

3. Abastecimiento de agua potable

IMPORTANCIA

El abastecimiento de agua en los centros de trabajo reviste gran importancia para la vida, la salud, la higiene de los trabajadores y los diferentes procesos industriales. El grado de pureza que requiere el agua depende del uso a que se destine, ya sea para consumo humano, uso doméstico, industrial, agrícola, recreativo o para la preservación de la flora y la fauna.

Aproximadamente 60% del peso de un hombre está constituido por agua, en forma de una solución de sales en la que también se encuentran disueltos materiales metabólicos y coloides específicos. El hombre lleva a cabo la ingestión de agua por vía bucal, aproximadamente la mitad o las dos terceras partes de ésta en forma de agua u otra bebida, y el resto con los alimentos.

La pérdida diaria de agua, del orden de 2 400 mililitros, tiene lugar por diferentes vías. A una temperatura de 20°C se pierden por la orina alrededor de 1 400 mililitros, 100 con el sudor, 200 con las heces y 700 por evaporación pulmonar o por difusión cutánea. En ambientes calurosos, la cantidad de agua que una persona pierde con el sudor puede llegar hasta 3 o 4 litros en una hora. La realización de esfuerzos físicos también aumenta la pérdida de agua, por incrementarse la frecuencia respiratoria y la temperatura corporal.

El organismo humano requiere de un consumo adecuado de agua para el control de su temperatura, para la digestión, absorción y distribución de los alimentos, para la eliminación de residuos, para regular los volúmenes líquidos del cuerpo y para conservar la vida, de tal forma que se mantenga un equilibrio entre el ingreso y la pérdida.

Las industrias, de acuerdo con su actividad, requieren igualmente de agua para la elaboración de productos. A manera de ejemplo, ver cuadro 3.1. , se indican algunos valores.

Cuadro 3.1

Requerimiento de agua para la fabricación de diversos productos

| Producto | Cantidad de agua en m ³ |
|---|------------------------------------|
| 1 kg de papel | 0.1 |
| 1 000 kg de cemento | 3.5 |
| 1 000 kg de caña | 2 a 7 |
| Curtiembre de: | |
| Piel de res (peso aproximado de 25 a 27 kg) | 0.8 a 1.4 |
| Piel para suela | 1.4 |
| Industria del hierro y acero: | |
| Tren desbastador | 316 720/mes |
| Laminación de perfiles | 308 990/mes |
| 1 barril de petróleo crudo refinado | 3 a 11 |
| 1 kg de ropa (lavandería) | 0.03 |
| 1 litro de cerveza | 0.008 a 0.04 |

CAUSAS DE LOS PROBLEMAS DE SALUD OCASIONADOS POR EL USO INADECUADO DEL AGUA EN LA INDUSTRIA

Empleo de agua que no reúne los requisitos de calidad, según su uso: especialmente aquélla destinada al consumo humano, que no cumple las normas reglamentarias.

Almacenamiento inadecuado.

Empleo de una red común de distribución de agua dedicada a diferentes usos.

Construcción de una red de distribución de agua, tanto para consumo humano como para otros fines industriales, lo cual permite conexiones cruzadas.

Falta de mantenimiento adecuado a la red de distribución de agua potable y posibles infiltraciones de aguas contaminadas del subsuelo, principalmente por presiones negativas en la red.

Localización inadecuada de las tuberías para aguas negras, respecto a la red de agua potable.

Sistema de alcantarillado por encima y próximo a la red de suministro de agua potable.

Defectos en las instalaciones sanitarias, con posibilidad de conexiones cruzadas y flujo inverso.

Tratamiento inadecuado del agua para consumo humano.

Uso de implementos no reglamentarios, en el suministro de agua para consumo humano.

Existencia de sectores o momentos de presión baja o negativa en el sistema de distribución del agua.

Incremento de presión en el sistema de desagüe.

Ausencia o inadecuado sistema de señalización de las redes y tomas de agua para diferentes usos —consumo humano, industrial y contra incendio.

Ausencia de un programa de vigilancia de la calidad del agua, que incluya toma de muestras para comprobar su potabilidad, y asimismo, de inspección del sistema de distribución, con el fin de detectar posibles conexiones, flujos inversos y fallas en las instalaciones.

