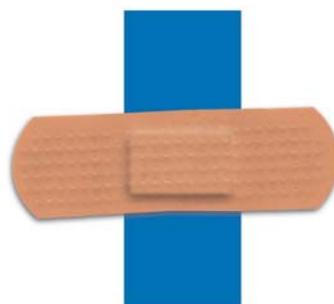


SUMINISTRO DE AGUA EN SITUACIONES DE EMERGENCIA



FARMAMUNDI
área logística humanitaria

DIRECTRICES BÁSICAS PARA UN ADECUADO SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

1. INTRODUCCIÓN.

2. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CANTIDAD DE AGUA.

- a. Normas básicas según el Proyecto Esfera.
- b. Diferentes tipos de agua según su procedencia.
- c. Protección de las fuentes de suministro.
- d. Captación y almacenamiento.

3. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AGUA.

- a. Normas básicas según el Proyecto Esfera.
- b. Análisis de aguas: turbidimetría, clorimetría, análisis bacteriológico, análisis químico y pH-metría.

4. TRATAMIENTO DEL AGUA.

- a. Desbaste y tamizado.
- b. Clarificación.
- c. Desinfección (cloración y equipos para producción de cloro).

5. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA (En campos de refugiados o asentamientos de población).

- a. Sistemas aislados.
- b. Sistemas lineales.
- c. Sistemas radiales.
- d. Sistemas reticulados.

6. REGISTROS Y SISTEMAS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA.

7. EJEMPLOS DE DIFERENTES ACTUACIONES EN PROYECTOS DE EMERGENCIA.

8. EMPLEO DE EQUIPOS AUTÓNOMOS PARA LA POTABILIZACIÓN IN SITU EN DESASTRES

1. INTRODUCCIÓN.

El agua y el medio ambiente juegan un papel esencial en el desarrollo y transmisión de muchas enfermedades así como en la aparición de brotes epidémicos. Las enfermedades diarreicas, en su mayoría ocasionadas por la pobre higiene y por la carencia de agua segura, son la mayor causa de morbilidad entre poblaciones desplazadas y refugiadas.

La experiencia ha demostrado que la mayoría de las situaciones de Emergencia como catástrofes naturales, conflictos bélicos, epidemias,... han tenido que ser abordadas desde el punto de vista sanitario con proyectos que contemplen diferentes líneas de trabajo:

- Asistencia Sanitaria y apoyo a Sistemas de Salud locales.
- Vigilancia Epidemiológica.
- Control de los mecanismos de transmisión (agua, saneamiento y vectores).

Como patrón de referencia en nuestras actuaciones contamos con **El Proyecto Esfera**, y más concretamente con uno de sus cinco capítulos, dedicado exclusivamente a *Agua y Saneamiento*.

El Proyecto Esfera:

En julio de 1997, un grupo de organismos humanitarios emprendió el Proyecto de la Esfera.

En una iniciativa internacional destinada a mejorar la eficacia y responsabilidad de la respuesta en casos de desastre, la Carta Humanitaria y las Normas Mínimas de respuesta humanitaria en casos de desastre del Proyecto de la Esfera establecen por primera vez lo que las personas afectadas por desastres tienen derecho a esperar de la ayuda humanitaria.

Un grupo de 20 ONGs basadas en África, Asia, Australia, Europa, Centroamérica y EUA está incorporando sistemáticamente la Esfera en las políticas y la práctica en la respuesta en casos de desastre. El Proyecto de la Esfera está apoyando este proceso y las lecciones aprendidas de su experiencia.

www.sphereproject.org



El Proyecto Esfera

2. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CANTIDAD DE AGUA

El impacto en salud de la escasez de agua se debe principalmente al aumento de la incidencia de numerosas enfermedades originadas por la falta de higiene “water-washed diseases”, como son:

- Enfermedades oftálmicas y dermatológicas, como escabiosis, tracoma, conjuntivitis, etc.
- Enfermedades transmitidas por piojos como fiebre recurrente y tifus.
- Enfermedades de transmisión oral-fecal: diarreas, disenterías, fiebre tifoidea y paratifoidea, hepatitis A, cólera, poliomielitis y diversas parasitosis por helmintos.

2.a. Normas básicas según el Proyecto Esfera.

Norma 1 relativa al abastecimiento de agua: acceso al agua y cantidad disponible:

Todas las personas deben tener acceso seguro a una cantidad de agua suficiente para beber y cocinar y para la higiene personal y doméstica. Los lugares públicos de abastecimiento de agua deben estar lo suficientemente cerca de los refugios para posibilitar el consumo de la cantidad mínima de agua indispensable.

Indicadores clave

Se recoge un mínimo de 15 litros de agua por persona por día.

El caudal en cada punto de abastecimiento de agua es de 0,125 litros por segundo como mínimo.

Hay como mínimo un lugar de abastecimiento de agua cada 250 personas.

La distancia desde cualquier refugio hasta el lugar de abastecimiento de agua más cercano no excede 500 metros.

Norma 3 relativa al abastecimiento de agua: instalaciones y enseres para el consumo de agua:

La población debe disponer de instalaciones y enseres adecuados para recoger, almacenar y utilizar cantidades suficientes de agua para beber y cocinar y para la higiene personal, así como para que el agua potable mantenga su inocuidad hasta el momento de consumirla.

Indicadores clave

Cada familia dispone de dos recipientes de 10-20 litros para recoger el agua, y de recipientes de 20 litros para almacenarla. Esos recipientes son de cuello angosto o tienen tapa.

Se dispone de 250 g de jabón por persona por mes.

Cuando se necesitan instalaciones de baño colectivas, se dispone de cubículos suficientes para su utilización con una frecuencia aceptable y a horas aceptables, separados para hombres y mujeres.

Cuando se necesitan lavaderos colectivos, se dispone de una pileta de lavar por cada 100 personas; hay zonas reservadas para que las mujeres laven y sequen su ropa interior y sus toallas higiénicas.

Notas de orientación.

Necesidades: las cantidades exactas de agua necesarias para consumo doméstico pueden variar según el clima, las instalaciones de saneamiento, los hábitos de la población, sus prácticas religiosas y normas culturales, los alimentos que se cocinan, la ropa usada, etc. En algunas situaciones, es posible que se necesite agua en grandes cantidades para fines concretos, por ejemplo para letrinas de sifón, para mantener en funcionamiento un sistema de alcantarillado o de distribución urbana de agua, o para abreviar animales que pueden ser vitales para la subsistencia y el bienestar de las personas afectadas por el desastre. Las cantidades necesarias para estos usos no están incluidas en las normas, por lo que deberán añadirse a la cifra mínima si es necesario. Las cantidades de agua necesarias para centros de salud, centros de alimentación terapéutica, orfanatos, etc. no se incluyen en las cifras estipuladas en las normas, y, de ser necesario deberán añadirse.

