta a los problemas de calidad microbiológica del agua y las situaciones de emergencia se describen más detalladamente en el apartado 7.6.

Cuando exista preocupación por la calidad del agua de consumo en una situación de emergencia y no pueda abordarse el problema por medio de servicios centrales, deberá evaluarse si es pertinente aplicar tratamientos en los hogares, incluidos, por ejemplo, los siguientes:

- Calentar el agua hasta que hierva vivamente y enfriarla antes de consumirla.
- Añadir una solución de hipoclorito sódico o cálcico, como lejía doméstica, a un balde de agua, mezclar enérgicamente y dejar reposar durante alrededor de 30 minutos antes de consumir el agua. Si el agua está turbia, antes de desinfectarla debe clarificarse, filtrándola, dejando que sedimente, o ambas cosas.
- Agitar vigorosamente volúmenes pequeños de agua en un recipiente limpio y transparente, como una botella de refresco, durante 20 segundos y exponer el recipiente al sol durante al menos 6 horas.
- Aplicar productos para la desinfección del agua, en forma de comprimidos o mediante otras formas de dosificación, con o sin clarificación por floculación o filtración.
- Usar unidades y dispositivos para el tratamiento sobre el terreno del agua en el lugar de consumo.

Los procesos de descontaminación de emergencia pueden no lograr siempre el nivel de desinfección recomendado para condiciones óptimas, particularmente en lo que concierne a agentes patógenos resistentes. No obstante, la aplicación de procedimientos de emergencia puede reducir las concentraciones de agentes patógenos en el agua hasta niveles a los que el riesgo de transmisión de enfermedades por el agua esté, en gran medida, controlado.

Los parámetros que se miden más frecuentemente para valorar la inocuidad microbiana son los siguientes:

- *E. coli* (véase lo explicado antes). El recuento de coliformes termotolerantes puede ser una alternativa más sencilla.
- *Cloro residual*. El sabor del agua no permite juzgar de forma fiable su concentración de cloro. Debe determinarse el contenido de cloro sobre el terreno, por ejemplo mediante un comparador de color, generalmente utilizado en el intervalo de 0,2 a 1 mg/l.
- *pH*. Es necesario conocer el pH del agua porque cuanto más alcalina sea mayor será el tiempo de contacto necesario o mayor será la concentración de cloro libre residual al final del tiempo de contacto necesaria para una desinfección adecuada (0,4–0,5 mg/l a pH 6–8, que aumenta a 0,6 mg/l a pH 8–9; la cloración puede ser ineficaz si el pH es superior a 9).
- *Turbidez*. La turbidez afecta adversamente a la eficiencia de la desinfección. Se mide también para determinar qué tipo y nivel de tratamiento son precisos. Puede determinarse con un sencillo tubo de turbidez que permite una lectura directa en unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

6.2.4 Inspecciones sanitarias y cartografía de la cuenca de captación

Es posible evaluar, mediante una inspección sanitaria, la probabilidad de contaminación fecal de fuentes de agua. La inspección sanitaria y el análisis de la calidad del agua son actividades complementarias; los resultados de una contribuyen a la interpretación de la otra. Cuando no puede analizarse la calidad del agua, una inspección sanitaria puede proporcionar información valiosa para tomar decisiones eficaces. Una inspección sanitaria permite averiguar qué debe hacerse para proteger la fuente de agua. Este procedimiento puede combinarse con análisis bacteriológicos, físicos y químicos para permitir a los equipos que trabajan sobre el terreno evaluar y tomar medidas para controlar los riesgos de contaminación, así como sentar las bases para el monitoreo del suministro de agua en el periodo posterior a la catástrofe.

Incluso cuando es posible analizar la calidad microbiológica del agua, los resultados no se obtienen de forma inmediata, de modo que la evaluación inmediata del riesgo de contaminación puede basarse en indicadores groseros como la proximidad del agua a fuentes de contaminación fecal (humana o animal), su color y olor, la presencia de animales o peces muertos, la presencia de materia extraña, como cenizas o desechos, o la presencia de un peligro químico o radiactivo o de un punto de descarga de aguas residuales aguas arriba. La cartografía de la cuenca de captación, que comprende la determinación de fuentes y vías de contaminación, puede ser un instrumento importante para evaluar la probabilidad de contaminación de una fuente de agua.

Es importante utilizar un formato normalizado de informe de las inspecciones sanitarias y de cartografía de la cuenca de captación para garantizar la fiabilidad de la información reunida por personas diferentes y permitir la comparación de la información reunida sobre fuentes de agua diferentes. Hay ejemplos de formatos en: OMS (1997) y Davis y Lambert (2002). Si desea información adicional sobre la cartografía de cuencas de captación, consulte: House y Reed (1997).

