

UNIDAD 8

8- AGUA DE CONSUMO HUMANO. IMPORTANCIA DE SU CALIDAD. LEGISLACIÓN.

El agua es fundamental para la vida y para el desarrollo de multitud de actividades cotidianas. Los principales usos del agua, regulados y priorizados en la legislación, son:

Abastecimiento: Es el agua utilizada en los hogares, empresas, etc. Agua, que al mismo tiempo debe cumplir unas condiciones mínimas de salubridad y potabilidad.

Usos agrícolas: Las plantas y productos agrícolas, como todos los seres vivos, necesitan del agua para su crecimiento, desarrollo y producción. El regadío es el principal uso que se hace del agua en nuestra Comunidad y en la mayor parte del mundo.

Usos industriales y energéticos: Se centra en el empleo del agua para la producción industrial. También incluye, en el apartado energético, el uso para la generación de energía en las centrales hidroeléctricas.

Usos recreativos: El agua también se usa para actividades recreativas y de diversión, como son las piscinas. Un uso responsable aconseja no derrochar agua para este tipo de actividades.

Usos ambientales: Un aspecto fundamental del agua es su papel medio ambiental, siendo uno de los factores principales para la sostenibilidad de los sistemas. Nuestro medio ambiente depende del agua, de su cantidad y calidad. Como ejemplo de este importante uso del agua y su consideración en la planificación hidrológica, pueden citarse los caudales ecológicos, necesarios para el mantenimiento de la vida característica del río.

El agua es un recurso natural escaso, indispensable para la vida y para el ejercicio de la mayoría de las actividades económicas.

Desde el punto de vista sanitario hay que tener en cuenta tres aspectos:

- la **calidad** del agua de consumo debe ser apropiada y no entrañar ningún riesgo para la salud.
- la **cantidad** de agua para las necesidades higiénicas y para consumo debe ser suficiente.
- la **accesibilidad** del agua de consumo a la población debe ser fácil

A medida que se incrementan las necesidades de agua y con ello la búsqueda de nuevos recursos, aparecen problemas de contaminación que pueden mermar la calidad de las aguas de consumo. Esta contaminación produce cambios en la composición física, química o biológica del agua.

Hasta hace unos años los riesgos más conocidos derivados del agua de consumo eran las enfermedades infecciosas de transmisión hídrica, pero con los avances científicos se han detectado otros riesgos, sobre todo de tipo químico. Y las fuentes de contaminación no sólo se encuentran en el agua en origen y en las captaciones sino también a lo largo de toda la zona de abastecimiento

La consideración legal sobre la potabilidad de un agua se basa en fijar una serie de compuestos o sustancias y asociarlas con unos contenidos aceptables. Así, con la publicación de la Directiva 98/83/CE, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano, se exige la incorporación de la misma a nuestro ordenamiento jurídico, con la elaboración de un nuevo texto en el que se recojan nuevas especificaciones de carácter científico y técnico que posibiliten un marco legal más acorde, tanto con las necesidades actuales, como con los avances y progresos en los últimos años en lo que a las aguas de consumo humano se refiere. La transposición de la Directiva es el Real Decreto

140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Dada la vital importancia del agua de consumo humano para la salud pública, se hace necesario **establecer** a escala nacional los criterios de calidad de las aguas de consumo humano. Dichos criterios son los que deben cumplir las aguas de consumo humano y las instalaciones que permiten su suministro desde la captación hasta el grifo del consumidor y el control de las mismas, **garantizando** su salubridad, calidad y limpieza con el fin de **proteger** la salud de las personas de los efectos adversos derivados de cualquier tipo de contaminación de éstas. Y se aplicarán a todas las aguas que se utilicen en la industria alimentaria o se suministren a través de redes de distribución públicas o privadas, depósitos o cisternas.

El agua al entrar en contacto con el suelo modifica su calidad, tomando las características del entorno, según sea su geología y topografía, las condiciones climáticas y la extensión y naturaleza de las actividades realizadas por el hombre.

Se considera que un agua es potable cuando, reuniendo unas características organolépticas (incolora, transparente, inodora, relativamente insípida) contiene una adecuada proporción de elementos y sales minerales y no contiene sustancias que puedan causar perjuicio a la fisiología normal del organismo humano, por tanto el agua destinada al consumo humano deberá ser salubre y limpia y cumplirá los requisitos especificados en las partes A y B del Anexo I del RD 140/2003, esto únicamente se consigue en sistemas de abastecimiento con infraestructuras que eviten la contaminación y preserven la calidad del agua y cuenten además con una vigilancia continua que permita detectar alteraciones en la calidad del agua distribuida.

8.1. EL CONCEPTO DE CALIDAD DEL AGUA

Para definir la calidad del agua, resulta imprescindible anteponer un uso predominante. Será este uso el que determine los parámetros más importantes a considerar ya que, en función de los mismos, se podrá clasificar un agua en términos de calidad. Así, no es lo mismo si el agua a considerar va destinada a riego, baño o su fin es el del consumo humano.

Según el Libro Blanco del Agua en España, la calidad de las aguas es una variable descriptora fundamental del medio hídrico, tanto desde el punto de vista de su caracterización ambiental, como desde la perspectiva de la planificación y gestión hidrológica, ya que delimita la aptitud del agua para mantener los ecosistemas y atender las diferentes demandas. En esta definición del concepto de calidad se incide directamente en una variable ecológica (mantenimiento de ecosistemas). Ciertamente la inclusión de variables ecológicas en el concepto de calidad, además de todas las consideraciones de uso mencionadas anteriormente, han de ser tenidas en cuenta en cualquier reglamentación sobre este recurso en cualquier país de la Unión Europea.

8.2. LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

El concepto de calidad de agua de consumo ha experimentado una notable evolución en España, a medida que se han ido sucediendo las distintas reglamentaciones que definían y caracterizaban dicho concepto. El devenir de las normas legales que trataban sobre la calidad del agua de consumo queda bien resumido en el preámbulo del RD 140/2003 de 7 de febrero, que es el que actualmente está en vigor.

Dada la importancia de este tema para la salud humana, se hacía necesario el establecimiento a escala nacional de criterios de calidad del agua de consumo humano.