Cantidades de Agua Adicionales a lo Prescrito en la Norma Mínima sobre el Consumo Doméstico Básico

| | |
|-------------------------------------|---|
| Inodoros públicos | 1-2 litros/usuario/día para lavarse las manos 2-8 litros/cubículo/día para limpieza del inodoro |
| Todos los inodoros | 20-40 litros/usuario/día para inodoros con descarga tradicionales 3-5 litros/usuario/día para inodoros de sifón |
| Higiene anal | 1-2 litros/persona/día |
| Centros de salud y hospitales | 5 litros/paciente ambulatorio 40-60 litros/paciente internado/día Pueden necesitarse cantidades adicionales para cierto tipo de equipo de lavandería, inodoros con descarga, etc. |
| Centros de atención del cólera | 60 litros/paciente/día 15 litros/encargado de asistencia/día |
| Centros de alimentación terapéutica | 15-30 litros/persona/día 15 litros/encargado de asistencia/día |
| Ganado | 20-30 litros/animal grande o mediano/día 5 litros/animal pequeño/día |

Cantidad/calidad del agua: durante la emergencia se deberá prestar atención no sólo a la cantidad de agua disponible sino también a su calidad. Hasta que se alcancen niveles mínimos tanto de cantidad como de calidad, habrá que concentrarse en facilitar un acceso equitativo a una cantidad suficiente de agua de calidad media en vez de suministrar una cantidad insuficiente de agua que cumpla las normas mínimas de calidad.

Acceso y equidad: aun cuando se disponga de una cantidad suficiente de agua para satisfacer las necesidades mínimas, puede que sea necesario adoptar otras medidas para que el acceso sea efectivamente equitativo.

Recolección y almacenamiento del agua: las personas necesitan recipientes para recoger agua, almacenarla y utilizarla para lavar, cocinar y bañarse. Esos recipientes deben ser higiénicos y adecuados a las necesidades y hábitos locales por lo que respecta al tamaño, la forma y la estructura.

Lavaderos y baños colectivos: es posible que se necesite un espacio donde las personas puedan bañarse en condiciones que no menoscaben su intimidad. Si no se puede disponer de ese espacio en el refugio familiar, pueden ser necesarias algunas instalaciones centrales. Lavar la ropa es una actividad esencial para la higiene, en particular la de los niños, y también es preciso lavar los utensilios de cocina y los de comer. El diseño, el número y la ubicación de esas instalaciones deben decidirse en consulta con los usuarios a los que estén destinadas, especialmente las mujeres.

2.b. Diferentes tipos de agua según su procedencia.

Aguas superficiales: Arroyos, ríos, lagos, estanques, embalses, etc...

- Suelen estar altamente contaminados, especialmente en épocas lluviosas.
- Están sujetas a una gran variabilidad estacional.
- Generalmente necesitan un tratamiento bastante completo para su uso, sin embargo, algunos métodos de captación permiten el uso de este tipo de aguas como son los pozos poco profundos excavados próximos a los lechos de los ríos o las piscinas de filtración también próximas a cauces de ríos.

Aguas subterráneas:

Profundas (> 15m): como perforaciones, pozos profundos y ciertos manantiales.

- Generalmente son de buena calidad física y bacteriológica por filtración a través de la roca.
- En ocasiones contienen sustancias que las hacen inservibles por su sabor o su toxicidad.
- Escasa variabilidad estacional.

Poco profundas (< 15m): algunos manantiales, pozos poco profundos y surgencias próximas a ríos.

- Es la más consumida.
- Gran variabilidad estacional.
- Fácilmente contaminable.
- El agua procedente de menos de 3 metros de profundidad debe ser tratada como agua superficial.

Agua de lluvia:

- En regiones no industrializadas, el agua de lluvia es relativamente pura y puede ser consumida si se toman ciertas precauciones como la captación en recipientes limpios (plásticos, baldes,...) y el desecho de las primeras cantidades.
- Aunque raramente proporciona un aporte regular, puede ser una buena alternativa a aguas superficiales altamente contaminadas en épocas lluviosas.
- Su consumo exclusivo a largo plazo sin el aporte suplementario de ciertas sustancias esenciales como el yodo, puede ocasionar problemas de salud.
- El agua de lluvia disuelve el metal en el cual es almacenada, por esto no deben usarse depósitos de zinc, cobre o plomo: sino de arcilla, plástico o cemento.

En la práctica, en situaciones de emergencia, raramente tendremos la oportunidad de elegir entre diferentes opciones de abastecimiento, siendo con mayor frecuencia las aguas superficiales las disponibles (más contaminadas y/o más fácilmente contaminables). Por lo que consideraremos una prioridad el abastecimiento de agua de consumo con adecuada calidad.

Otras veces, la única solución posible a corto plazo es el aporte mediante cisternas mientras se ponen en funcionamiento métodos a medio plazo como prospecciones, excavado de pozos, canalizaciones desde áreas urbanas o, simplemente, traslado del asentamiento.

2.c. Protección de las fuentes de suministro:

Las medidas de protección de las fuentes de suministro van encaminadas principalmente a evitar la contaminación por gérmenes fecales, bien por deyección directa de personas o animales o bien por entrada indirecta a través de filtraciones u objetos contaminados. Se debe contemplar a tres niveles:

- **Protección de los ríos o cursos de agua**
- **Protección de pozos**
- **Protección de manantiales**

Como norma general:

- Instalar un sistema que evite el acercamiento al manantial para realizar el aprovisionamiento de agua. Esto bien podría realizarse mediante una tubería o canal que conduzca el agua hacia un punto de abastecimiento común y mantener un cercado de 7 a 10 metros alrededor del manantial.
- Poner una capa de grava filtrante o hacer canales de drenaje del agua sobrante en dirección opuesta a la fuente para evitar encharcamientos en la zona de recogida de agua.
- Apenas sea posible construir una arqueta que proteja el manantial y garantice su funcionalidad.

La contaminación del agua por materia fecal puede producirse en cualquier punto entre el origen y su consumo:

- Contaminación dentro del pozo (filtraciones, objetos, animales)
- Contaminación durante el transporte (tuberías defectuosas, jerricans sucios, manos contaminadas)
- Contaminación durante el almacenamiento en casa (insectos, animales domésticos)
- Contaminación al consumirla (manos sucias, vasos)

Obviamente, la contaminación de la fuente, durante el transporte o de la red de distribución es más peligrosa que la contaminación en casa por el número de personas a que es capaz de afectar y siendo con demasiada frecuencia la causa de brotes epidémicos.

El consumo de agua segura sólo puede estar garantizado mediante un programa que incida en la protección de las fuentes de suministro, control de las excretas, educación sanitaria de la población y creación de un sistema de monitorización del nivel de calidad del agua.

2.d. Captación y almacenamiento

Son dos de los factores que las organizaciones de ayuda humanitaria deben proveer a la población afectada, ya que para esto son necesarias infraestructuras y tecnología difícilmente disponibles para poblaciones de escasos recursos o en situaciones de crisis.

Captación

Salvo en ocasiones en las que el agua puede ser transportada por gravedad (manantiales), en la mayoría de los casos será necesario el uso de elementos de bombeo (bombas manuales, motobombas o bombas sumergidas) para poder extraer el agua de pozos o perforaciones y/o elevarla hasta depósitos para distribuirla.

El empleo de un método u otro dependerá básicamente de:

- El caudal necesario.
- La altura a salvar.
- Las fuentes de energía disponibles.
- El nivel de instrucción.

Bombas manuales

Se usan básicamente para la captación de aguas subterráneas, ya sea en sondeos o pozos.