6.2.5 Directrices químicas y radiológicas

Muchas sustancias químicas presentes en el agua de consumo sólo son peligrosas tras exposiciones prolongadas. Por consiguiente, para reducir el riesgo de brotes de enfermedades transmitidas por el agua o causadas por condiciones insalubres (por ejemplo, tracoma, sarna, infecciones cutáneas), en las situaciones de emergencia es preferible suministrar agua, aunque algunos de sus parámetros químicos superen considerablemente los valores de referencia, que restringir el acceso al agua, siempre que el agua pueda tratarse para destruir los agentes patógenos y que pueda suministrarse rápidamente a la población afectada. Cuando sea probable que las fuentes de agua vayan a utilizarse durante periodos largos, deberá prestarse mayor atención a los contaminantes químicos y radiológicos que ocasionan problemas de salud a más largo plazo. En algunas situaciones, puede ser preciso para ello añadir procesos de tratamiento o buscar fuentes alternativas. En el apartado 8.6 se describen medidas locales que pueden considerarse en caso de emergencia o de superación a corto plazo de un valor de referencia.

El agua de fuentes consideradas con riesgo significativo de contaminación química o radiológica debe evitarse, incluso como recurso temporal. A largo plazo, el objetivo de los programas de abastecimiento de emergencia de agua de consumo debe ser el cumplimiento de las directrices mediante la mejora progresiva de la calidad del agua. En el documento complementario *Chemical Safety of Drinking-water* (apartado 1.3) se describen procedimientos para determinar las sustancias químicas prioritarias en el agua de consumo.

6.2.6 Equipos y laboratorios de análisis

Los equipos de análisis portátiles permiten determinar sobre el terreno parámetros clave de calidad del agua, como el recuento de coliformes termotolerantes, el cloro libre residual, el pH, la turbidez y la filtrabilidad.

Cuando se necesita analizar un gran número de muestras de agua o cuando hay numerosos parámetros de interés, suele ser preferible realizar los análisis en un laboratorio. Si los laboratorios del proveedor de agua de consumo o los de las oficinas de salud ambiental y universidades no están operativos debido a la catástrofe, puede ser necesario montar un laboratorio temporal. El manejo de las muestras durante su transporte a los laboratorios es importante. Si no se manejan correctamente, pueden obtenerse resultados sin sentido o engañosos.

Debe capacitarse a los trabajadores para que apliquen procedimientos correctos de recogida, etiquetado, envasado y transporte de las muestras y proporcionen información complementaria del estudio sanitario que ayude a interpretar los resultados del laboratorio. Si desea orientación sobre métodos de toma de muestras de agua y su análisis, consulte: OMS (1997) y Bartram y Ballance (1996).

6.3 Agua inocua para viajeros

La diarrea es el trastorno de salud más común de los viajeros; en zonas de riesgo alto afecta hasta al 80% de los viajeros. En lugares en los que la calidad del agua potable y las prácticas de saneamiento e higiene alimentaria son cuestionables, puede haber concentraciones importantes de parásitos, bacterias y virus en el agua y los alimentos, y pueden producirse numerosas infecciones que afectan a personas alojadas en centros de vacaciones y hoteles de todas las categorías. Ninguna vacuna puede conferir protección general contra la diarrea, ya que la causan numerosos agentes patógenos diferentes. Es importante que los viajeros conozcan los riesgos y adopten las medidas oportunas para reducirlos al mínimo.

Las fuentes más comunes de infecciones son los alimentos, el agua y las bebidas contaminados. Una selección cuidadosa de las fuentes de agua de consumo y un tratamiento adecuado del agua confieren una protección significativa. Las siguientes son algunas medidas preventivas que deben adoptar quienes residen o viajan por zonas con agua de consumo insalubre:

- Evitar siempre el consumo o uso (incluso para lavarse los dientes) de agua insalubre o de cuya calidad no se está seguro.
- Evitar el consumo de jugos no pasteurizados y de hielo elaborado con agua no tratada.
- Evitar el consumo de ensaladas y otros alimentos no cocinados que puedan haber sido lavados o elaborados con agua insalubre.

- Beber agua hervida, filtrada o tratada con cloro o yodo, y guardada en recipientes limpios.
- Consumir hielo únicamente si se sabe que se ha elaborado con agua apta para el consumo.
- Beber agua embotellada si se sabe que es inocua, bebidas embotelladas carbonatadas (agua y refrescos) sólo de recipientes sellados y no manipulables, jugos pasteurizados o en conserva y leche pasteurizada.
- Beber café y té elaborados con agua hervida y servidos y almacenados en recipientes limpios.

El mayor riesgo para la salud de los viajeros derivado del agua de consumo se debe a la presencia de microorganismos. El agua puede tratarse (tanto si ya ha sido tratada como si no) en cantidades pequeñas para hacerla significativamente más segura. Los tratamientos beneficiosos más sencillos e importantes del agua con contaminación microbiana son el hervido, la desinfección y la filtración para inactivar o retirar los microorganismos patógenos. Por lo general, estos tratamientos no reducirán el contenido de la mayoría de las sustancias químicas del agua de consumo; no obstante, la mayoría de las sustancias químicas sólo ocasionan problemas de salud tras una exposición prolongada. Los viajeros disponen también de numerosos métodos de tratamiento sencillos y técnicas que se venden para el tratamiento de agua para uso personal.