Estos criterios se habrían de aplicar a todas aquellas aguas que, independientemente de su origen y del tratamiento de potabilización que reciban, se utilicen en la industria alimentaria o se suministren a través de redes de distribución públicas o privadas, depósitos o cisternas.

De esta manera, en el Real Decreto 140/2003 se fijan parámetros y valores paramétricos a cumplir en el punto donde se pone el agua de consumo humano a disposición del consumidor. Estos valores se basan principalmente en las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y en motivos de salud pública aplicándose, en algunos casos, el principio de precaución para asegurar un alto nivel de protección de la salud de la población.

Asimismo, se definen los programas de control de calidad del agua de consumo humano, que deberán adaptarse a las necesidades de cada abastecimiento y cumplir los criterios de calidad previstos en esta disposición.

Por otro lado, las sustancias utilizadas en el tratamiento de potabilización del agua y productos de construcción instalados en el abastecimiento y en las instalaciones interiores pueden afectar a la calidad y salubridad de la misma, por ello, y sin perjuicio de lo previsto en esta norma, se regulan por normativa específica.

Ante incumplimientos de los criterios de calidad que señala esta disposición, será necesaria la investigación de la causa subyacente y garantizar que se apliquen lo antes posible las medidas correctoras y preventivas para la protección de la salud de la población abastecida, si bien en determinadas condiciones se podrá conceder excepciones, cuando el suministro de agua en el abastecimiento no pueda mantenerse por ningún otro medio razonable y siempre y cuando no haya un riesgo potencial para la salud de la población. Este concepto de “excepcionalidad”, por tanto, se mantiene de normativas anteriores. Las excepciones deberán estar limitadas al menor tiempo posible y no excederán de tres años, al final de los cuales el solicitante presentará a la autoridad sanitaria un «estudio de situación» y el coste total de las medidas adoptadas.

Resulta relevante la importancia que el Real Decreto concede a la información hacia el consumidor:

“Los consumidores deberán recibir información suficiente y oportuna de la calidad del agua de consumo humano, situaciones de excepción, medidas correctoras y preventivas, así como de todos aquellos aspectos que afecten al abastecimiento y que puedan implicar un riesgo para la salud de la población.”

8.3. LEGISLACIÓN

Según el Real Decreto 140/2003, se entiende por **agua de consumo humano**:

- a) Todas aquellas aguas, ya sea en su estado original, ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministren al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados.
- b) Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos.
- c) Todas aquellas aguas suministradas para consumo humano como parte de una actividad comercial o pública, con independencia del volumen medio diario de agua suministrado.

Por otro lado, los valores de referencia de las distintas sustancias que han de ser medidas en el agua de consumo, cambian su denominación, pasando de hablarse de “Concentración Máxima Admisible” o “Nivel Guía” a Valor paramétrico, como aquel nivel máximo o mínimo fijado para cada uno de los parámetros a controlar.

En referencia a las “sustancias” presentes en el agua de consumo, el Real Decreto define el concepto “sustancia” como “todo producto (sustancia o preparado) que se agregue al agua o sea empleado en su potabilización o mejora, así como los utilizados para la limpieza de superficies, equipos, recipientes o utensilios que estén en contacto con el agua de consumo humano”.

A estos efectos se reconocen los siguientes grupos:

- a) «Desinfectantes para agua»: productos empleados para la desinfección del agua de consumo humano.
- b) «Desinfectantes para superficies»: productos empleados para la desinfección de equipos, recipientes, utensilios para el consumo, superficies o tuberías relacionadas con la producción, transporte, almacenamiento y distribución del agua de consumo humano.
- c) «Alguicidas y antiincrustantes»: productos que eliminan o impiden el desarrollo de algas en el agua destinada a la producción del agua de consumo humano o tengan acción antiincrustante o desincrustante.
- d) «Otras sustancias»: todo producto que no esté incluido en los apartados anteriores.

Resulta importante para el consumidor, conocer cuáles son las responsabilidades que se establecen en el ámbito de este Real Decreto:

1. Los municipios son responsables de asegurar que el agua suministrada a través de cualquier red de distribución, cisterna o depósito móvil en su ámbito territorial sea apta para el consumo en el punto de entrega al consumidor.
2. Cuando la captación o la conducción o el tratamiento o la distribución o el autocontrol del agua de consumo lo realice un gestor o gestores distintos del municipio, éste velará por el cumplimiento de este Real Decreto por parte de los mismos. La responsabilidad de los gestores finaliza en el punto de entrega a otro gestor o en la llave de paso general de la acometida del consumidor.
3. Los municipios velarán por el cumplimiento de las obligaciones de los titulares de los establecimientos que desarrollen actividades comerciales o públicas en relación con lo que señala esta disposición. Los titulares de dichos establecimientos deberán poner a disposición de sus usuarios agua apta para el consumo.
4. Corresponde a los municipios el autocontrol de la calidad y el control en grifo del agua que consume la población en su municipio cuando la gestión del abastecimiento sea de forma directa.
5. Cuando la gestión del abastecimiento sea de forma indirecta, el autocontrol de la calidad del agua de consumo humano es responsabilidad de los gestores, cada uno en su propia parte del abastecimiento.
6. Si la calidad del agua de consumo humano sufre modificaciones que impliquen que de forma temporal o permanente no sea apta para el consumo, en cada uno de los casos que señalan los apartados 1, 2 y 3 del presente artículo, el gestor deberá poner en conocimiento de la población y/o de los otros gestores afectados, así como del municipio, en su caso, dicha situación de incumplimiento, las medidas correctoras y preventivas previstas, a través de los medios y en la forma que considere más adecuada, de acuerdo con la autoridad sanitaria, a fin de evitar cualquier riesgo que afecte a la protección de la salud humana.
7. Los propietarios del resto de los inmuebles que no estén recogidos en el apartado 3, son responsables de mantener la instalación interior a efectos de evitar modificaciones de la calidad del agua de consumo humano desde la acometida hasta el grifo.

Por otro lado la vigilancia sanitaria del agua de consumo humano es responsabilidad de la autoridad sanitaria, quien velará para que se realicen inspecciones sanitarias periódicas del abastecimiento.