CONTAMINANTES DEL AGUA Y RIESGOS PARA LA SALUD

El agua puede contaminarse por causas naturales o como consecuencia de la actividad humana, lo cual determina alteraciones físicas, químicas y biológicas, que la hacen inadecuada para su utilización (cuadro 3.2).

En lo referente a la industria, las sustancias contaminantes del agua, al igual que su origen específico, son muy diversos, debido a la introducción de nuevos elementos y a la variación de los procesos de producción (cuadro 3.3).

Cuadro 3.2**Alteraciones físicas, químicas y biológicas del agua**

| Tipo de alteración | Producida por |
|------------------------|--|
| Físicas | |
| Color amarillo o pardo | Materia orgánica diversa (humus, ácidos, taninos, hojas, turba, troncos). |
| Verde | Fitoplancton, clorofila. |
| Pardo o rojizo | Sales de hierro y manganeso, rocas silíceas. |
| Gris oscuro o negro | Desechos industriales. |
| Olor | Compuestos químicos (fenoles, cloro), materia orgánica en descomposición (liberación de ácido sulfhídrico, indol, escatol, putrescina, cadaverina); esencias liberadas en pequeñas cantidades por organismos vivos (algas, hongos); desechos industriales (alquitrán, fermentos); desinfectantes (cloro y sus compuestos). |
| Turbiedad | Partículas en suspensión (arcilla, limo, margas, sales de hierro, materia orgánica finamente dividida), cloruros, hierro, manganeso, cobre. |
| Radioactividad | Radiactividad natural, en especial radioisótopos de potasio. Actividades nucleares de origen industrial. |
| Formación de espumas | Detergentes sintéticos procedentes de las industrias y de las aguas domésticas. |
| Químicas | Compuestos químicos vertidos en las aguas, de origen orgánico e inorgánico. |
| Biológicas | Presencia de organismos patógenos. Bacterias, virus, protozoarios, moluscos, artrópodos, nemátodos, hongos, larvas. No existencia de O ₂ disuelto necesario para la vida. |

Cuadro 3.3**Elementos contaminantes del agua, de origen natural, doméstico, Industrial y agrícola**

| Origen | Contaminante |
|------------|--|
| Natural | Calcio Magnesio Sodio Bicarbonato Sulfato Cloruro Materia orgánica Productos del metabolismo de algas y hongos |
| Doméstico | Aminoácidos Acidos grasos Jabones Esteres Detergentes Hidrocarburos Materia orgánica: excretas fecales y urinarias del hombre y animales |
| Industrial | Alquitranes Resinas Lignina Detergentes Fosfatos Cromo hexavalente Cianuros Hidrocarburos Colorantes Cadmio Arsénico Selenio Cobre Plomo Zinc Materia orgánica: Excretas fecales y urinarias del hombre y animales Elementos radiactivos |
| Agrícola | Abonos Plaguicidas Detergentes Cobre Arsénico Materias orgánicas |

Fuente: Tratamiento de aguas para abastecimiento público de Aguas. C. Gomella, 1977.

Enfermedades adquiridas por ingestión de agua contaminada

| Agente | Enfermedad | Origen de la contaminación | Factores contribuyentes |
|--|-----------------|--|---|
| Cadmio | Intoxicación | Juntas soldadas | Empleo de soldadura que contiene cadmio. Almacenamiento de bebidas muy ácidas en recipientes que contienen cadmio, agua de pH bajo, conexiones cruzadas en industrias de galvanizado. |
| Cobre | Intoxicación | Tuberías y distribuidores de cobre | Dispositivos para evitar el reflujo defectuoso. Almacenamiento de bebidas ácidas en recipientes o tuberías de cobre, agua pH bajo. |
| Fluoruro de Sodio | Intoxicación | Adición excesiva de fluoruro de sodio para la higiene dental. Agua con alto contenido de fluoruro natural | Funcionamiento inadecuado de la bomba de alimentación. Excesivo contenido de flúor en el abastecimiento de agua. |
| Arsénico | Intoxicación | Plaguicidas | Desecho. Flujo inverso. |
| <i>Campylobacter fetus</i> | Gastroenteritis | Heces humanas y animales | Empleo de agua contaminada. Eliminación no apropiada de desechos animales. |
| Cepas invasivas de <i>Escherichia coli</i> | Gastroenteritis | Heces humanas, aguas residuales domésticas | Eliminación no apropiada de aguas residuales. Obstrucción de cloacas. Uso de agua contaminada. Saneamiento ambiental deficiente. |