Un sondeo es un pozo tubular, de unos 20 cm de diámetro y que va normalmente a captar acuíferos profundos pudiendo ir hasta más de 100 m. Su perforación sólo se puede hacer con una máquina perforadora. Sin embargo, un pozo tradicional (a los que nos referimos normalmente cuando hablamos de pozo) tiene un diámetro ancho (entre 1-2 m) y su profundidad va como mucho hasta 20 m. Se pueden hacer de una manera muy tradicional y no se necesita de una máquina para excavarlo.

Motobombas

Se utilizan para captar aguas subterráneas poco profundas (<7m) de pozos y aguas superficiales.

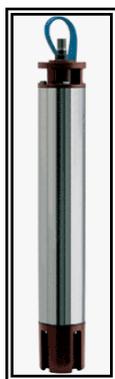
Una gran variedad de modelos, tanto de gasolina como diesel, están disponibles en el mercado. Los caudales que suministran llegan a los 600 litros/minuto y la altura a la que pueden elevar el agua a los 40 metros, aunque en general tienen el inconveniente de que la distancia entre el punto de succión y la motobomba difícilmente puede superar los 7 metros; por lo tanto no sirven para extraer el agua desde perforaciones o pozos profundos.



Bombas sumergidas.

Son las ideales para extraer agua de perforaciones y pozos profundos por su gran capacidad de elevación. De volumen reducido, sólo hay que sumergirlas en el agua, sin apoyarlas en el fondo, sujetas por un cabo o cadena al que irá fijado el cable eléctrico y la manguera de desagüe. Algunos modelos permiten su uso incluso con elevada materia en suspensión y, aunque su caudal es algo menor que el de las motobombas, son capaces de elevar volúmenes de 300 litros/minuto.

Trabajan con energía eléctrica lo que por lo general van acopladas a un generador, situado en la superficie. El elevado consumo de electricidad y la especificidad de su tecnología, siendo difícil encontrar repuestos y servicio técnico en zonas poco desarrolladas, las hacen muy poco adaptadas para situaciones de desarrollo. Pero se adaptan mucho en situaciones de emergencia, donde exista un sondeo y haya que suministrar agua a una gran cantidad de población.

**Almacenamiento:**

Sólo en el caso de captar agua de pozos o sondeos con una bomba de mano no vamos a precisar de almacenaje. Si captamos de un pozo o sondeo pero con los otros tipos de bombas, requeriremos también de un tanque de almacenamiento.

En situaciones de emergencia donde el factor tiempo condiciona enormemente la intervención, resolver problemas de transporte, instalación y seguridad con los mínimos medios materiales y humanos supone tener gran parte del trabajo garantizado.

De la gran variedad de depósitos que ofrece el mercado, **los más utilizados en situaciones de emergencia**, o al menos en las primeras fases de estas, son las **burbujas o bladders**.

Burbujas o bladders:

Son grandes bolsas flexibles cerradas que van desde los 500 litros hasta los 50.000, con alta resistencia al desgarro (incluyen kits de reparación), resistentes a la radiación UV, imputrescibles, de fácil manipulación, almacenamiento, transporte, llenado y vaciado.

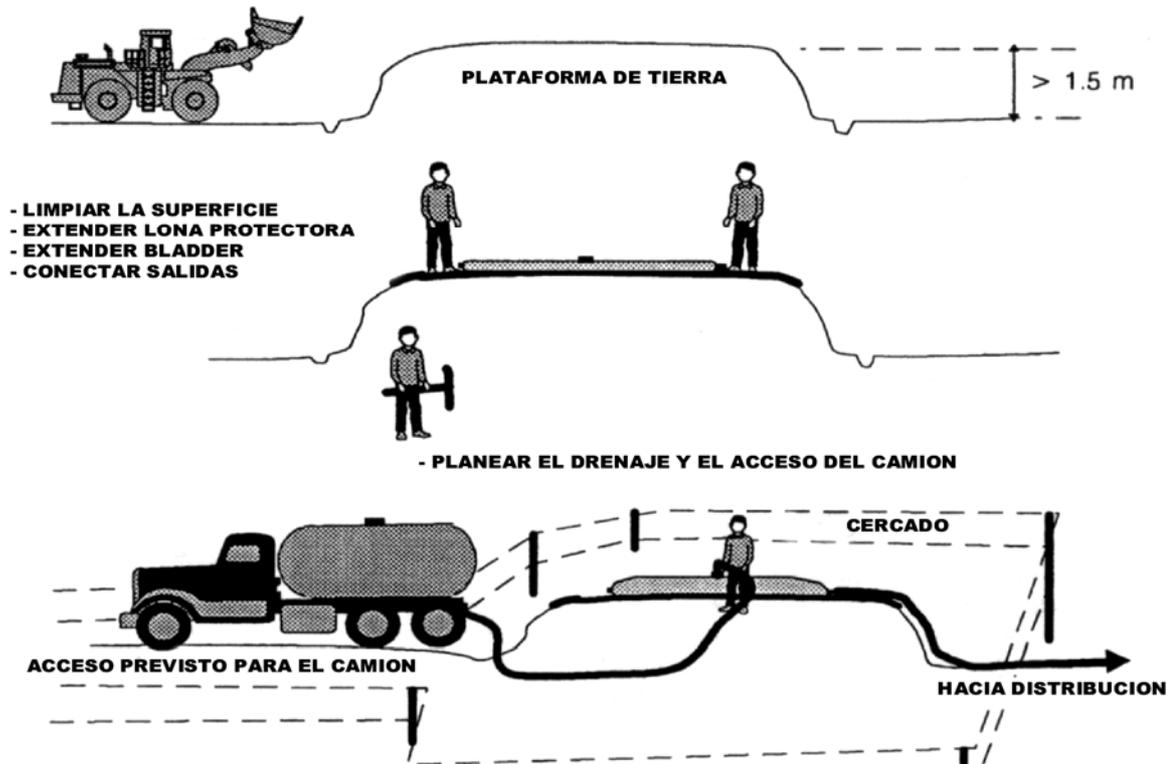
La elección del tamaño y de la ubicación son cuestiones importantes aunque debemos tener en cuenta que es preferible contar con dos pequeños/medianos a uno de gran capacidad por razones de facilidad en la cloración.

La instalación, a pesar de ser sencilla, requiere de una zona sobreelevada para que el agua tenga la presión

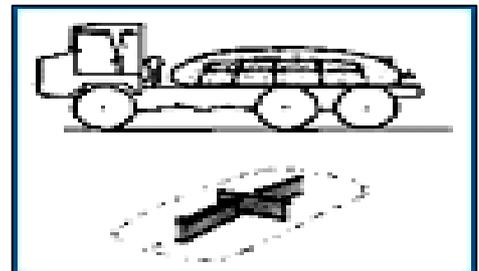


necesaria. En ocasiones hay que preparar el terreno para lograr esta elevación del bladder.

INSTALACION DE UN BLADDER



También hay modelos específicamente diseñados para el transporte de agua, estos se instalan en una plataforma plana de un camión o remolque y cuentan con un tabicado interior como sistema anti-olas.



Tanques “onion” (cebolla)

Son tipo piscinas de plástico, por lo tanto abiertos por su parte superior. No obstante, existe la posibilidad de cubrirlos con una lona

Su utilidad se encamina sobre todo para almacenar agua que va ser tratada con posterioridad en tanques de filtración o bien para realizar el proceso de floculación/decantación. Se utilizan también para el abastecimiento de cultivos o ganado. Son plegables y fácilmente instalables y transportables.