Marco legislativo

Aguas de consumo humano

- Directiva 98/83/CE, de 3 de noviembre, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (DOCE serie L, núm. 330, de 5.12.1998).
- Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano (BOE núm. 45, de 21.2.2003; corrección errores BOE núm. 54, de 4.3.2003).
- Orden SCO/1591/2005, de 30 de mayo, sobre el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (BOE núm. 131, de 2.6.2005).
- Orden SCO/2967/2005, de 12 de septiembre, por la que se amplía la de 21 de julio de 1994, por la que se regulan los ficheros de datos de carácter personal gestionados por el Ministerio de Sanidad y Consumo, y se crea el fichero del Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (BOE núm. 229, de 24.9.2005).
- Orden SCO/3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano (BOE núm. 287, de 1.12.2005).
- Orden de 1 de diciembre de 1981 sobre métodos oficiales de los aceites y grasas, aguas, carne y productos cárnicos, fertilizantes, productos fitosanitarios, leche y productos lácticos, productos orgánicos fertilizantes, suelos y productos derivados de la uva y similares –Anexo II, toma de muestras de aguas– (BOE núm. 17, de 20.2.1982).

Formación del personal

- Real Decreto 202/2000, de 11 de febrero, por el que se establecen las normas relativas a los manipuladores de alimentos (BOE núm. 48, de 25.2.2000).
- Decreto 73/2001, de 2 de abril, del Gobierno Valenciano, por el que se fijan normas relativas a la formación de manipuladores de alimentos y el procedimiento de autorización de empresas y entidades de formación. (DOGV núm. 3975, de 6.4.2001).

Prescripciones técnicas

- Orden de 28 de julio de 1974 que aprueba el Pliego de prescripciones técnicas generales para tuberías (BOE núm. 236 y 237, de 2-3.10.1974; corrección errores BOE núm. 260, de 30.10.1974).
- Orden de 23 de diciembre de 1975 que aprueba la Norma tecnológica de la edificación NTE-IFA/75 (BOE núm. 3, 9 y 15, de 3, 10 y 17.1.1976).

Instalaciones interiores

- Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis (BOE núm. 171, de 18.7.2003).
- Real Decreto 349/1993, de 5 de marzo, por el que se modifica la reglamentación técnico-sanitaria de lejíjas aprobada por el Real Decreto 3360/1983, de 30 de noviembre (BOE núm. 94, de 20.4.1993).
- Orden de 9 de diciembre de 1975 que aprueba las normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de aguas (BOE núm. 11, de 13.1.1976).

UNIDAD 9

9.- PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.

9.1. CRITERIOS DE CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO

Tal y como especifica el Real Decreto 140/2003:

Un agua de consumo humano será “salubre y limpia” cuando “no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana, y cumpla con los requisitos especificados en las partes A y B del anexo I”. En todo caso, y según el mismo Real Decreto, una vez determinadas las concentraciones de las sustancias del citado anexo I, en toda muestra de agua de consumo humano para el autocontrol, vigilancia sanitaria y control en grifo del consumidor, el agua se podrá calificar como:

- a) «Apta para el consumo»: cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana y cumpla con los valores paramétricos especificados en las partes A, B y D del anexo I o con los valores paramétricos excepcionados por la autoridad determinados en el análisis.
- b) «No apta para el consumo»: cuando no cumpla con los requisitos del párrafo a). Si un agua «no apta para el consumo» alcanza niveles de uno o varios parámetros cuantificados que la autoridad sanitaria considere que han producido o puedan producir efectos adversos sobre la salud de la población, se calificará como agua «no apta para el consumo y con riesgos para la salud».

Los parámetros a controlar en el grifo del consumidor son, al menos:

- a) Olor.
- b) Sabor.
- c) Color.
- d) Turbidez.
- e) Conductividad
- f) pH.
- g) Amonio.
- h) Bacterias coliformes.
- i) *Escherichia coli* (E. coli).
- j) Cobre, cromo, níquel, hierro, plomo u otro parámetro: cuando se sospeche que la instalación interior tiene este tipo de material instalado.
- k) Cloro libre residual y/o cloro combinado residual: cuando se utilice cloro o sus derivados para el tratamiento de potabilización del agua.

9.2. PARÁMETROS Y SUS VALORES

Tal y como se ha referido anteriormente, para que un agua de consumo humano sea “Apta” no debe contener ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana y cumpla con los valores de parámetros especificados en las partes A, B y D del anexo I. Dicho Anexo, por tanto, establece cuatro grupos de parámetros:

- A: Parámetros microbiológicos. Todos los microorganismos considerados han de estar ausentes por completo de la muestra.
- B: Parámetros químicos: Se relacionan un total de 27 elementos y compuestos químicos, así como el valor de cada uno de ellos o combinaciones de varios. Resulta importante la inclusión de sustancias que en reglamentaciones anteriores no se recogían (caso de los Trihalometanos (THMs), algunos plaguicidas específicos (Aldrín, Dieldrín, Heptacloro, Heptacloro epóxido) o Hidrocarburos Policíclicos Aromáticos (HPAs). Se siguen considerando los metales pesados de

reglamentaciones anteriores y sus valores límites, así como de compuestos tan abundantes como el nitrato (cuyo valor límite sigue siendo de 50 mg/L).

C: Parámetros indicadores: dentro de este grupo se incluyen el color, olor, sabor, pH, turbidez, oxidabilidad, hierro, manganeso, aluminio, etc. Resulta relevante el hecho de que alguna sustancia que suele formar parte de la composición natural del agua, como es el caso del sulfato, se encuentra incluida en este grupo, habiendo formado parte en reglamentaciones anteriores de las sustancias propias del grupo B.

D: Radiactividad. Se incluye dentro de este grupo el Tritio así como parámetros tales como la Dosis Indicativa Total.