La manera más eficaz de matar los agentes patógenos es calentar el agua hasta que hierva vivamente, incluso en grandes altitudes e incluso si el agua está turbia. Debe dejarse que el agua hervida se enfríe sola, sin añadir hielo. Si es preciso clarificar el agua, debe hacerse antes de hervirla.

La desinfección química mata eficazmente las bacterias, algunos virus y algunos protozoos (pero no, por ejemplo, los ooquistes de *Cryptosporidium*). Los productos químicos que más utilizan los viajeros para la desinfección de agua son diversos tipos de productos de yodo y cloro. Tras la cloración, puede utilizarse un filtro de carbón para eliminar el exceso de cloro y reducir el sabor a cloro o, en su caso, para eliminar el exceso de yodo. El tratamiento con plata no es una forma muy eficaz de eliminar microorganismos patógenos, ya que la plata es de acción lenta cuando actúa aislada. Si el agua está turbia (no es transparente o presenta materia sólida en suspensión), debe clarificarse antes de su desinfección; la clarificación incluye la filtración, la sedimentación y la decantación. También existen sistemas de filtración portátiles que han sido probados y clasificados en función de su capacidad de eliminar protozoos y algunas bacterias; los tipos más comunes son los filtros de cerámica y algunos filtros de bloque de carbón. El tamaño de poros del filtro debe ser igual o menor que 1 µm (absoluto) para garantizar la eliminación de ooquistes de *Cryptosporidium* (para estos filtros muy finos puede ser preciso un prefiltro que elimine las partículas más grandes y evite la obstrucción del filtro final). Se recomienda aplicar una combinación de técnicas (filtración seguida de desinfección química o hervido), ya que la mayoría de los dispositivos de filtración no eliminan los virus.

Se recomienda que las personas con inmunodeficiencia tomen precauciones adicionales para reducir el riesgo de infección por agua contaminada. Si bien lo más seguro es beber agua hervida, también puede ser aceptable el agua embotellada o mineral certificada. No se recomienda la desinfección con yodo del agua que vayan a consumir mujeres embarazadas, personas con antecedentes de disfunción tiroidea o personas con hipersensibilidad conocida al yodo, a no ser que se aplique también un sistema eficaz de eliminación del yodo tras el tratamiento, como el uso de carbón granular no agotado.

6.4 Sistemas de desalinización

La principal finalidad de la desalinización es poder utilizar para consumo humano fuentes de agua salobre o salada que de otro modo serían inaceptables para tal fin.

Cada vez es más frecuente el uso de la desalinización para producir agua de consumo y la tendencia probablemente continuará conforme aumenta la escasez de agua a causa de las presiones que produce el crecimiento demográfico, la sobreexplotación de los recursos hídricos y la contaminación de otras fuentes de agua. Si bien la mayor parte (alrededor del 60%) de la capacidad instalada actual está en la región del Mediterráneo oriental, hay instalaciones de desalinización en todo el mundo, y su uso probablemente aumentará en todos los continentes.

La mayoría de los sistemas de desalinización actuales están diseñados para tratar agua estuarina, costera y marina. La desalinización puede aplicarse también a aguas salobres interiores (tanto superficiales como subterráneas) y puede utilizarse a bordo de barcos. Hay también unidades de desalinización de pequeña escala para uso doméstico y comunitario, cuya operación y mantenimiento eficaces presenta retos específicos.

El documento complementario *Desalination for Safe Drinking-water Supply* (apartado 1.3) ofrece orientación adicional sobre la desalinización para el suministro de agua potable.

Al aplicar las Guías a sistemas de abastecimiento de agua desalinizada, deben tenerse en cuenta determinadas diferencias importantes con respecto a los sistemas que extraen agua de fuentes de agua

dulce, entre las que cabe mencionar los factores descritos a continuación. Una vez tenidos en cuenta estos factores, deberían poderse aplicar los requisitos generales de estas Guías para garantizar la inocuidad microbiana, química y radiológica.

Las fuentes de agua salobre, costera y marina pueden contener factores de peligro ausentes en los sistemas de agua dulce; por ejemplo, diversos incidentes perjudiciales relacionados con algas microscópicas y macroscópicas y cianobacterias; determinadas bacterias libres (incluidas especies del género *Vibrio*, como *V. parahaemolyticus* y *V. cholerae*); y algunas sustancias químicas, como el boro y el bromuro, que son más abundantes en el agua de mar.

Los incidentes perjudiciales relacionados con algas pueden ocasionar la presencia de toxinas que pueden no ser destruidas por calentamiento, y que pueden estar en el interior de las células de las algas (endotoxinas) o libres en el agua (exotoxinas). Suelen ser no volátiles, y si pueden ser destruidas mediante cloración, se precisan habitualmente tiempos de contacto extremadamente largos. Aunque se han descubierto unas cuantas toxinas, puede haber otras aún desconocidas. Una medida de control importante es evitar en lo posible la posibilidad de extraer agua que contenga algas tóxicas mediante su detección o ubicación y el diseño de la toma de agua, así como la gestión de la toma de agua y monitoreo eficaces.