Depósitos plásticos y de fibrocemento:

Muy difundidos en PVD, se suelen utilizar para abastecer pequeñas comunidades o para construir con ellos pequeñas plantas de tratamiento (tanques de decantación, de filtración y de cloración).

Su capacidad es inferior a la de los bladders y su transporte más complicado pero instalados en serie sobre estructuras elevadas pueden ser parte de una red de suministro duradera.

**Tanques OXFAM**

La gran ventaja respecto a los anteriores es su gran capacidad. Se componen de un caparazón externo metálico desmontable y de un plástico muy resistente que recubre toda la parte interior. La desventaja es que su instalación es más complicada que los anteriores



3. ASPECTOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DEL AGUA.

Es muy importante tener en cuenta la prioridad de la cantidad sobre la calidad. En situaciones de emergencia, nuestro primer objetivo debe ser el de llegar a una cantidad de agua suficiente, aunque no para ello no podamos cumplir los estándares de calidad.

Los únicos aspectos relacionables con la salud y con la calidad del agua son la presencia o no de organismos patógenos y concentraciones tóxicas de sustancias químicas. En las áreas no industrializadas, la presencia de organismos patógenos es un problema infinitamente más frecuente que la contaminación química.

Ninguno de estos dos problemas puede ser detectado a simple vista por lo que serán necesarios análisis más complejos para poder hacernos una idea de la calidad del agua de la que disponemos.

3.a. Normas básicas según el Proyecto Esfera.

Norma 2 relativa al abastecimiento de agua: calidad del agua

El agua en el lugar de abastecimiento debe tener buen sabor y ser de calidad suficiente para beber y para su utilización en la higiene personal y doméstica sin riesgos significativos para la salud debidos a enfermedades transmitidas por el agua o a la contaminación química o radiológica, durante un consumo a corto plazo.

Indicadores clave

- En fuentes no desinfectadas, no hay más de 10 coliformes fecales por 100 mililitros de agua en el lugar de abastecimiento.
- Los controles sanitarios indican un bajo riesgo de contaminación fecal.
- En el caso de abastecimiento por tuberías a poblaciones de más de 10.000 personas, o de todo tipo de abastecimiento en momentos de riesgo o presencia de una epidemia de diarrea, el agua se trata con un desinfectante residual en concentraciones aceptables (por ej., la concentración de cloro libre residual en el grifo es de 0,2-0,5 mg por litro y la turbiedad es inferior a 5 NTU).
- El total de sólidos en disolución no es superior a 1.000 mg por litro (2.000 µs/cm de conductividad eléctrica, en medición de campo simple) y el agua no tiene sabor desagradable.
- No se detectan efectos adversos significativos para la salud debidos a contaminación química o radiológica (incluidos los residuos de productos químicos de tratamiento) en un consumo a corto plazo o durante el período de empleo previsto de la fuente de agua y la evaluación no revela probabilidades considerables de tales efectos.

Notas de orientación

Calidad microbiológica del agua: en la mayoría de situaciones de emergencia, la transmisión de enfermedades relacionadas con el agua se debe tanto a la insuficiencia de agua para la higiene personal y doméstica como a la contaminación de las fuentes. Al aplicar normas relativas a la calidad microbiológica del agua en una situación de emergencia, se debe tener en cuenta el riesgo de exceso de infecciones por enfermedades transmitidas por el agua que acarrea el agua suministrada, y qué otras fuentes de agua tiene probabilidades de usar la población. Por lo que respecta al abastecimiento a largo plazo, véase OMS (1984), Guidelines for Drinking Water Quality.

Desinfección del agua: si existe un riesgo considerable de contaminación del agua en la fuente o después de la recolección, el agua deberá tratarse con un desinfectante residual, como el cloro. Este riesgo dependerá de las condiciones del asentamiento, como la densidad de población, los medios de evacuación de excretas, las prácticas de higiene, la prevalencia de las enfermedades transmitidas por el agua, etc. Por regla general, todo abastecimiento entubado de agua para una población grande y concentrada debe tratarse con un desinfectante residual como el cloro, y en caso de riesgo o existencia de una epidemia de diarrea, deberán tratarse todos los suministros de agua potable antes de la distribución o en el hogar.

Contaminación química y radiológica: si los registros hidrogeológicos o el conocimiento de una actividad industrial en la zona inducen a pensar que las fuentes de agua pueden suponer riesgos químicos o radiológicos para la salud, esos riesgos deberán evaluarse sin pérdida de tiempo. En ese momento se deberá tomar una decisión que tenga en cuenta tanto los beneficios como los riesgos a corto plazo para la salud pública. Toda decisión sobre la utilización de agua potencialmente contaminada para un abastecimiento a largo plazo deberá basarse en una evaluación y un análisis más detallados. Por lo que respecta al abastecimiento a largo plazo, véase OMS (1984), *Guidelines for Drinking Water Quality*.

Sabor del agua: el sabor del agua no es problema que repercuta directamente en la salud, pero si el agua salubre que se suministra tiene mal sabor, puede que los consumidores beban agua de fuentes inseguras, poniendo su salud en peligro. También esto puede ser un riesgo en el caso de abastecimiento de agua clorada. El sabor del agua depende de los hábitos del consumidor, y en consecuencia deberá verificarse en el terreno antes de tomar una decisión definitiva sobre si el agua es aceptable, o si se necesitan actividades de concienciación para hacer comprender a los usuarios que sólo deben utilizar fuentes de agua que no presenten riesgos.

Calidad del agua de los centros de salud: salvo pequeñas cantidades de agua muy pura necesaria para cierto equipo médico, no es preciso que el agua suministrada a los centros de salud sea de calidad superior a la que consume la población en general, a menos que la concentración de ciertas sustancias químicas sea particularmente elevada. No obstante, dado el probable número de patógenos presentes en los centros de salud y la vulnerabilidad de los pacientes, el agua deberá desinfectarse con cloro o con otro desinfectante residual y el equipo de almacenamiento de agua deberá estar concebido y manejado de modo que se controle la contaminación. Los niños muy pequeños pueden ser susceptibles a ciertos contaminantes químicos, factor que deberá comprobar el personal médico.

3.b. Análisis de aguas.

Turbidimetría:

La presencia de partículas sólidas en suspensión supone siempre un problema, el agua tiene un aspecto poco agradable pero no siempre significará que está contaminada y habrá que tenerlo en cuenta si es necesario someterla a tratamiento.

La medida de la turbidez se hace con la ayuda de un tubo transparente y graduado llamado turbidímetro, este se rellenará con el agua a analizar y miraremos a través de uno de sus extremos hasta poder distinguir con claridad un círculo dibujado en el fondo del tubo. La medida del nivel de agua que permita ver el círculo mencionado indicará las NTU (unidades turbidimétricas) de ese agua.

Si no disponemos de un turbidímetro, simplemente mirando a través del agua contenida en un recipiente transparente, obtendremos una información bastante fiable.

Utilización de un turbidímetro



Clorimetría:

Se emplea para medir la efectividad de la cloración del agua. La porción del cloro que medimos es el *cloro residual libre (CIRL)*, Los valores aceptables de CIRL van de 0.2 a 0.5 mg/l. y debemos esperar al menos 30 minutos tras añadir el cloro al agua para realizar la medición.