A efectos ilustrativos se reproduce el **Anexo I C. Parámetros Indicadores** del RD 140/2003

	Parámetro	Valor Paramétrico		Notas
31	Bacterias coliformes	0 UFC	En 100 mL	
32	Recuento de colonias a 22 °C			
	A la salida de ETAP	100 UFC	En 1 mL	
	En red de distribución	Sin cambios anómalos		
33	Aluminio	200	µg/L	
34	Amonio	0,50	mg/L	
35	Carbono Orgánico total	Sin cambios anómalos	mg/L	1
36	Cloro combinado residual	2,0	mg/L	2, 3 y 4
37	Cloro libre residual	1,0	mg/L	2 y 3
38	Cloruro	250	mg/L	
39	Color	15	mg/L Pt/Co	
40	Conductividad	2.500	µS/cm ⁻¹ a 20°C	5
41	Hierro	200	µg/L	
42	Manganeso	50	µg/L	
43	Olor	3 a 25°C	Índice de dilución	
44	Oxidabilidad	5,0	mg O ₂ /L	1
45	pH:			5 y 6
	Valor Paramétrico mínimo	6,5	Unidades de pH	
	Valor Paramétrico máximo	9,5	Unidades de pH	
46	Sabor	3 a 25 °C	Índice de dilución	
47	Sodio	200	mg/L	
48	Sulfato	250	mg/L	
49	Turbidez:			
	A la salida de ETAP y/o depósito	1	UNF	
	En red de distribución	5	UNF	

NOTAS:

(1) En abastecimientos mayores de 10000 m³ de agua distribuida por día se determinara carbono orgánico total en el resto de los casos, oxidabilidad.

(2) Los valores paramétricos se refieren a niveles en red de distribución. La determinación de estos parámetros se podrá realizar también in situ. En el caso de la industria alimentaria, este parámetro no se contemplará en el agua de proceso.

(3) Se determinará cuando se utilice el cloro o sus derivados en el tratamiento de potabilización. Si se utiliza el dióxido de cloro se determinarán cloritos a la salida de la ETAP.

(4) Se determinará cuando se utilice la cloraminación como método de desinfección.

(5) El agua en ningún momento podrá ser ni agresiva ni incrustante. El resultado de calcular el Índice de Langelier debería estar comprendido entre +/- 0,5.

(6) Para la industria alimentaria, el valor mínimo podrá reducirse a 4,5 unidades de pH.

UNIDAD 10

10.- INFRAESTRUCTURAS DE UN ABASTECIMIENTO

Las necesidades de agua potable de la población se cubren mediante los abastecimientos.

Abastecimiento: es el conjunto de instalaciones para la captación de agua , conducción, tratamiento de potabilización de la misma, almacenamiento, transporte y distribución del agua de consumo humano hasta las acometidas de los consumidores con la dotación y calidad previstas en el RD 140/2003.

Zona de Abastecimiento (ZA): es el área geográficamente definida y censada por la autoridad sanitaria a propuesta del gestor del abastecimiento o partes de éste, no superior al ámbito provincial en la que el agua de consumo humano provenga de una o varias captaciones y cuya calidad de las aguas distribuidas pueda considerarse homogénea en la mayor parte del año.

Cada ZA vendrá definida por cuatro determinantes:

- a) Denominación única dentro de cada provincia
- b) Código de identificación
- c) Número de habitantes abastecidos
- d) Volumen medio diario de agua suministrada considerando el cómputo anual

Entre las infraestructuras ligadas a una ZA podemos tener: captaciones, tratamientos, depósitos, redes, cisternas o depósitos móviles y/o laboratorios.

El agua destinada a la producción de agua de consumo humano podrá proceder de cualquier origen, siempre que no entrañe un riesgo para la salud de la población abastecida.

Debe, por tanto, quedar asegurada la adecuada protección sanitaria de las captaciones con independencia de que sufran posteriormente cualquier tipo de tratamiento.

Y su calidad será tal que pueda ser potabilizada con los tratamientos previstos en el abastecimiento.

Las aguas superficiales junto con las subterráneas son las más empleadas para el suministro de agua a las poblaciones.

10.1. CAPTACIÓN

Las **aguas superficiales** no siempre pueden ser utilizadas directamente para el consumo, deben recibir la aplicación de determinados tratamientos para su potabilización, por lo que deben ser analizadas y clasificadas para que se las trate adecuadamente. Esta clasificación viene definida en la Orden de 11 de mayo de 1988 sobre las características básicas de calidad que deben ser mantenidas en las corrientes superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable, modificada por la Orden de 15 de octubre de 1990.

Los embalses destinados a abastecimiento de poblaciones han de estar protegidos, debiéndose prohibir en ellos actividades como el baño, la navegación, la pesca y por supuesto el vertido de aguas residuales.

Las captaciones de aguas superficiales han de contar con unas condiciones estructurales mínimas que impidan la contaminación del agua extraída. Para fijar los perímetros de protección se tendrá en cuenta el tipo de captación, las características geológicas y topográficas de la zona de captación, así como el tipo de actividad presente en la zona.

En el caso de las **aguas subterráneas** toda captación, tanto pozo como manantial, deberá respetar los perímetros de protección establecidos.

Como criterio general se establecen las siguientes condiciones alrededor del pozo o punto de emergencia del manantial:

- Caseta de obra o compuertas metálicas, dotada de cerradura con llave
- Ventilaciones y/o rebosadero protegidas con rejilla antiinsectos y siempre laterales
- En los sondeos la tubería del pozo debe sobresalir entre 0,30 y 0,50 m. por encima de la superficie del terreno. Dispondrán de una placa de cemento, alrededor de la tubería, con un espesor mínimo de 30 cm en el centro y 15 en el borde, recomendándose una anchura de la placa de 2 m
- Grifo de toma de muestras
- Vallado un radio de 10 m. alrededor de la captación
- Identificación de la captación como: "CAPTACIÓN DE AGUA DE CONSUMO HUMANO, PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA A LA EXPLOTACIÓN
- En esta zona vallada, de radio de 10 metros de cualquier captación (**superficial o subterránea**) se prohíbe cualquier uso, excepto las operaciones de mantenimiento.

Con el fin de proteger el dominio público hidráulico de cualquier tipo de contaminación, la ejecución de los sondeos se ajustarán a las condiciones técnicas mínimas que establezca el organismo o autoridad competente.

10.2. CONDUCCIONES

El material de construcción, revestimiento, soldaduras y accesorios no transmitirán al agua sustancias o propiedades que la contaminen o empeoren su calidad.

Todas las conducciones serán cerradas a fin de evitar cualquier riesgo para la salud de la población.