Otras cuestiones relacionadas con la inocuidad química, como el control de los «aditivos», los SPD y los plaguicidas, son similares a las del agua dulce (véase el capítulo 8), excepto que en la desalinización puede utilizarse una mayor variedad de sustancias y en mayores cantidades. Debido a la presencia de bromuro en el agua de mar, entre los SPD predominarán probablemente las sustancias orgánicas bromadas.

Los métodos de monitoreo y evaluación de la calidad de las fuentes de agua dulce pueden no ser aplicables directamente a las fuentes sometidas a desalinización. Por ejemplo, muchas bacterias indicadoras de contaminación fecal mueren más rápidamente que los agentes patógenos (sobre todo los virus) en agua salina que en agua dulce.

Aún no se conoce bien la eficacia de algunos de los procesos empleados en la desalinización para eliminar algunas sustancias peligrosas para la salud. Pueden afectar a la eficiencia de los procesos el uso de membranas imperfectas o de juntas de membranas deficientes (tratamiento con membranas), la proliferación de bacterias por la formación de membranas o biopelículas sobre las membranas (en sistemas de tratamiento con membranas); y el arrastre de sustancias, sobre todo de las volátiles (con vapor).

Dada la eficacia aparentemente alta de algunos de los procesos utilizados en la eliminación tanto de microorganismos como de sustancias químicas (sobre todo de la destilación y de la ósmosis inversa), estos procesos pueden utilizarse como tratamientos únicos o combinados sólo con la administración de una concentración baja de desinfectante residual. No obstante, la ausencia de barreras múltiples dificulta en gran medida la operación permanentemente segura de este proceso y hace que incluso una disminución de la eficacia de corta duración pueda hacer aumentar el riesgo para la salud de las personas. Esto, a su vez, supone la necesidad de aplicar un sistema de monitoreo en línea vinculado a un sistema de intervención rápida de los responsables. Para más información, consulte el documento complementario *Water Treatment and Pathogen Control* (apartado 1.3).

El agua producida mediante desalinización es «agresiva» para los materiales utilizados, por ejemplo en la distribución del agua y en las tuberías y dispositivos de fontanería domésticos. Es preciso prestar una atención especial a la calidad de estos materiales; los procedimientos normales de certificación de materiales como aptos para uso en instalaciones de agua potable pueden no ser adecuados para agua que no ha sido «estabilizada».

Debido a su agresividad y a que puede considerarse insípida e inaceptable, el agua desalinizada se trata comúnmente añadiendo sustancias químicas como carbonato cálcico y magnésico con dióxido de carbono. Una vez aplicado este tratamiento, el agua desalinizada no debería ser más agresiva que el agua de consumo habitual. Las sustancias químicas utilizadas en dicho tratamiento deben someterse a los procedimientos normales de certificación.

El agua desalinizada suele mezclarse con volúmenes pequeños de agua más rica en minerales para mejorar su aceptabilidad y, en particular, para reducir su agresividad. El agua utilizada en la mezcla debe ser plenamente potable, según lo descrito aquí y en otros apartados de las Guías. Cuando se utiliza agua de mar para este fin, los principales iones añadidos son sodio y cloruro. Esto no contribuye a mejorar la dureza ni el equilibrio iónico, y únicamente pueden añadirse cantidades pequeñas (por ejemplo, del 1 al 3%) sin ocasionar problemas de aceptabilidad. El agua mezclada procedente de zonas costeras y estuarinas puede ser más susceptible a la contaminación con hidrocarburos derivados del petróleo que podrían ocasionar problemas de sabor y olor. Algunas aguas subterráneas o superficiales pueden utilizarse, tras un tratamiento adecuado, para mezclar en proporciones mayores y pueden mejorar la dureza y el equilibrio iónico.

El agua desalinizada es un producto artificial. Se ha expresado preocupación por el efecto sobre la salud humana de valores extremos de las concentraciones de los principales iones, o de sus proporciones. Hay escasas pruebas para describir el riesgo para la salud asociado al consumo prolongado de agua de este tipo, aunque los problemas que pudiera ocasionar el contenido de minerales pueden limitarse mediante los procesos de estabilización antes descritos (véase: OMS, 2003b).

El agua desalinizada, debido a su elaboración artificial, contiene a menudo concentraciones menores que las habituales de otros iones comunes en el agua, algunos de los cuales son elementos esenciales, pero el agua normalmente aporta una proporción pequeña de estos elementos, cuya ingesta es mayoritariamente por los alimentos. Una excepción es el fluoruro, y se ha descrito el empeoramiento de la salud dental de poblaciones que consumen agua desalinizada con un contenido muy bajo de fluoruro, con un riesgo de moderado a alto de caries dental (OMS, 2003b).