(Continúa)

(Continuación)

| Agente | Enfermedad | Origen de la contaminación | Factores contribuyentes |
|------------------------------|---|---|---|
| Varios agentes | Gastroenteritis vírica | Heces humanas | Eliminación no apropiada de aguas residuales. Empleo de agua contaminada. |
| <i>E. coli</i> | Gastroenteritis enterotoxígenas de <i>E. coli</i> | Heces humanas | Eliminación no apropiada de aguas residuales. Empleo de agua contaminada. Obstrucción de cloacas. Saneamiento ambiental deficiente. |
| <i>Salmonella</i> | Salmonelosis | Heces humanas y animales Aguas residuales, domésticas, de granjas. Desechos de instalaciones de aves de corral y de elaboración de carnes | Eliminación no apropiada de aguas residuales. Accesos de animales a pozos y corrientes de agua. Uso de agua contaminada. |
| <i>Entamoeba histolytica</i> | Amibiasis | Heces humanas. Aguas residuales domésticas | Eliminación no apropiada de aguas residuales. Uso de abastecimiento de agua contaminada. Conexión cruzada. Flujo inverso. Conductores de líquido cloacal en las mismas fosas. Saneamiento ambiental deficiente. |
| <i>Giardia lamblia</i> | Giardiasis | Heces humanas. Aguas residuales domésticas | Eliminación no apropiada de aguas residuales. Uso de abastecimiento de agua contaminada. Saneamiento ambiental deficiente. |

(Continúa)

(Continuación)

| Agente | Enfermedad | Origen de la contaminación | Factores contribuyentes |
|---|--------------------|---|--|
| Plomo | Intoxicación | Tuberías y recipientes de almacenamiento de plomo | Soldaduras de plomo, almacenamiento de agua o bebidas (pH bajo) muy ácidas en vasijas o depósitos que contienen plomo. |
| Virus hepático | Hepatitis | Heces y orina humanas. Aguas residuales domésticas | Eliminación no apropiada de aguas residuales. Uso de abastecimiento de agua contaminada. |
| <i>Salmonella</i> | Fiebre tifoidea | Heces y orina humanas | Eliminación no apropiada de aguas residuales. Flujo inverso. Conexiones cruzadas. Uso de abastecimiento de agua contaminada. Cloración deficiente. |
| Nitratos | Metahemoglobinemia | Fertilizantes. Aguas residuales domésticas. Heces de animales | Pozos poco profundos y sin protección. Empleo de fertilizantes. |
| Plaguicidas organofosforados y organoclorados | Intoxicación | Aplicación de plaguicidas. Alimentos contaminados | Flujo inverso de compuestos plaguicidas desde la manguera de aplicación. Infiltración después de rociar el suelo. Almacenamiento de plaguicidas en el mismo lugar que los alimentos. |

Las consecuencias de la contaminación del agua son:

- Propagación de enfermedades transmisibles.
- Acción tóxica y carcinógena.
- Reducción de su uso para fines humano, recreativo, industrial y agropecuario.
- Incidencia sobre la producción de alimentos.

Los efectos en la salud de las personas, por agua contaminada, se presentan:

- Por consumo directo.
- Por contacto directo.
- Indirectamente, a través de insectos vectores.
- Indirectamente, por ingestión de alimentos contaminados por el agua.

En sus diferentes ambientes laborales, los trabajadores pueden estar sometidos a una o varias de estas condiciones.

El cuadro 3.4 indica las enfermedades más importantes que se adquieren por beber agua contaminada.

AGUA PARA CONSUMO HUMANO

El agua para consumo humano debe ser potable, es decir, libre de contaminaciones físicas, químicas, tóxicas, radiactivas y de gérmenes patógenos, mismas que pueden producir efectos adversos en la salud de las personas. Además, debe ser agradable a los sentidos.

Todo sitio de trabajo debe contar con abastecimiento de agua potable, fresca y en cantidad suficiente para las necesidades de bebida, higiene personal, limpieza de pisos, lavado y cocción de alimentos, así como utensilios y locales donde se preparen. Cabe advertir además que, por su actividad, algunos procesos industriales requieren de agua potable, como es el caso de las empresas dedicadas a la elaboración de productos alimenticios, hielo, bebidas y helados (cuadros 3.5 y 3.6)

Cuando el sistema público de abastecimiento no se encuentra en condiciones de prestar un servicio adecuado, en cantidad o calidad, el establecimiento industrial debe utilizar un sistema particular de abastecimiento, que cumpla con las normas de tratamiento y calidad reglamentarias. Sólo para fines exclusivamente industriales y cuando la actividad fundamental no exija agua potable, se puede emplear agua que no lo sea, pero su abastecimiento debe funcionar separadamente y sin conexión alguna con el sistema potable.