Después de cualquier modificación en las tuberías: reparación, mantenimiento, ampliación, etc.. y antes de su puesta en funcionamiento se realizará un lavado y/o desinfección del tramo afectado.

10.3. TRATAMIENTO

El objetivo del tratamiento es transformar el agua captada en un agua que se adecue a los valores paramétricos exigidos para las aguas de consumo humano mediante tratamientos mecánicos, físicos o de tipo químicos.

Así las aguas que en origen presenten una turbidez mayor a 1UNF como media anual o cuando exista un riesgo para la salud, se someterán como mínimo a una filtración por arena , u otro medio apropiado antes de desinfectarla y distribuirla a la población.

Las aguas de consumo humano distribuidas por redes públicas o privadas, cisternas o depósitos deberán ser desinfectadas y contendrán desinfectante residual en el punto de entrega al consumidor. En caso de utilizar cloro o sus derivados la desinfección se realizará en el depósito de manera que el desinfectante esté al menos un tiempo de 30 minutos en contacto con el agua a un pH menor a 8 para asegurar la efectividad del desinfectante.

En el caso de tratamientos por ósmosis inversa, el agua tratada deberá ser remineralizada adecuadamente de forma que en ningún momento podrá ser agresiva. El resultado de calcular el Índice de Langelier debería no ser menor de 0,5.

Las sustancias o preparados que se añadan al agua de consumo deberán cumplir con las normas UNE-EN vigentes en cada momento. Además de regirse cada sustancia por su reglamentación específica.

El gestor del tratamiento de potabilización del agua, deberá contar con una fotocopia del certificado o autorización sanitaria correspondiente a cada sustancia utilizada o en su caso, de la empresa que lo comercialice

La potabilización de las aguas es un complejo proceso que comprende distintos tratamientos en función del tipo de agua a considerar. En general, se consideran tres grupos de tratamientos: físicos, químicos y microbiológicos que se aplican de forma complementaria.

Cuando un proveedor de agua obtiene el agua no tratada de un río o embalse, generalmente el agua contiene partículas inorgánicas en suspensión o disueltas, pequeños pedazos de hojas y otras materias orgánicas además de pequeñas cantidades de ciertos contaminantes. Cuando el agua llega a la planta de tratamiento, los proveedores de agua añaden a menudo productos químicos denominados **coagulantes**. Estos reaccionan con el agua a medida que fluye lentamente a través de tanques para que las partículas y otros contaminantes formen coágulos que se depositan en el fondo. Entonces, esta agua usualmente fluye a través de un **filtro** que extrae los contaminantes más pequeños como virus y *Giardia*. La eliminación de pequeñas partículas se realiza por decantación y filtración.

El proceso de **adsorción** consiste en la captación de sustancias solubles presentes en la interfase de una solución. Si bien no es un tratamiento muy utilizado, en ciertas ocasiones en las que las aguas presentan compuestos orgánicos disueltos de difícil extracción, pudiera ser necesario someterlas a un proceso de adsorción, mediante el uso de productos tales como el carbón activado.

Casi toda el agua subterránea se filtra a medida que pasa a través de capas de tierra hacia dentro de embalses subterráneos conocidos como acuíferos. Generalmente, el agua que los proveedores bombean de los pozos contiene menos materiales orgánicos que las aguas superficiales y es posible que no necesite alguno o ningún tratamiento como los descritos anteriormente. La calidad del agua dependerá en las condiciones locales.

El tratamiento más común del agua potable, el cual se considera por muchas personas como el avance científico más importante del siglo XX, es la **desinfección**, que en realidad comprende todos aquellos mecanismos físicos o químicos mediante los cuales se eliminan los agentes biológicos patógenos del agua (microorganismos del tipo de las bacterias, virus, protozoos, etc).

Los agentes químicos más utilizados para la desinfección de las aguas (potables y residuales) incluyen: cloro y sus compuestos, bromo, yodo y ozono. Los desinfectantes más corrientes son los productos químicos oxidantes, de los cuales el cloro es el más universalmente aceptado. El ozono es un desinfectante muy eficaz cuyo valor va en aumento a pesar de que no deja una concentración residual que permita valorar su presencia después del tratamiento.

Los desinfectantes físicos que se suelen emplear son:

- Radiación (UV, electromagnética, radiación de partículas)
- Filtración

Existen algunos tratamientos físicos que eliminan tanto partículas de pequeño tamaño presentes en el agua, como microorganismos. Dentro los más utilizados caben destacarse:

-Microfiltración (MF)

Las membranas usadas para la microfiltración tienen un tamaño de poro de 0.1 –10 μm . Estas membranas de microfiltración retienen todas las bacterias. Parte de la contaminación viral es atrapada en el proceso, a pesar de que los virus son más pequeños que los poros de la membrana de microfiltración. Esto es porque los virus se pueden acoplar a las bacterias.

-Nanofiltración (NF)

Es también un proceso de filtración por membranas operadas bajo presión en la que solutos de bajo peso molecular (1000 daltons) son retenidos, si bien las sales pasan, total o parcialmente, a través de la membrana con el filtrado. Esto provee un rango de selectividad entre las membranas

de Ultrafiltración y Osmosis Inversa, permitiendo simultáneamente concentración y desalado de solutos orgánicos. La membrana NF retiene solutos que la UF pasaría, y deja pasar sales que la OI retendría.

Otras aplicaciones de la nanofiltración son:

- La eliminación de pesticidas de las aguas subterráneas
- La eliminación de metales pesados de las aguas residuales
- Reciclaje de aguas residuales en lavanderías
- Ablandamiento del agua
- Eliminación de nitratos

-Osmosis inversa (OI)

La ósmosis inversa está basada en la búsqueda fundamental del equilibrio. Si dos fluidos que contienen diferente concentración de sólidos disueltos son puestos en contacto, éstos se mezclarán hasta que la concentración se uniformice. Cuando estos dos fluidos están separados por una membrana semi-permeable (que deja pasar el fluido y no los sólidos disueltos), un fluido que contenga una menor concentración se moverá a través de la membrana hacia el fluido que contenga una mayor concentración de sólidos disueltos. Después de un tiempo el nivel de agua será mayor a uno de los lados de la membrana. La diferencia en altura se denomina presión osmótica. Aplicando en la columna del fluido una presión superior a la presión osmótica, obtendremos el efecto inverso. Los fluidos son presionados de vuelta a través de la membrana, mientras que los sólidos disueltos permanecen en la columna. Usando esta técnica, se elimina la mayor parte del contenido en sales del agua.