El agua desalinizada puede ser más propensa a la proliferación de microorganismos que otras aguas, debido a uno o más de los siguientes factores: temperatura inicial más alta (por el proceso de tratamiento), temperatura más alta (se aplica en climas cálidos) y efecto de la corrosión de materiales (que libera nutrientes). No se conocen bien los efectos directos sobre la salud de tal proliferación (véase el documento complementario *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety*; apartado 1.3), con la excepción de *Legionella* (véase el capítulo 11). La formación de nitrito por microorganismos en biopelículas puede ocasionar problemas cuando se practica la cloraminación y hay exceso de amoníaco. Las prácticas correctas de gestión incluirán, por precaución, medidas preventivas.

6.5 Agua envasada

Hay amplia disponibilidad de agua embotellada y hielo tanto en países industrializados como en desarrollo. Los consumidores pueden comprar agua envasada por diversos motivos, por su sabor, por la comodidad o por moda; no obstante, para muchos consumidores son importantes su inocuidad y posibles propiedades saludables.

6.5.1 Seguridad del agua envasada

El agua se envasa para consumo en diversos tipos de recipientes, entre los que se incluyen latas, cajas de materiales laminados y bolsas de plástico, así como en forma de hielo listo para ser consumido; sin embargo, los tipos de envase más comunes son las botellas de vidrio o plástico. Además, hay diversos tamaños de botellas de agua, desde las de una sola porción de consumo a grandes garrafas de hasta 80 litros de capacidad.

En la aplicación de las Guías al agua embotellada, determinadas sustancias químicas pueden controlarse más fácilmente que en el agua entubada, y puede ser, por consiguiente, preferible aplicar normas más estrictas para reducir la exposición general de la población. De forma similar, cuando hay flexibilidad en la selección de la fuente de agua, es más fácil aplicar normas más estrictas para determinadas sustancias naturales peligrosas para la salud, como el arsénico, que las aplicadas al agua entubada.

No obstante, el control de algunas sustancias puede ser más difícil en el agua embotellada que en el agua de grifo. Algunos peligros pueden deberse a la naturaleza del producto (por ejemplo, trozos de cristal y fragmentos metálicos) y pueden surgir otros problemas debidos al almacenamiento del agua embotellada durante periodos largos y a temperaturas más altas que las del agua distribuida por tuberías, o por la reutilización de botellas y otros recipientes sin haberlos limpiado o desinfectado adecuadamente. Es, por consiguiente, particularmente importante el control de los materiales de los recipientes y cierres del agua embotellada. Algunos microorganismos cuya importancia para la salud pública es normalmente escasa o nula pueden alcanzar concentraciones más altas en el agua embotellada. Esta proliferación se produce, al parecer, con menor frecuencia en el agua con gas y el agua embotellada en recipientes de vidrio que en el agua sin gas y el agua embotellada en recipientes de plástico. No se conoce todavía con certeza qué importancia tiene esta proliferación microbiana para la salud pública, sobre todo para personas vulnerables, como los lactantes alimentados con biberón y las personas con inmunodeficiencia. En cuanto a la alimentación de lactantes con biberón, como el agua embotellada no es estéril, debe desinfectarse —por ejemplo, hirviéndola— antes de utilizarla en la elaboración de preparados para lactantes. Puede obtenerse más información en el documento complementario *Heterotrophic Plate Counts and Drinking-water Safety* (apartado 1.3).

6.5.2 Posibles efectos saludables del agua embotellada

Algunos consumidores creen que las aguas minerales naturales poseen propiedades medicinales u otros efectos saludables. Estas aguas normalmente poseen un contenido alto de minerales, a veces significativamente mayor que las concentraciones aceptadas normalmente en el agua de consumo. Suelen

tener una larga tradición de consumo y se aceptan con frecuencia por considerarse alimentos más que agua para beber *en sentido estricto*. Aunque determinadas aguas minerales pueden ser útiles por proporcionar micronutrientes esenciales, como calcio, las presentes Guías no formulan recomendaciones sobre concentraciones mínimas de compuestos esenciales debido a las incertidumbres que plantea, en materia de nutrición, la ingesta de minerales por medio del agua.

También se consumen aguas envasadas con contenido de minerales muy bajo, como las aguas destiladas o desmineralizadas. Algunas poblaciones consumen agua de lluvia, cuyo contenido de minerales es similarmente bajo, sin efectos adversos manifiestos para la salud. No hay información científica suficiente sobre los efectos saludables o los peligros asociados al consumo regular de estos tipos de aguas embotelladas (véase: OMS, 2003b).

6.5.3 Normas internacionales relativas al agua embotellada

Las *Guías para la calidad del agua potable* sirven de base para la elaboración de normas para todas las aguas envasadas. Como en el caso de otras fuentes de agua de consumo, la inocuidad se logra mediante una combinación de medidas de gestión, normas sobre la calidad de los productos terminados y actividades de análisis. La Comisión del Codex Alimentarius (CAC) de la OMS y la FAO provee el marco internacional para la reglamentación del agua envasada: ha elaborado una *Norma para las aguas minerales naturales* y un código de prácticas asociado. La norma describe el producto y sus parámetros de composición y calidad, establece límites para determinadas sustancias químicas, y aborda aspectos relativos a la higiene, el envasado y el etiquetado. La CAC ha elaborado también una *Norma general para las aguas potables embotelladas/envasadas distintas de las aguas minerales naturales*. Ambas normas de la CAC hacen referencia directa a estas Guías.