Tras añadir cloro a un agua, se produce la descomposición de este cloro en diferentes fracciones: cloro consumido, cloro residual combinado (CIRC) y cloro residual libre (CIRL). (Ver Esquema 1). La medición la haremos usando un comparador de cloro, en el cual pondremos agua a analizar junto con una tableta DPD1, tras 30 segundos compararemos el color de la disolución con la escala colorimétrica del comparador.

PH-metría:

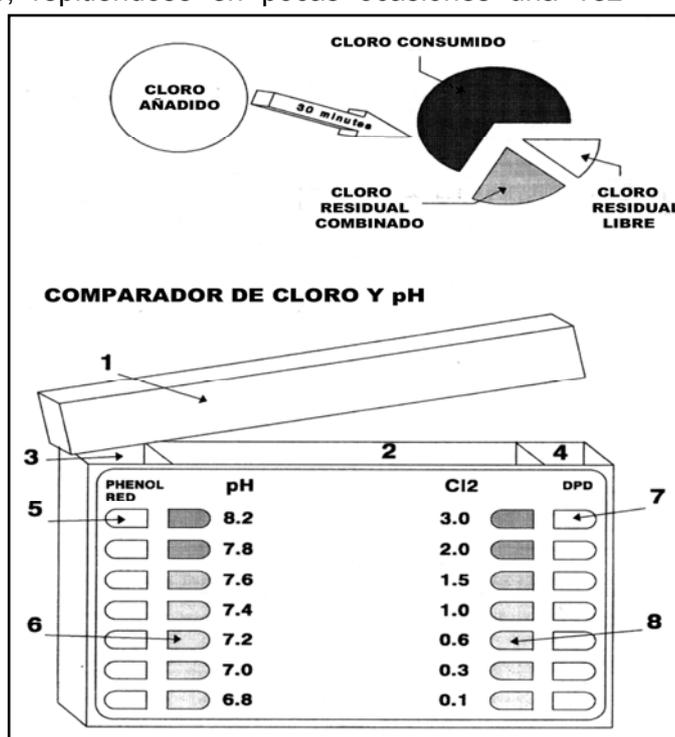
La medición del pH de un agua es importante para poder calcular la cantidad de cloro que debemos añadir en su tratamiento. Así pues, con aguas alcalinas ($pH > 7.6$) se requerirá una mayor dosis de cloro y el CIRL medido debe ser el doble (0.4-1.0 mg/l) que el de aguas con un pH neutro.

El pH de un agua es bastante estable a lo largo del tiempo con lo que este tipo de análisis sólo suele hacerse al principio del estudio, repitiéndose en pocas ocasiones una vez determinado su valor. Situaciones como presencia de aguas subterráneas en áreas volcánicas y agua de lluvia tras erupciones cercanas suelen presentar alteraciones importantes de pH, con lo que tendremos en cuenta estos hechos.

La pH-metría se realiza también con la ayuda de un medidor por comparación en una escala colorimétrica en el cual añadimos una tableta de fenol rojo al agua y tras esperar 30 segundos comparamos con la escala de referencia. Estos medidores suelen ser clorímetros y pH-metros.

Esquema 1: * Medición del CIRL y del pH.

1. Tapadera.
2. Compartimento central.
3. Compartimento pH (pastilla roja de fenol).
4. Compartimento CIRL (pastilla DPD 1).
5. Escala de lectura del pH.
6. Escala de referencia del pH.
7. Escala de lectura del CIRL.
8. Escala de referencia del CIRL.



Análisis bacteriológico:

Los microorganismos que mayor interés sanitario tienen son:

- Especies del género **Salmonella**, bacterias intestinales capaces de producir fiebre tifoidea y otras similares y de ocasionar intoxicaciones alimentarias.
- Especies del género **Shigella**, responsables de la disentería bacilar.
- **Escherichia coli** enteropatógena. Produce GEAs e infecciones urinarias.
- **Vibrio cholerae**, bacteria productora del cólera.
- **Leptospira icterohaemorrhagiae**, productora de ictericia hemorrágica.
- **Virus entéricos** responsables de la **polio** o la **hepatitis A**.

La determinación del **número de coliformes por 100 cc. de agua**, nos servirá como referencia para determinar si un agua es sanitariamente aceptable o no.

Para este análisis se utiliza un pequeño laboratorio portátil (kit Del agua -OXFAM- kit Milliflex –MILLIPORE-) que consta de placas de cultivo, filtros cuadrículados donde se siembran junto con un medio de cultivo las muestras obtenidas, recipientes esterilizables in situ con metanol, un sistema de filtración por vacío y una pequeña incubadora que funciona con batería recargable con electricidad a 125, 220 y 12 voltios.



Kit Delagua de Oxfam

Tras recoger la muestra de manera aséptica se incuba durante 18 horas a 44° C. y se cuenta el número de colonias crecidas en el filtro.

El análisis bacteriológico del agua durante una situación de catástrofe o de crisis humanitaria debe realizarse siempre previamente al tratamiento del agua a consumir y con posterioridad a este, además de establecer un protocolo de seguimiento y registro de la calidad del agua distribuida. (por ejemplo, análisis semanales y/o cuando haya indicios epidemiológicos de aumento de la incidencia de enfermedades transmisibles a través del agua).

Análisis químico:

Los análisis químicos del agua son por lo general costosos, lentos y poco accesibles en zonas poco desarrolladas. Por esto, la determinación de sustancias tóxicas en el agua de consumo no es una tarea fácil de realizar en emergencias.

Suele ser bastante útil recabar datos sobre las patologías relacionadas con tóxicos que se presentan de forma endémica en estas zonas, como por ejemplo saturnismo, fluorosis, intoxicaciones por arsénico, organofosforados, algunos tipos de bocio, etc. además de conocer la actividad agrícola, industrial o minera que se realice por áreas adyacentes.

Cuando se trate de un proyecto de desarrollo, donde la trascendencia de nuestra actuación en el tiempo será mayor, si es importante que tengamos un estudio químico del agua que vamos a captar, tratar y distribuir.

4. TRATAMIENTO DEL AGUA.

Las diferentes calidades de agua condicionarán el tratamiento al que deberemos someterla para hacerla apta para el consumo humano (agua mejorada o incluso potable).

La situación idónea es la de disponer de agua subterránea, no contaminada, correctamente protegida y captada mediante técnicas que aseguren su calidad pero la realidad suele parecerse poco a esta situación, siendo lo más frecuente tener que utilizar aguas superficiales (contaminadas por definición) o subterráneas con dudosa calidad y protección, lo que conlleva establecer un plan de tratamiento del agua de consumo.

4.a. Desbaste y tamizado.

Esta primera actuación sobre la calidad del agua es muy simple pero igualmente importante, consiste en eliminar todos aquellos materiales que en ella flotan o están suspendidos con un tamaño de 1 a 5 milímetros. Estos materiales, orgánicos en gran proporción, son susceptibles de putrefacción y contaminación posterior o serían demasiado grandes como para permitir realizar los siguientes tratamientos a los que someteremos el agua sin interferir en su proceso o saturar los sistemas físicos y químicos que empleemos.

Un sistema de rejillas o filtros será suficiente para que las aguas que contengan partículas grandes queden exentas de estos materiales.