Normas de calidad de agua

Las normas internacionales sobre agua potable hacen referencia a los niveles máximos permitidos por lo que ve a contaminantes biológicos, radiactivos y químicos, así como en cuanto a las características físicas de aceptabilidad del agua, de forma que sea adecuada para el consumo humano, el aseo personal y ciertas actividades de producción.

En el cuadro 3.7 se mencionan los valores pauta de calidad del agua potable, recomendados por la Organización Mundial de la Salud y presentados en el Congreso de Asociaciones Internacionales de Abastecimiento de Agua, realizado en Zurich, Suiza, en septiembre de 1982.

Cuadro 3.5

Necesidades de agua para restaurante

| Area de los locales en m ² | Cantidad diaria en m ³ |
|--|---|
| Hasta 40 | 2 |
| 41 a 100 | 0.05 m ³ /m ² |
| más de 100 | 0.04 m ³ /m ² |
| Oficinas. | 0.006 m ³ /m ² de área útil del local |
| Comercios secos, carnicerías, pescaderías y sitios de abasto | 0.002 m ³ /m ² de área del local, con un mínimo de 0.4 m ³ /m ² |

Cuadro 3.6

Necesidades de agua para planta de producción de leche

| | |
|---|---|
| Estación de recibo y enfriamiento | 1.5 m ³ por cada metro cúbico de leche recibido por día |
| Plantas de pasteurización | 1.5 m ³ por cada metro cúbico de leche a pasteurizar por día |
| Fábricas de mantequilla, queso leche en polvo | 1.5 m ³ por cada metro cúbico de leche a procesar por día |

Cuadro 3.7

Valores de calidad del agua potable

| | |
|--|---|
| I. CALIDAD BACTERIOLOGICA | |
| <i>Suministro por cañerías</i> | Número de 100 ml |
| i) Agua tratada que penetra en la red de distribución | Coliformes fecales 0 Microorganismos coliformes 0 |
| ii) Agua no tratada que penetra en la red de distribución | Coliformes fecales 0; 3 microorganismos coliformes en cualquier muestra única, 0 en cualquiera de dos muestras consecutivas, 0 en 98% de las muestras anuales |
| iii) Agua en la red de distribución | Coliformes fecales 0; 3 microorganismos coliformes en cualquier muestra única, 0 en cualquiera de dos muestras consecutivas, 0 en 95% de las muestras anuales |
| <i>Suministro sin cañerías</i> | Coliformes fecales 0 Microorganismos coliformes 10 |
| <i>Agua potable embotellada</i> | Coliformes fecales 0 Microorganismos coliformes 0 |
| <i>Suministros de agua potable de urgencia</i> | Coliformes fecales 0 Microorganismos coliformes 0 |
| II. CONSTITUYENTES INORGANICOS DE SIGNIFICADO PARA LA SALUD | |
| | mg/l |
| Arsénico | 0.05 |
| Cadmio | 0.005 |
| Cromo | 0.05 |
| Cianuro | 0.1 |
| Flúor | 1.5 |
| Plomo | 0.05 |
| Mercurio | 0.001 |
| Nitrato (N) | 10 |
| Selenio | 0.01 |

(Continúa)

(Continuación)