El *Código de prácticas de higiene para la captación, elaboración y comercialización de las aguas minerales naturales* de la CAC proporciona orientación sobre diversas prácticas correctas de fabricación y proporciona un PSA genérico aplicado al agua envasada.

La actual *Norma para las aguas minerales naturales* de la CAC y el código de prácticas asociado establecen requisitos estrictos para las aguas minerales naturales, como que debe extraerse de una fuente natural, como un manantial o pozo, y que debe embotellarse sin tratamiento adicional. En cambio, la *Norma general para las aguas potables embotelladas/envasadas distintas de las aguas minerales naturales* de la CAC incluye aguas de otras fuentes, además de los manantiales y pozos, y permite el tratamiento del agua para mejorar su inocuidad y calidad. Las diferencias entre estas normas son especialmente importantes en regiones con una larga historia de consumo de aguas minerales naturales.

Se remite al lector que desee obtener información adicional sobre la CAC, el Comité del Codex sobre Aguas Minerales Naturales, la *Norma para las aguas minerales naturales* del CAC y su código de prácticas asociado al sitio web de la CAC: <http://www.codexalimentarius.net/>.

6.6 Producción y procesamiento de alimentos

La calidad del agua definida en las Guías es tal que es adecuada para todos los usos normales de la industria alimentaria. Para algunos procesos se requiere agua con características de calidad especiales para que el producto tenga las características deseadas, y las Guías no garantizan necesariamente el cumplimiento de tales requisitos especiales.

El deterioro de la calidad del agua de consumo puede tener efectos graves en las instalaciones de procesamiento de alimentos y, potencialmente, en la salud pública. Las consecuencias del uso de agua no potable dependerán del uso de dicho agua y del procesamiento posterior de los materiales potencialmente contaminados. Las variaciones ocasionales de la calidad que pueden tolerarse en el agua de consumo puede ser inaceptables para algunos usos de la industria alimentaria y pueden ocasionar efectos con repercusiones económicas significativas en la producción de alimentos, como la retirada de producto del mercado.

Los requisitos de calidad del agua varían en función de los diversos tipos de uso en la producción y procesamiento de alimentos:

- riego y alimentación del ganado;
- usos en los que el agua puede incorporarse o adherirse a un producto (por ejemplo, como ingrediente, o para lavar o «refrescar» alimentos);
- la nebulización de hortalizas para ensalada en las tiendas de comestibles; y
- los usos en los que el contacto entre el agua y el alimento debe ser mínimo (como el uso de agua para calentamiento, enfriamiento y limpieza).

Para reducir la contaminación microbiana, pueden aplicarse tratamientos específicos (por ejemplo, térmicos) capaces de eliminar diversos microorganismos patógenos que suponen un riesgo para la salud pública. El efecto de estos tratamientos debe tenerse en cuenta al evaluar los efectos del deterioro de la calidad del agua de consumo en una instalación de producción o procesado de alimentos.

Si se deteriora la calidad de un sistema de abastecimiento de agua de consumo, debe informarse puntualmente a las instalaciones de producción de alimentos vulnerables.

6.7 Aeronaves y aeropuertos

6.7.1 Riesgos para la salud

La importancia del agua como vehículo potencial de transmisión de enfermedades infecciosas en aeronaves está bien documentada. En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales.

Si la fuente de agua utilizada para reponer las reservas del aeronave está contaminada y no se toman las precauciones oportunas, puede ser fuente de transmisión de enfermedades en el aeronave. Es, por consiguiente, imprescindible que los aeropuertos cumplan el apartado segundo del artículo 14 (parte III: Organización en materia de salud) del Reglamento Sanitario Internacional (1969) y dispongan de una fuente de agua de consumo potable aprobada por el organismo de reglamentación pertinente (OMS, 1983).

Una fuente de agua potable no ofrece garantía de protección si el agua se contamina posteriormente durante su transferencia, almacenamiento o distribución en el aeronave. Los aeropuertos suelen contar con instalaciones especiales para la manipulación del agua en su interior. El agua puede suministrarse a las aeronaves mediante vehículos cisterna o depósitos móviles. Durante la transferencia del agua de los vehículos al aeronave puede producirse contaminación microbiana o química (por ejemplo, por las mangueras).

Un PSA que aborde la gestión del agua en los aeropuertos, desde su recepción hasta su transferencia al aeronave, complementado con medidas para garantizar el mantenimiento de la calidad del agua en el aeronave (por ejemplo, el uso de materiales inocuos y prácticas correctas en el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de los sistemas de las aeronaves), garantiza la inocuidad del agua en la aviación.

6.7.2 Evaluación de los riesgos del sistema

En la evaluación del sistema general de distribución de agua en el aeropuerto y las aeronaves, deben tenerse en cuenta diversas cuestiones específicas, incluidas las siguientes:

- la calidad del agua de origen;
- el diseño y la construcción de los depósitos de almacenamiento y tuberías del aeropuerto;
- el diseño y la construcción de los vehículos de suministro de agua;
- las técnicas de repostaje de agua;
- los sistemas de tratamiento que pudiera haber en las aeronaves;
- el mantenimiento del sistema de distribución de agua a bordo de las aeronaves; y
- la prevención de las conexiones cruzadas, incluida la prevención del reflujo.