Materiales inorgánicos como arena, que pueden deteriorar los sistemas de bombeo, pueden ser reducidos y casi eliminados mediante sedimentación con la disminución de la velocidad de circulación.

4.b. Clarificación.

Este tratamiento está orientado a proporcionar al agua las cualidades de turbidez, color, contenido en sustancias coloidales y materia orgánica que precisa para ser consumible.

Consta de diferentes fases, como coagulación-floculación, decantación y filtración. La **coagulación-floculación** acelera la precipitación de las partículas en suspensión que debido a su diámetro, inferior a 0,01 mm, tienen velocidades de sedimentación muy reducidas. (ver tabla)

Velocidad de sedimentación de distintas partículas presentes en el agua.

| <i>Tipo de partícula</i> | <i>Diámetro (mm)</i> | <i>Tiempo de sedimentación</i> |
|---------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| Arcillas..... | 0,01 | 2 horas |
| Bacterias..... | 0,001 | 8 días |
| Coloidales..... | 0,0001 | 2 años |
| Coloidales inferiores..... | 0,00001 | 20 años |

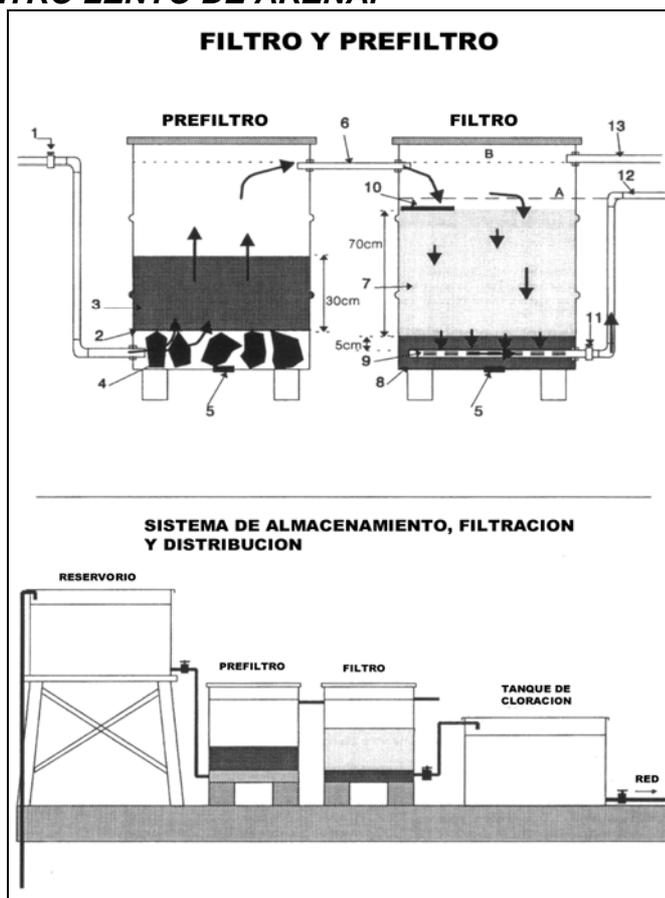
Las sustancias que se utilizan para provocar esta agregación de las partículas acelerando su decantación son sales trivalentes metálicas como el cloruro férrico, sulfato de aluminio, aluminato sódico, sulfato ferroso y férrico.

La **decantación** es un proceso en el cual se pone el agua en contacto con fangos de manera que se consigue una mejor absorción de materia en el flóculo y un mayor rendimiento de los reactivos utilizados.

El proceso de filtración tiene por objeto retener las partículas en suspensión, no floculadas o que lo han hecho sin alcanzar un tamaño suficiente para su sedimentación, en un medio poroso que deja pasar el agua clarificada, generalmente una masa filtrante (capa de arena con una granulometría de 0,2 a 0,5 mm). En ocasiones, cuando el número de partículas es muy elevado (> 30 NTU), se emplea un prefiltro con una capa de arena de 1 a 2 mm de diámetro.

El filtrado eliminará los huevos de helmintos, buena parte de las bacterias y algunos virus.

ESQUEMA DE FILTRO LENTO DE ARENA.



1. Válvula de entrada.
 2. Lámina perforada (agujeros de \varnothing 2mm cada 5 cm).
 3. Arena gruesa (\varnothing 1-2mm).
 4. Piedras.
 5. Tapón.
 6. Rebosadero hacia el filtro.
 7. Arena fina (\varnothing 0,2-0,5mm).
 8. Grava.
 9. Tubo perforado.
 10. Losa de piedra.
 11. Válvula de salida.
 12. Tubo hacia tanque de cloración.
 13. Rebosadero.
- A. Nivel mínimo en el filtro.
B. Nivel máximo en el filtro.

4.c. Desinfección.

Existen numerosos procesos mecánicos y físicos de desinfección. Pero por lo general se trata de técnicas con un ámbito de aplicación muy reducido por su bajo rendimiento o coste elevado.

Desde el punto de vista higiénico-sanitario, la desinfección suele considerarse como el paso más importante en el proceso de potabilización del agua, no en vano supone la eliminación de los microorganismos patógenos previniendo así la transmisión de enfermedades.

Un ejemplo sería el sistema de microfiltrado a nivel doméstico. Así es, se utilizan filtros de porcelana (poro muy pequeño) que son capaces de retener la gran mayoría de organismos patógenos. Aunque su rendimiento es bajo (2,5 l/h.), sí que son una buena solución a nivel del hogar ya que permiten por un bajo coste el asegurar la desinfección del agua sin recurrir a agentes químicos o físicos.



Otro proceso, en este caso físico, es el hervido durante 10 minutos, que tiene como principal ventaja que elimina amebas y huevos de parásitos pero tiene las grandes desventajas de la elevada necesidad de combustible (deforestación) y que no hay acción residual.

Para el abastecimiento de agua a poblaciones se emplean casi exclusivamente desinfectantes químicos siendo los hipocloritos los agentes químicos de elección en la mayoría de las ocasiones, incluidas las Emergencias.

Antes de comenzar a tratar un agua con hipoclorito, tendremos que averiguar cual es su **demanda de cloro**. Esto es, la diferencia entre la dosis aplicada y la concentración resultante de Cloro Residual Libre (CIRL) en muestras de la misma y tras un tiempo de reacción.

La razón estriba en que el cloro se consume no sólo en su acción germicida, sino también en la oxidación orgánica, de hierro y manganeso, sulfuro de hidrógeno y otros radicales reductores como sulfitos y nitritos. Su carácter fuertemente oxidante le hace útil como agente desinfectante, mejora las condiciones organolépticas, y es coadyuvante en la coagulación.

La reacción que produce el cloro añadido al agua es la siguiente:

1. Reacciona primero con los compuestos más fácilmente oxidables, sin que llegue a producirse una verdadera desinfección.
2. Continúa reaccionando y forma compuestos con el amoníaco y con compuestos orgánicos, Cloro Residual Combinado (CIRC), con poder desinfectante aunque más lento (más de 2 horas).
3. La fracción no utilizada para estas reacciones permanece como Cloro Residual Libre (CIRL) que es susceptible de seguir el proceso de desinfección que se puede producir a partir de este momento.