III. CONSTITUYENTES ORGANICOS DE SIGNIFICADO PARA LA SALUD

| | $\mu\text{g/l}$ |
|---|---|
| <i>Benceno</i> | 10 |
| <i>Alcanos y Alquenos clorados</i> | |
| Tetracloruro de carbono | 3(P*) |
| 1,2-Dicloroetano | 10 |
| 1,1-Dicloroetileno | 0.3 |
| Tetracloroetileno | 10(P*) |
| Tricloroetileno | 30(P*) |
| <i>Clorofenoles</i> | |
| Pentaclorofenol | 10 |
| 2, 4, 6-Triclorofenol | 10 (umbral oloroso, concentración: 0.1 $\mu\text{g/l}$) |
| <i>Hidrocarburos aromáticos polinucleares</i> | |
| Benzo(a) Piereno | 0.01 |
| <i>Trihalometanos</i> | |
| <i>Fluoroformo</i> | 30 |
| <i>Plaguicidas</i> | |
| Aldrin/dieldrin | 0.03 |
| Clordano | 0.3 |
| 2, 4 D | 100 |
| DDT | 1 |
| Heptacloro y epóxido de heptacloro | 0.1 |
| Hexaclorobenceno | 0.01 |
| Lindano | 3 |
| Metoxicloro | 30 |
| IV. MATERIALES RADIOACTIVOS | |
| Actividad alfa global | 0.1 Bq/l |
| Actividad beta global | 1 Bq/l |

(Continúa)

V. CALIDAD ESTETICA

| | mg/l |
|----------------------------------|--|
| Aluminio | 0.2 |
| Cloruros | 250 |
| Cobre | 1.0 |
| Dureza (como CaCO ₃) | 500 |
| Hierro | 0.3 |
| Manganeso | 0.1 |
| Sodio | 200 |
| Sulfatos | 400 |
| Sólidos totales disueltos | 1000 |
| Cinc | 5.0 |
| Color | 15 unidades de verdadero color (TCU) |
| Sabor y olor | Que no molesten a la mayoría de los consumidores |
| Turbiedad | 5 Unidades de turbiedad nefelométrica. De preferencia < 1 para una desinfección eficaz |
| pH | 6.5-8.5 |

*p = Valor - pauta provisional.

Fuente. Pautas de la OMS sobre la calidad del agua potable. EFP/82.35

CONTROL DE LA CALIDAD DEL AGUA POTABLE

Gran parte del sistema de distribución de agua se encuentra bajo tierra, por lo que son importantes el análisis del agua y la disposición de resultados que indiquen el grado de cumplimiento de las normas establecidas.

La calidad del agua se controla mediante un programa de muestreo, que determina si el agua suministrada es adecuada para el consumo humano. Es necesario tener presente que las concentraciones de impurezas experimentan variaciones continuas y que el resultado de una sola muestra sólo indica las condiciones existentes en el momento de la toma de la misma.

Requisitos del muestreo de agua

— Tomar varias muestras en puntos diferentes, de manera que éstas sean representativas del sistema de donde provienen y guarden relación con el número de trabajadores a quienes debe abastecerse de agua.

- Seguir procedimientos correctos para la recolección de las muestras, congruentes con el tipo de análisis que se va a realizar.
- Tomar muestras con la frecuencia suficiente.
- Exigir que las muestras sean tomadas por personas diestras, afin de disminuir al mínimo las causas de error.
- Adoptar procedimientos adecuados para el almacenamiento, conservación y transporte de las muestras recogidas.
- Vigilar que los análisis sean realizados por entidades competentes, que cumplan las normas vigentes; o por el laboratorio de la empresa, previa capacitación.

Muestreo para análisis bacteriológico

El agua de consumo debe ser objeto de análisis bacteriológicos completos, realizados con determinadas frecuencias y regularidad (cuadro 3.8). Para seleccionar la frecuencia con que conviene tomar las muestras, deben considerarse las siguientes circunstancias: a) calidad del agua en la fuente de abastecimiento; b) tratamiento que recibe; c) riesgos de contaminación; d) magnitud de la población servida; e) volumen de agua suministrada, y f) sistema de suministro.

Cuadro 3.8

Frecuencia mínima de muestreo bacteriológico y número de muestras

| Población servida | Número mínimo de muestras |
|-------------------|---|
| Menos de 5000 | 1 muestra por mes |
| 5000 a 100 000 | 1 muestra por cada 5 000 personas por mes |

La población servida está compuesta por:

- Los empleados y operarios que consumen y utilizan el agua.
- En caso de que la empresa disponga de un sistema propio para el tratamiento del agua, o la distribuya a otros lugares de trabajo, el número de personas que laboran en estos sitios adicionales.

- Las personas que viven en alojamientos suministrados por la empresa, si se abastecen de la misma red o servicio.

Las muestras de agua deben ser representativas de sus condiciones microbiológicas, para lo cual habrá de tenerse presentes: a) las variaciones en el caudal del agua, por la demanda y configuración de la red, y b) la distribución de los microorganismos en la red íntegra (no al azar).