10.4. DEPÓSITOS Y CISTERNAS

Depósito: es todo receptáculo o aljibe, ubicado en la cabecera o en tramos intermedios de la red de distribución, entre cuyas funciones además de la de almacenar agua se encuentran la de contribuir a la desinfección del agua, pues permite que esté un tiempo en contacto con el desinfectante y éste pueda ejercer su acción, asegurar el suministro de agua a la población en los momentos de máxima demanda, compensar cualquier variación en la calidad del agua cuando proviene de más de un origen y en general suministrar presión suficiente para realizar la distribución sin un aporte extra de energía.

Diferenciaremos 3 tipos de depósitos según formen parte de una red general, de una instalación interior o se trate de un depósito móvil. Los materiales de construcción de todos ellos deberán cumplir con lo dispuesto en el artículo 14 del RD 140/2003.

Depósitos de la red general:

- a) Las medidas de protección a establecer relativas al emplazamiento serán las siguientes:
 - A suficiente distancia de cualquier causa de suciedad, contaminación o insalubridad y de cualesquiera otros locales y actividades ajenos a su cometido específico.
 - Por encima de la red de saneamiento.
 - Cementado de 50 cm de anchura en todo el perímetro para evitar el crecimiento vegetal.
 - Vallado.
- b) Características estructurales del depósito:
 - Doble cuerpo para facilitar la limpieza u otro sistema debidamente justificado que permita su vaciado sin alterar el suministro.
 - Paredes, suelos y techos, lisos y estancos.

- Pendiente del fondo hacia el punto de vaciado con desagüe que permita su vaciado total.
- Compuertas sobreelevadas con configuración de tapa de caja de zapatos dotadas de cerradura con llave.
- Rebosadero y ventilaciones protegidos con rejilla antiinsectos, dirigidos de manera que se evite la entrada de agua de lluvia y la anidación de animales.
- La cubierta será firme, con inclinación suficiente que impida la retención de aguas de lluvia.
- Grifo de toma de muestras a la salida, aconsejándose otro, antes de la entrada, para facilitar la toma de muestras y control analítico del agua.

c) Condiciones de almacenamiento:

- Entrada de agua y desinfectante, si se adiciona, instalados en la parte opuesta a la salida del agua
- Se garantizará la circulación del volumen total del agua, no pudiendo quedar retenida más de siete días
- Identificado como punto de almacenamiento: "DEPÓSITO DE AGUA DE CONSUMO HUMANO , PROHIBIDA LA ENTRADA A TODA PERSONA AJENA A LA EXPLOTACIÓN"

d) Mantenimiento:

- Limpieza. Periodicidad mínima: anual
- Protocolo de actuación:
 - Vaciado del depósito.
 - Eliminación por medios mecánicos de partículas sedimentadas e incrustaciones.
 - Reparación de estructuras dañadas, en su caso.
 - Limpieza y desinfección con productos autorizados.
 - Aclarado con agua.
 - Llenado y puesta en funcionamiento con niveles adecuados de desinfectante residual.

Depósitos de instalaciones interiores:

Son los que forman parte de la instalación interior. Reciben agua tratada de una red de distribución general o de un abastecimiento propio El depósito de una instalación interior deberá situarse por encima del nivel del alcantarillado, por ello en todo proyecto de nuevas instalaciones o remodelaciones se aportará información del nivel en el que se encuentra éste respecto al alcantarillado.

Estará además siempre tapado y dotado de un desagüe que permita su vaciado total, limpieza y desinfección. Estas operaciones se efectuarán siguiendo las indicaciones establecidas en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

Cisternas/depósitos móviles:

Cuando se realice el transporte de agua con cisternas o depósitos móviles, éstos serán solo para el transporte de agua y tendrán claramente señalado y suficientemente visible la indicación "para transporte de agua de consumo humano", acompañado del símbolo de un grifo blanco sobre fondo azul.

El gestor de la cisterna o depósito móvil dispondrá de Autorización Administrativa como empresa distribuidora de agua de consumo humano.

Cada cisterna o depósito móvil contará con un informe favorable de la Autoridad Sanitaria para efectuar este tipo de suministros.

10.5. RED DE DISTRIBUCIÓN

La red de distribución o red de abastecimiento comprende todo el conjunto de tuberías que distribuyen el agua tratada desde la ETAP o depósitos hasta la acometida de los usuarios.

Su diseño, en la medida de lo posible será mallado, eliminando los puntos y situaciones que facilitan la contaminación o deterioro del agua. Dispondrá de mecanismos que permitan el cierre y purgado por sectores.

Las acometidas dispondrán de sistemas antirretorno, para evitar retrocesos de agua de los usuarios a la red de distribución.

El gestor dispondrá de planos de toda la red que se actualizarán cada vez que se realice alguna modificación.

Después de cualquier modificación en la red: reparación, mantenimiento, ampliación, etc.. y antes de su puesta en funcionamiento se realizará un lavado y/o desinfección del tramo afectado.

En función de los tipos de usuarios, se pueden distinguir:

a) **Red en baja.** Cuando la distribución de agua de consumo humano se produce hasta las acometidas y correspondientes llaves de paso de los usuarios del servicio.

b) **Red en alta.** Cuando la distribución de agua de consumo humano se produce desde la ETAP o la captación hasta los puntos de entrega a una persona física o jurídica responsable de la distribución en baja. Los puntos de entrega de las redes de distribución en alta deben estar exactamente definidos y acordados por los interesados.

Medidas sanitarias preventivas

En la medida en que sea posible, hay que procurar que el diseño de la red de distribución sea mallado, limitando al máximo las conducciones con consumo bajo, los tramos sin salida, los cambios bruscos de dirección, etc., ya que en la práctica son puntos conflictivos para la calidad del agua.