6.7.3 Monitoreo operativo

La autoridad aeroportuaria es responsable del suministro de agua potable y del monitoreo operativo hasta la transferencia del agua a la empresa de transporte aéreo. El monitoreo se centra principalmente en la verificación de los procesos de gestión. El monitoreo de las medidas de control incluye:

- la calidad del agua de origen;
- la limpieza y buen estado de las tomas de agua, mangueras y depósitos móviles;
- los residuos de desinfectantes y el pH;
- las válvulas de reflujo;
- los filtros; y
- la calidad microbiológica del agua, particularmente tras realizar operaciones de mantenimiento o reparaciones.

6.7.4 Gestión

Aunque el agua suministrada al aeropuerto sea potable, es preciso tomar precauciones para evitar su contaminación durante la transferencia a las aeronaves y en el propio sistema de distribución de agua de las aeronaves. El personal que se ocupa del abastecimiento de agua no debe realizar actividades relacionadas con la limpieza de los baños de las aeronaves, a no ser que tome previamente todas las precauciones necesarias (como lavarse las manos concienzudamente o cambiarse la ropa de trabajo).

Todos los vehículos de suministro de agua deben limpiarse y desinfectarse frecuentemente.

En un PSA aeroportuario deben estar documentados los programas complementarios siguientes:

- capacitación adecuada para el personal que se ocupa de la transferencia y tratamiento del agua; y
- certificación efectiva de los materiales utilizados en los depósitos de almacenamiento y tuberías de las aeronaves.

6.7.5 Vigilancia

La vigilancia independiente se asemeja a la descrita en el capítulo 5 y es un componente esencial para garantizar la inocuidad del agua de consumo en la aviación. Comprende:

- auditorías periódicas y evaluación directa;
- examen y aprobación de los PSA;
- atención específica a los códigos de prácticas del sector aeronáutico, al documento complementario *Guide to Hygiene and Sanitation in Aviation* (apartado 1.3) y a los reglamentos de las líneas aéreas o de protección de la salud en los aeropuertos; y
- respuesta, investigación y asesoramiento tras recibir informes sobre incidentes significativos.

6.8 Barcos

6.8.1 Riesgos para la salud

La importancia del agua como vehículo de transmisión de enfermedades infecciosas en barcos está claramente documentada. En términos generales, los mayores riesgos microbianos son los derivados del consumo de agua contaminada con excrementos humanos o animales. Se ha confirmado la transmisión por el agua a bordo de barcos de *E. coli* enterotoxigénica, norovirus, *Vibrio* spp., *Salmonella typhi* y otras especies del género *Salmonella*, *Shigella* spp., *Cryptosporidium* spp., *Giardia lamblia* y *Legionella* spp. (véase Rooney *et al.*, en prensa).

También pueden darse en los barcos casos de envenenamiento por contaminación del agua con sustancias químicas. Por ejemplo, hubo un brote de casos de envenenamiento agudo en el que se determinó que la causa fue la contaminación de la reserva de agua potable del barco con hidroquinona, un ingrediente de líquido de revelado de fotografías. También podría producirse envenenamiento crónico en un barco si la tripulación o los pasajeros se exponen a dosis pequeñas de sustancias químicas dañinas durante periodos prolongados.

El documento complementario *Guide to Ship Sanitation* (apartado 1.3) describe los factores que pueden afectar al tratamiento, transferencia, producción, almacenamiento o distribución del agua en los barcos. Esta guía actualizada incluye una descripción de características específicas de la organización del suministro y del marco reglamentario.

La organización de sistemas para el abastecimiento de agua a instalaciones portuarias y barcos difiere considerablemente del abastecimiento convencional de agua en tierra. Aunque las autoridades portuarias pueden recibir agua potable de una red municipal o privada, suelen contar con instalaciones especiales para gestionar el agua en el puerto. El suministro de agua a los barcos se realiza mediante mangueras o desde barcos cisterna o gabarras. El agua puede sufrir contaminación microbiana o química durante su transferencia del puerto al barco.

A diferencia de las instalaciones en tierra, en los barcos hay numerosos sistemas de fontanería — de agua potable, de agua de mar, de residuos y de combustible— encajados en un espacio relativamente confinado. Estos sistemas suelen ser extensos y complejos, lo que dificulta su inspección, reparación y mantenimiento. Varios brotes de enfermedades transmitidas por el agua en barcos han sido ocasionados por la contaminación del agua potable después de su transferencia al barco, por ejemplo, por aguas residuales o de sentina, debido a un diseño y construcción deficientes de los sistemas de almacenamiento de agua. Durante la distribución del agua, puede ser difícil evitar el deterioro de su calidad debido a la existencia de agua estancada y puntos ciegos.