Desde el punto de vista sanitario, lo importante es la calidad del agua que llega al consumidor y, por lo tanto, debe tomarse un número determinado de muestras en ciertos puntos fijos como grifos, bebederos, botellones, tanques de almacenamiento, carros tanque, sitios donde muestreos previos hayan revelado problemas y exista la posibilidad de contaminación por conexiones cruzadas, contraflujos, infiltraciones con posterioridad a la interrupción del suministro, por trabajos de reparación en la red particular o en la estación de bombeo.

Se sugiere una periodicidad de muestreo mensual, independientemente de que el sistema de abastecimiento de agua sea o no por red pública.

La calidad del agua embotellada depende de la de su fuente, así como de las condiciones sanitarias asociadas con su envase y manejo. La contaminación durante el envase o el almacenamiento, es el resultado de condiciones higiénicas deficientes en la planta y, asimismo, del uso de recipientes faltos de limpieza. El agua embotellada debe cumplir con los mismos requerimientos bacteriológicos exigidos para el agua de consumo, es decir, analizarse cada mes, incluidos el muestreo de la fuente y el del producto embotellado.

En caso de que el suministro de agua a la industria sea por el sistema de carros tanque, el análisis bacteriológico se realizará cada mes, como mínimo, siempre y cuando aquella provenga de una misma fuente.

Cambiar empresa transportadora o fuente de abastecimiento, implica evaluar las nuevas condiciones bacteriológicas del agua. En este caso, las muestras deben recogerse en la fuente de abastecimiento, en el momento de entrega a la industria, en los tanques de almacenamiento y en los diferentes sitios de donde se toma el agua dentro del establecimiento.

Muestreo para análisis físico

Las características del agua deberán controlarse cuando menos una vez por semana, mediante la toma de muestras en diferentes lugares del sistema de distribución.

Muestreo para análisis químico

Las características químicas deberán determinarse por lo menos dos veces al año, según las normas establecidas por las agencias internacionales y las autoridades sanitarias del país.

En el caso de industria abastecidas con agua procedente de un sistema o red públicas y admitida su idoneidad así como el cumplimiento, por las empresas, de las normas establecidas; podría dispensárseles del control sobre la calidad del agua, el cual es realizado por una entidad pública; pero esto sólo desde la planta de tratamiento del agua hasta el punto exterior de entrega a la industria.

Sistemas de abastecimiento de agua

El abastecimiento de agua en los centros de trabajo puede provenir de:

- Red pública. Se refiere al suministro de agua potable proporcionado por un servicio público, mediante sus redes de distribución. En este caso, el control de calidad que efectúa la autoridad sanitaria asegura agua potable hasta el punto de entrada del sistema del predio; pero en el interior del establecimiento industrial puede ocurrir contaminación, si las instalaciones no han sido diseñadas y construidas adecuadamente.
- Sistema privado o individual. Este toma el agua de diversas fuentes superficiales o subterráneas, incluidos cursos de agua corriente, lagos o lagunas naturales, embalses artificiales, manantiales y pozos.
- Acarreo. Comprende el suministro de agua potable por medio de carros tanque, toneles y botellones.

Las empresas ubicadas dentro del área servida por un sistema o red para suministro público de agua, tienen la obligación de conectarse con éste. Cuando tal sistema no exista o no se encuentre en condiciones de prestar un servicio adecuado, ya sea en calidad o en cantidad, o si el establecimiento está situado en zonas aisladas, se podrá hacer uso de un sistema privado de abastecimiento.

En este caso deberá cumplirse con los requisitos sanitarios en lo que se refiere a la fuente, al tratamiento de potabilización y a la calidad del agua suministrada.

Para elegir una fuente de abastecimiento de agua, es necesario considerar:

- La capacidad de suministro, con relación a las necesidades diarias del líquido.

- El tipo de tratamiento que requiere el agua de la fuente, para cumplir con las normas de calidad.
- La posibilidad de futuras contaminaciones.
- Los costos de producción y distribución.

Tratamiento de agua para consumo

El objetivo del tratamiento del agua es mejorar su calidad en los siguientes aspectos:

- Higiénico. Eliminar o reducir las bacterias, los protozoarios y otros organismos, la mineralización excesiva, las sustancias venenosas y diversas materias orgánicas.
- Estético. Reducir la concentración de color, olor, turbiedad y sabor.
- Económico. Reducir la corrosión y las incrustaciones por dureza.