En la práctica, para calcular la demanda de cloro y clorar un agua seguiremos los siguientes pasos:

1. Preparar una solución de cloro al 1%.
2. Disponer de 3 ó 4 contenedores no metálicos de un volumen conocido (por ejemplo de 20l.).
3. Llenar los contenedores con parte del agua a tratar.
4. Añadir a cada contenedor dosis progresivamente mayores de la solución de cloro con una jeringa (1ml, 1.5ml, 2ml, 2.5ml)
5. Esperar 30 minutos.
6. Medir el CIRL en cada contenedor.
7. Elegir el contenedor que tenga un CIRL entre 0.2 y 0.5mg/l.
8. Extrapolar la dosis al 1% añadida a ese contenedor al volumen de agua a tratar.
9. Aplicar la cantidad de cloro resultante, mezclar bien y esperar 30 minutos antes de distribuir el agua tratada.

Factores que deberemos tener en cuenta a la hora de clorar aguas:

- Es un producto peligroso, corrosivo, que produce gases muy tóxicos y que por lo tanto deberemos manipular con cuidado y mantener fuera del alcance de niños.
- El sol y las elevadas temperaturas hacen que pierda progresivamente sus cualidades; si lo usamos en depósitos descubiertos tendremos que tener en cuenta su posible inactivación.
- Igualmente, pierde potencialidad desinfectante en contacto con metales, por lo que no debe conservarse en recipientes metálicos y puede disminuir su eficacia con tuberías de metal.
- Las partículas en suspensión no permiten reaccionar el cloro con toda la materia orgánica incluida en esas partículas, con lo que es imprescindible filtrar el agua antes de clorarla.
- Las tabletas de dicloro-isocianurato sódico (NaDCC) se utilizan para clorar jerricans de 20l. o para producir soluciones concentradas de cloro. Son completamente solubles, menos corrosivas y no se contemplan como material corrosivo para transporte aéreo según la IATA.
- Debemos conocer la demanda de cloro del agua a tratar así como su volumen.

Como alternativa realmente económica para zonas de escasos recursos existen sistemas para producción de cloro a partir de soluciones de ClNa en agua mediante el empleo de electrodos generadores para originar reacciones de electrolisis (Equipo Aquachlor). Este equipo puede llegar a producir 2.400 gr. de cloro a partir de 400 l. de agua y 12 kg. de sal; pudiendo funcionar tanto con generadores eléctricos a 110v. 240v. y placas solares a 6v.



5. SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA (En campos de refugiados o asentamientos de población).

En campos de refugiados o asentamientos de población se pueden instalar diferentes sistemas de distribución de agua, la elección de uno u otro dependerá de la infraestructura con que contemos, de la fuente de suministro, de la distribución del espacio y servicios (baños, letrinas, lavaderos,...) y del material que tengamos disponible.

Los tres sistemas más difundidos son los aislados o independientes, lineales y radiales.

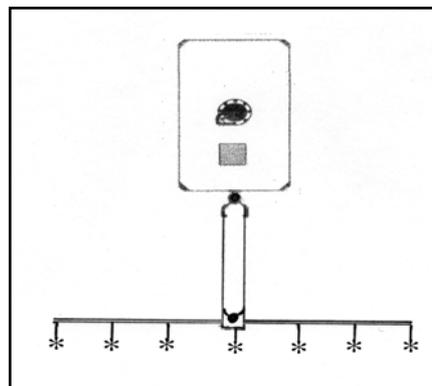
5.a. Sistemas de distribución aislados.

Son los que abastecen a la población mediante depósitos con rampas de grifos aislados, sin formar parte de una red, cada depósito es rellenado, clorado y analizado independientemente.

Este sistema se utiliza mucho en las primeras fases de una crisis mientras se organiza la instalación de una red, también es el más útil cuando se trata de núcleos de población aislados, con las infraestructuras muy dañadas o contaminadas.

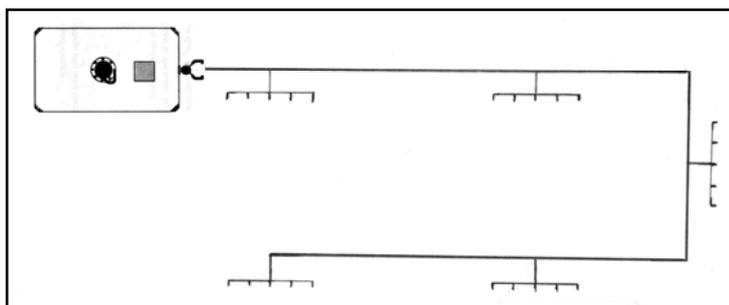
Su instalación es realmente rápida pero cuando el depósito no es rígido o se trata de un bladder único, la cloración sólo se puede hacer con garantías cada vez que se consuma por completo el reservorio y vaya a ser rellenado en su totalidad.

Si se trata de dos bladders en paralelo, los consumiremos alternativamente, no los dos a la vez.



5.b. Sistemas lineales.

El depósito o tanque sólo tiene una salida de la que parte toda la red de distribución, esta recorre de manera lineal el asentamiento y de ella parten las acometidas para las rampas de grifos, duchas, etc.

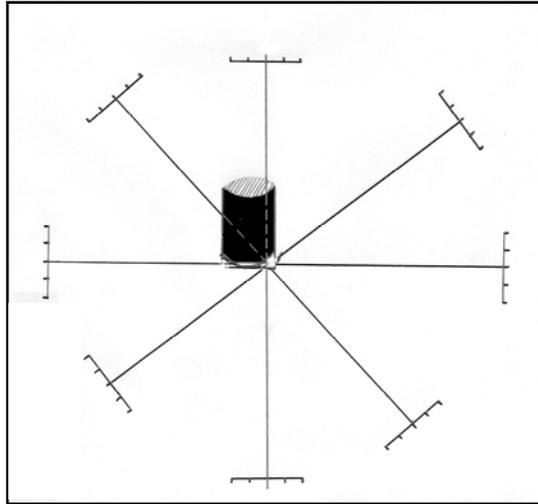


Tienen el inconveniente de tener caídas de presión en la zona distal del tanque. Se deben intercalar llaves de paso en cada acometida o ramal para no tener que clausurar toda la red en caso de avería. Si se contamina por filtraciones se afectará toda la red a partir del punto de filtración. No son fácilmente ampliables manteniendo las presiones y caudales.

5.c. Sistemas radiales.

Son los más susceptibles de ser ampliados. Mantienen las presiones en toda la red. Son fácilmente reparables sin suspender el servicio a todos los usuarios. Las posibles contaminaciones son más fácilmente localizables permitiendo un abastecimiento más seguro.

Se suelen desarrollar a partir de una buena fuente de abastecimiento (pozo o perforación)



A los tres sistemas descritos anteriormente también se les denomina Sistemas Arteriales. En estos, las líneas secundarias se derivan de las tuberías maestras y el número de ramales terminales suele ser muy elevado.

La dirección de la corriente es invariable y, a menudo, el agua se estanca durante bastante tiempo en los ramales terminales, lo que hace disminuir la calidad de la misma. En general, la rotura de una tubería presenta una notable perturbación de la distribución.

5.d. Sistemas reticulados.