Las redes de nueva construcción, y todas antes del 1 de enero de 2012, deben disponer de mecanismos que permitan el cierre por sectores, para poder aislar áreas ante situaciones anómalas. Llamaremos sectores a zonas definidas y aisladas entre sí, que disponen de una o diversas entradas de agua (cuantas menos mejor) conectadas con las arterias principales y que están dotadas de sistemas que permitan la purga.

Las tuberías deben estar situadas, como mínimo, a 50 cm por encima de la red de alcantarillado y a 60 cm lateralmente. En caso de no poder mantener estas separaciones mínimas, se aceptarán distancias menores siempre y cuando existan protecciones especiales.

Cualquier material, aparato o sustancia que se utilice en las instalaciones de almacenaje y distribución (construcción, revestimiento, etc.) y que esté en contacto con el agua de consumo humano no debe transmitir al agua, por sí mismo o por las prácticas que utilice, sustancias o propiedades que la contaminen, empeoren su calidad o supongan un riesgo para la salud de la población.

Los fabricantes y distribuidores de los productos comerciales destinados a la limpieza de superficies deben estar inscritos en el RGS. Se facilitará una copia del certificado de inscripción a los distribuidores y clientes que lo soliciten, a fin de poder dar cumplimiento a la normativa vigente.

UNIDAD 11

11. SUSTANCIAS PARA EL TRATAMIENTO DEL AGUA Y PRODUCTOS DE CONSTRUCCIÓN

Sustancia: Todo producto (sustancia o preparado) que se agregue al agua o sea empleado en su potabilización o mejora, así como los utilizados para la limpieza de superficies, equipos, recipientes o utensilios que estén en contacto con el agua de consumo humano.

Producto de construcción: Todo producto de construcción, de revestimiento o utilizado en procesos de montaje de captaciones, conducciones, ETAPs, redes y depósitos, situados desde la captación hasta el grifo del consumidor.

Las sustancias o preparados que se añadan al agua de consumo deberán cumplir con las normas UNE-EN vigentes en cada momento; además de regirse cada sustancia por su reglamentación específica: Real Decreto 1054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas, o en el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de las sustancias peligrosas, o en el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. ,

El gestor responsable del tratamiento de potabilización del agua deberá contar con una fotocopia del certificado o autorización sanitaria correspondiente a cada sustancia utilizada o, en su caso, de la empresa que lo comercialice.

El almacenamiento de sustancias cumplirán con las medidas de seguridad reglamentadas.

La Autoridad Sanitaria, vigilará la utilización de los productos a granel que aunque estén autorizados en origen, no presenten garantías en el trasvase de correcto envasado e identificación de su concentración y composición.

En el Anexo II del RD 140/2003 contiene las referencias de las normas UNE-EN de las sustancias utilizadas en el tratamiento del agua de consumo humano.

11.1. LA DESINFECCIÓN DEL AGUA DE CONSUMO CON HIPOCLORITO SÓDICO

El hipoclorito sódico en solución es un desinfectante que se utiliza desde el siglo XVIII y que popularmente se conoce como lejía. A nivel industrial se obtiene haciendo reaccionar el cloro puro con una solución de hidróxido sódico (sosa). Después de la reacción, se obtienen soluciones acuosas que tienen una concentración determinada de gramos de cloro activo por litro de solución en el agua y contienen una cierta alcalinidad libre para estabilizar el cloro. Las soluciones de hipoclorito sódico pueden tener hasta casi 180 gramos de cloro activo por litro (aproximadamente el 15%). La normativa reserva la denominación de "lejía" para las soluciones que contienen entre 35 y 100 gramos de cloro activo por litro y que están destinadas al uso doméstico, colectividades e industrias relacionadas con la alimentación.

Todas las soluciones de hipoclorito sódico tienen un color amarillo verdoso. Son oxidantes muy potentes e inestables, es decir, que el color activo se pierde a medida que pasa el tiempo (en función de diferentes factores) por muy bien conservado que esté. Los hipocloritos sódicos con un cloro activo alto inicial se degradan más rápidamente que los menos concentrados. Otros factores que aumentan la degradación de los hipocloritos son: el incremento de la temperatura ambiental, la luz solar, el tiempo de almacenamiento o el contacto con los metales. Para poner un ejemplo: podemos decir que, si se almacena una solución de 100 gramos de cloro activo por litro durante tres meses, pasado este tiempo tendremos menos de 90 gramos. Si esto coincide con los meses de verano, incluso podríamos tener menos.

Las soluciones de hipoclorito sódico pueden ser utilizadas para la desinfección de aguas de consumo siempre que, como consecuencia de su uso, el agua tratada no supere los límites establecidos por la normativa en vigor para las aguas de consumo humano. Y el producto utilizado se ajuste a lo establecido en el RD 140/2003.

11.2. APLICACIÓN: DOSIFICACIÓN Y CONTROL DE HIPOCLORITO

La adición del hipoclorito sódico al agua destinada al consumo público se tiene que hacer con máximo cuidado, tanto en lo que concierne al lugar de la red de distribución en donde se tiene que aplicar, como a la cantidad que se tiene que añadir. Además, se debe realizar sistemáticamente el control de cloro residual libre para estar seguros que el agua que se está distribuyendo se ha desinfectado y mantiene su poder desinfectante. Cuando se realiza una aplicación de hipoclorito correcta y las dosis de uso son las recomendadas, se obtiene una buena desinfección y casi no se nota ni el gusto ni el olor a cloro.

En general, todas las aguas tienen compuestos diluidos que consumen parte del cloro que añadimos, principalmente el amonio, los nitritos y la materia orgánica. Por eso, antes de tratar cualquier agua se ha de tener un conocimiento de su cualidad y de la cantidad de estos compuestos, con el fin de prever la demanda de cloro necesaria para desinfectar.

Al añadir cloro al agua, una parte se utilizará en la eliminación de microorganismos y, la otra, se consumirá reaccionando con compuestos orgánicos y nitrogenados presentes en el agua, y se quedará en el agua en forma de **cloro residual combinado**. Lo que queda del cloro adicionado es lo que se llama **cloro residual libre** (también llamado **cloro libre**).