Es frecuente el caso de industrias abastecidas por una red pública, que deben tratar el agua para reducir su dureza o acondicionarla para su empleo en bebidas y ciertos alimentos.

Cuando la empresa se abastece de una fuente privada, diferente a la red pública, son de vital importancia la clase y el grado de tratamiento, los que a su vez dependen de la utilización y las características del agua.

En primer lugar, es necesario practicar una serie de análisis físico-químicos y bacteriológicos, cuyos resultados indicarán las características que deben modificarse o eliminarse, a fin de satisfacer las normas de calidad del agua para consumo humano establecidas por la autoridad sanitaria.

Comúnmente, una planta de tratamiento de agua para consumo humano, de filtros rápidos, puede comprender los procesos de aireación, coagulación, sedimentación, filtración, desinfección, fluoruración y corrección del pH. Previamente se requiere proceder a la selección de la fuente de abastecimiento de agua (cursos superficiales, embalses, lagos, aguas subterráneas), a la captación de la misma, a la eliminación de los materiales finos que arrastra, por medio de desarenadores, y a su aclaramiento mediante predecantadores, si es turbia.

Distribución del agua

La distribución del agua se efectúa mediante un sistema compuesto por la red, los tanques de almacenamiento y las tuberías de conducción. La primera

está constituida por tuberías principales a troncales y tuberías secundarias, a través de las cuales el agua se conduce a presión hasta los puntos de toma. La red puede ser única o doble; esta última comprende la destinada a distribuir el agua potable, así como otra para el agua no potable, y presenta las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas

- Menores diámetros para las tuberías de agua potable.
- Inferior costo de construcción y operación de las plantas para tratamiento de aguas residuales.

Reducción de los costos de producción, por la recuperación de materiales y elementos que pueden utilizarse nuevamente en el proceso.

- Disminución del volumen de agua de desecho que debe tratarse antes de su disposición final.

Desventajas

- Posibilidad de contaminación del agua potable con agua no potable.
- Posibilidad de interconexiones peligrosas de las dos redes.
- Sólo puede utilizarse en situaciones muy especiales, en cuyo caso deben tomarse estrictas medidas para evitar contaminaciones, mediante dispositivos que garanticen el control continuo y la separación evidente de las dos redes.

Tuberías y accesorios de la red de distribución

La red de distribución está constituida por tuberías, conexiones y accesorios.

La selección de los materiales para la tubería debe basarse en el resultado de las siguientes observaciones:

- Capacidad inicial del tubo para conducción de agua y la reducción de esta capacidad con el tiempo.
- Requerimientos de mantenimiento y reparación.
- Resistencia del tubo a las presiones interna y externa que debe soportar.
- Seguridad, economía y disponibilidad de las medidas en que se fabrica.

— Durabilidad, en términos de resistencia a la corrosión, erosión, desintegración, putrefacción y agrietamiento.

— Contaminación que puede ocasionar en el agua.

El apartado Tratamiento de agua para consumo humano señala las características principales de diferentes materiales para construcción de tuberías.

Desinfección de tuberías de la red de distribución en las industrias.

Tal desinfección tiene por objeto eliminar la contaminación bacteriológica del agua para consumo humano, se transporta mediante un sistema de distribución.

Antes de la desinfección de las tuberías, cada tramo debe limpiarse con agua a presión, a una velocidad de 0.75 a 0.90 m/s. Esta limpieza puede efectuarse abriendo algún hidrante instalado en el extremo opuesto de la tubería, o mediante la instalación de injertos, de tal manera que el agua adquiriera la velocidad requerida. Para obtener una velocidad de 0.75 m/s se requiere de los caudales que se indican en el cuadro 3.9.

Cuadro 3.9

Valores de caudales de agua para una velocidad de 0.75 m/s, según el diámetro de la tubería

| Diámetro de la tubería m.m. | Caudal de agua m ³ /s |
|--------------------------------|-------------------------------------|
| 100 | 0.006 |
| 150 | 0.013 |
| 200 | 0.024 |
| 250 | 0.037 |
| 300 | 0.053 |
| 350 | 0.072 |
| 400 | 0.094 |
| 450 | 0.120 |
| 500 | 0.150 |
| 600 | 0.212 |

Fuente: *Higiene del medio*. Tomo I. Instituto Cubana del Libro