Se deben emplear en proyectos de desarrollo, dejando los anteriores para solucionar situaciones puntuales de emergencia. Si se unen los extremos de los ramales de una red ramificada se crea un sistema reticulado. El agua puede alcanzar cualquier punto de la red por dos caminos como mínimo, obteniéndose una gran seguridad en el suministro. La rotura de una tubería sólo afecta, mediante el cierre de las válvulas oportunas, a una pequeña parte de la red. Además, la unión de ramales terminales mejora las condiciones de presión. Frecuentemente se dispone la conducción maestra formando un anillo en la zona edificada de manera que el suministro hacia dentro y fuera del anillo mantendrá buena presión y se adaptará a las variaciones en el consumo de agua.

Para un mantenimiento apropiado de la red de distribución es muy importante poder identificar en cualquier momento la posición de las tuberías, los calibres y accesorios, de aquí la necesidad de conservar los planos y registros relativos a su instalación y emplazamiento.

Por bien que se construyan las redes, todos los sistemas tienen fugas en un momento dado. Las fugas no deben sobrepasar ciertos límites, por lo que hay que adoptar medidas de control como la instalación de contadores y llaves de paso.

Como **medidas de protección**, en el emplazamiento de las tuberías hay que contemplar diversos aspectos:

- ✓ No deben estar en contacto directo ni en las proximidades de ninguna fuente de contaminación, como acequias que conducen aguas negras, letrinas, productos químicos, etc.
- ✓ No deben estar sumergidas en estanques superficiales y deben tenderse por encima de la red de alcantarillado y desagües.
- ✓ Se debe procurar que sean herméticas y que no tengan fugas.
- ✓ Mantener una presión suficiente en el sistema durante las 24 horas del día, evitando los cortes temporales en el suministro.
- ✓ La red debe estar proyectada de manera que haya una buena circulación del agua, con el menor número posible de ramales muertos.
- ✓ Eliminar las conexiones cruzadas con abastecimientos particulares.
- ✓ Los materiales de construcción deben ser adecuados.

La **contaminación** se produce en la mayoría de las ocasiones por un retrosifonaje debido a las pérdidas de presión en la red. Cortes en el suministro que hacen que la red deje de estar a presión (frecuente). Red en mal estado, que produce fugas y retrosifonaje (habitual). Cruces con la red de alcantarillado. Las aguas blandas corroen las tuberías liberando metales pesados (Cd y Pb).

Los cortes de suministro obligan al almacenamiento domiciliario. Los depósitos requieren un diseño y mantenimiento adecuado que no siempre se cumple. Las aguas limpias almacenadas son un lugar apropiado para la reproducción del mosquito transmisor del dengue.

6. REGISTROS Y SISTEMAS DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA

En emergencias, catástrofes naturales o crisis humanitarias, los sistemas de registro son de gran importancia para correlacionar morbilidad con agentes causales y actuar sobre estos. Estas acciones suponen avanzar en salud pública, prevención y promoción de la salud.

En toda comunidad, la práctica clínica y el diagnóstico de enfermedades transmisibles han de ir acompañados de una recogida de datos acerca de condiciones de vida, convivientes o puntos de suministro de agua utilizados y datos de su localización en el campo. Las actuaciones de estos responsables a su vez se dirigirán, por una parte, a comprobar los últimos datos analíticos del agua suministrada (clorimetrías y análisis bacteriológicos), realizar análisis nuevos, revisar las instalaciones del saneamiento y eliminación de excretas, y por otra a supervisar la preparación de alimentos, estado de los mismos, nivel de salud y hábitos higiénicos de los manipuladores. Con todo esto se reducen las posibilidades de que surjan y prosperen brotes epidémicos.

Los registros de los análisis de aguas realizados periódicamente deber ser una actividad incluida en un programa de vigilancia epidemiológica.

7. ASPECTOS NECESARIOS DE DIFERENTES ACTUACIONES EN PROYECTOS DE EMERGENCIA.

Todo programa de suministro de agua y saneamiento debe contemplar los siguientes aspectos:

- Evaluación de las necesidades.
- Identificación y análisis de la fuente de abastecimiento.
- Diseño de la captación, transporte, almacenamiento, tratamiento y suministro.
- Dotación a la población de jerricans familiares, kits de higiene personal e información acerca del suministro de agua.
- Diseño de campaña de educación sanitaria.
- Plan de evacuación de excretas.
- Establecimiento de estructuras para el baño y lavado.
- Control de aguas sobrantes.
- Plan de eliminación de residuos sólidos.
- Control de vectores y zoonosis.
- Monitorización, control y mantenimiento de los sistemas.
- Registro de datos, actividades y datos epidemiológicos.
- Plan de formación de personal local para la realización de estas actividades.

8. EMPLEO DE EQUIPOS AUTÓNOMOS PARA LA POTABILIZACION IN SITU EN SITUACIONES DE EMERGENCIA

En ocasiones es factible el empleo de equipos autónomos que realizan de forma integral el tratamiento del agua:

- **captación**
- **filtración**
- **decantación**
- **desinfección**

También incorporan en ocasiones generadores de corriente y sistemas de bombeo.

Estos equipos pueden tener desde una baja producción (2 m³/hora) hasta elevados volúmenes, (700 m³/hora) ya con instalaciones de mayor tamaño y complejidad. Gracias a las múltiples funciones que realizan de forma integrada sólo dependen de la existencia de una fuente de abastecimiento y de un dispositivo de almacenaje.

Pueden ser transportados incluso por una persona o por un vehículo ligero dado su escaso peso y volumen. Existen modelos adaptados la transporte aéreo (contenedor ISO).

La desventaja principal es que por su complejidad tecnológica, dependen de un mantenimiento especial y una vez sufren una avería provocan la suspensión en el suministro hasta su puesta en funcionamiento.

Las dos figuras muestran dos plantas de pequeña producción en soporte para ser remolcado y para ser ubicado sobre un vehículo tipo pick up. Algunos modelos están diseñados para su alojamiento optimizado en contenedores ISO para transporte aéreo

Una característica diferencial de **algunas de ellas** es que **pueden emplear como fuente de abastecimiento agua salinizada o procedente del mar**. Ello es posible gracias al empleo de técnicas más modernas como la ósmosis inversa.



Las plantas potabilizadoras pueden incorporar diversas técnicas para el tratamiento del agua como: Decantación lamelar, Microfiltración, Dosificación y Ósmosis inversa.

Otro factor a tener en cuenta es el elevado coste que tienen en comparación con sistemas más elementales de tratamiento, los cuales no requieren tecnología más que en los **sistemas de bombeo**, y los convierten en la elección de preferencia.

En resumen, las plantas potabilizadoras portátiles no son la mejor solución en la mayoría de los casos, donde soluciones más sencillas empleando la fuente de agua más adaptada permiten instalar con facilidad sistemas más versátiles, menos sensibles, más baratos y más adaptados al terreno. Para casos de emergencia se dispone de sistemas simplificados estandarizados para despliegue inmediato (tratamiento de agua cruda con el sistema 'Batch') adaptables a cualquier situación.

Un ejemplo de su mala utilización: en el terremoto de Irán se trataba el agua que salía de los sondeos profundos, ya con una calidad muy buena, con potabilizadoras, a un coste elevadísimo, cuando una simple cloración para proteger el agua de las futuras contaminación en el transporte y el almacenamiento en el hogar hubiera sido más que suficiente.

Consultas recomendadas:

www.wsscc.org/source ; www.worldwaterday.org ; www.hwc.ca/dataehd