La distribución del agua en los barcos puede también ofrecer más oportunidades de contaminación que en tierra, debido a que el movimiento del barco puede ocasionar subidas de presión y reflujos.

6.8.2 Evaluación de los riesgos del sistema

En la evaluación del sistema de distribución de agua de consumo en el barco, deben tenerse en cuenta diversas cuestiones específicas, incluidas las siguientes:

- la calidad del agua de origen;
- los equipos de repostaje de agua;
- las técnicas de repostaje de agua;
- el diseño y la construcción de los depósitos de almacenamiento y tuberías;
- los sistemas de filtración y otros sistemas de tratamiento a bordo del barco;
- las válvulas de reflujo;
- la presión del agua en el sistema;
- el diseño del sistema para reducir al mínimo los puntos ciegos y zonas de estancamiento de agua; y
- la desinfección residual.

6.8.3 Monitoreo operativo

El patrón del barco es el responsable del monitoreo operativo. El monitoreo se centra principalmente en la verificación de los procesos de gestión. El monitoreo de las medidas de control incluye:

- la calidad del agua de origen;
- la limpieza y buen estado de las tomas de agua y mangueras;
- los residuos de desinfectantes y el pH (por ejemplo, diariamente);
- las válvulas de reflujo (por ejemplo, de una vez al mes a una vez al año);
- los filtros (antes y durante cada uso); y
- la calidad microbiológica del agua tratada, particularmente tras realizar operaciones de mantenimiento o reparaciones.

La frecuencia del monitoreo debe adaptarse a la frecuencia probable de cambios en la calidad del agua; por ejemplo, el monitoreo del agua de consumo puede ser más frecuente en barcos nuevos o que han sido puestos en servicio recientemente, pero la frecuencia podrá disminuir tras examinarse los resultados. De forma similar, si el sistema de distribución de agua del barco ha sufrido una avería, deberá aumentarse la frecuencia del monitoreo tras su reparación, hasta que se compruebe que está claramente bajo control.

6.8.4 Gestión

La autoridad portuaria es responsable de proporcionar agua potable inocua para el repostaje de los barcos. Normalmente, el patrón del barco no podrá controlar directamente la contaminación del agua proporcionada en el puerto. Si sospecha que el agua proviene de una fuente insalubre, el patrón del barco podrá decidir someterla a un tratamiento adicional (por ejemplo, hipercloración o filtración, o ambas). Cuando sea preciso someter el agua a tratamiento, antes o después de transferirla a bordo, deberá elegirse el tratamiento que sea más adecuado para el tipo de agua y más fácil de operar y mantener por los oficiales y la tripulación del barco.

Durante la transferencia del agua al barco desde el puerto y una vez a bordo del barco, deberán disponerse medidas de protección sanitaria, en el sistema de distribución en tierra, incluidas las conexiones al sistema del barco, y en todo el sistema del barco, para evitar su contaminación.

El agua potable deberá almacenarse en uno o más depósitos construidos, ubicados y protegidos de forma que se evite su contaminación. Las conducciones de agua potable deben estar protegidas y ubicadas de forma tal que no queden sumergidas en agua de sentina ni pasen por depósitos que almacenen líquidos no potables.

El patrón del barco debe asegurarse de que la tripulación y los pasajeros reciben un abastecimiento de agua de consumo suficiente e ininterrumpido y que no se contamina el sistema de distribución. Los sistemas de distribución de los barcos son especialmente vulnerables a la contaminación cuando se producen caídas de la presión, por lo que deben instalarse válvulas de reflujo para evitar la contaminación del agua en tales situaciones.

Las conducciones de distribución de agua potable no deben presentar conexiones cruzadas con conducciones ni depósitos de almacenamiento de ningún sistema de agua no potable.

La inocuidad del agua se garantiza mediante protocolos de reparación y mantenimiento, que incluyen medidas de prevención de la contaminación mediante el uso de válvulas y la vigilancia del aseo y los hábitos de trabajo del personal y de la limpieza de los materiales empleados.

Actualmente, en muchos barcos la proliferación de microorganismos en el sistema de distribución se controla mediante concentraciones residuales de desinfectantes, pero no se debe confiar únicamente en la desinfección residual como «tratamiento» del agua contaminada, ya que la contaminación puede superar fácilmente esta barrera.

En los PSA de los barcos deben estar documentados los programas complementarios siguientes:

- capacitación adecuada de la tripulación que se ocupa de la transferencia y tratamiento del agua; y
- certificación efectiva de los materiales utilizados en los depósitos de almacenamiento y tuberías de los barcos.

6.8.5 Vigilancia

La vigilancia independiente es un componente deseable para garantizar la inocuidad del agua de consumo en los barcos. Comprende:

- auditorías periódicas y evaluación directa;
- examen y aprobación de los PSA;
- atención específica a los códigos de prácticas del sector naval, al documento complementario *Guide to Ship Sanitation* (apartado 1.3) y a los reglamentos portuarios de protección de la salud y de navegación; y
- respuesta, investigación y asesoramiento tras recibir informes sobre incidentes significativos.