Para conseguir que la aplicación de hipoclorito provoque la eliminación de los microorganismos que producen enfermedades, es decir, una buena desinfección, se debe mantener la concentración de cloro residual libre por encima de 0,5 mg/L, durante un tiempo mínimo de media hora. Estos valores de dosis y tiempo de contacto no son fijos, y podrían incrementarse en función de la carga microbiana y los tipos de gérmenes presentes en el agua natural. Además, todos los puntos de la red han de tener valores de cloro residual entre 0,2 y 0,6 mg/L, con el fin de identificar y actuar ante las posibles contaminaciones accidentales (fugas, rupturas, filtraciones...) que pueden ocurrir en la red de distribución.

¿Dónde se tiene que hacer la aplicación de hipoclorito?

Habitualmente, para hacer la cloración se aprovecha la existencia de un depósito en la red de distribución. La aplicación de hipoclorito se debe hacer en la entrada del depósito, para que se homogeneice el máximo posible.

Es imprescindible que el depósito esté situado en la cabecera de la red de distribución para que todo el agua que se está suministrando haya sido convenientemente desinfectada.

Las dimensiones del depósito han de ser las adecuadas para asegurar un tiempo de retención del agua, con un mínimo de media hora y un máximo de 48 horas. Si las dimensiones del depósito de que disponemos no son suficientes, se debe aumentar su capacidad de acumulación o retención. Si son excesivas, durante la retención del agua se perderá la capacidad desinfectante y se deberá estudiar caso por caso la mejor solución aplicable.

¿Cómo se debe hacer la aplicación de hipoclorito?

La aplicación de hipoclorito se debe hacer mediante dosificadores automáticos que inyectan pequeñas cantidades de hipoclorito a la tubería de entrada de agua al depósito y que se llaman bombas dosificadoras. Otra posibilidad consiste en añadir hipoclorito por gravedad al depósito, pero no es aconsejable. Actualmente se venden bombas dosificadoras con baterías, para lugares donde no hay corriente eléctrica.

Las bombas dosificadoras son aparatos que tienen un émbolo alternativo que permite controlar la frecuencia y el volumen. Generalmente, tienen dos cursores con una escala en % y el fabricante proporciona un gráfico en donde se puede ver el caudal en ml/h o en otras unidades, según la posición de la escala de volumen y la frecuencia.

Es aconsejable disponer de una bomba dosificadora de reserva, por si una se rompe o no funciona, o si se tiene que aplicar una sobrecloración.

La instalación de dosificación de cloro debe mantenerse bien limpia y todos los grifos en perfecto estado de conservación. Una vez al año se ha de vaciar y limpiar el depósito que contiene el hipoclorito.

Los materiales de la instalación tienen que ser resistentes a la acción del cloro. Por ejemplo, se pueden usar materiales cerámicos o el poliéster con fibra de vidrio.

¿Qué cantidad de hipoclorito se debe aplicar?

1. Si se dispone de bomba dosificadora con funcionamiento independiente del flujo de entrada de agua

Para saber qué flujo ha de aplicar la bomba dosificadora, se deben hacer unos cálculos sencillos en función de los litros que entran en el depósito y de la concentración de hipoclorito sódico que deseamos.

La fórmula que se debe aplicar es la siguiente:

$$D = [(C \times Q) / S] \times 1000$$

en la que hay las siguientes equivalencias:

D, en mL/h, es el flujo de la bomba dosificadora

C, en mg/L o g/m³ o ppm, es la concentración de cloro final que queremos (que debe ser de 0,5 mg/L)

Q, en m³/h, es el flujo de entrada del agua a tratar

S, en g/L, es la concentración de hipoclorito sódico

Por ejemplo, si se tiene un flujo de entrada de 1 m³/h y se quiere aplicar 0,5 mg/L (equivalente a 0,5 g/m³) de un hipoclorito sódico de 40 g Cl/L, el resultado es el siguiente:

$$C = 0,5 \text{ mg/L} = 0,5 \text{ g/m}^3$$

$$Q = 1 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$S = 40 \text{ g/L}$$

$$D = [(0,5 \times 1) / 40] \times 1000 = 12,5 \text{ ml/h}$$

El flujo de la bomba dosificadora debe ser de 12,5 mL/h.

Una vez conocido el flujo D de la bomba dosificadora se deben ajustar los cursores a este valor.

Para comprobar que el flujo aplicado es suficiente para el tipo de agua que estamos tratando, a la salida del depósito se debe medir el cloro libre; si es superior a 0,5 mg/L, se considera que el flujo de la bomba dosificadora es correcto. Si el agua se distribuye a una red, se hará la lectura también en un grifo extremo (dejando correr el agua un buen rato antes de coger una muestra), para ver si el cloro libre es de 0,2 mg/L o superior. El ajuste final de la bomba es aquél que garantiza esta concentración en el punto más alejado de la red.

Si a la salida del depósito no se mantienen las concentraciones, se duplicará el flujo de la bomba dosificadora a 2D (ó 25 mL/h en nuestro ejemplo) y se hará la misma comprobación que antes, hasta conseguir un cloro libre de 0,2 mg/L o superior en el grifo extremo y 0,5 a la salida del depósito. Si se

tuviera que ajustar más, se utilizarán flujos intermedios de la bomba dosificadora para obtener al final entre 0,2 y 0,6 mg/L de cloro libre en el grifo extremo.

Si la red es muy extensa, se deberá plantear la necesidad de recloraciones para que todas las tomas de agua estén entre 0,2 y 0,6 mg/L y no se encuentren valores de cloro residual libre muy elevados en tramos cercanos al punto de cloración.

Teniendo en cuenta que en este supuesto la bomba dosificadora funciona continuamente, se tiene que prever que se pare al llegar el agua del depósito al nivel deseado mediante una boya o una sonda. También se puede optar por regir el funcionamiento de la bomba dosificadora en función del funcionamiento de la bomba de impulsión de la captación. El mismo instalador de la bomba dosificadora puede solucionar este problema.

2. Si se dispone de bomba dosificadora regida por el contador de entrada del agua

Otra posibilidad, más automatizada, consiste en disponer contadores de agua de entrada a los depósitos o contadores que sean capaces de dar impulsos eléctricos por cada m³ o litro que entra. Cada impulso puede dar una señal que provoque una embolada a la bomba dosificadora y así solo se debe fijar la trayectoria del émbolo en los ml de hipoclorito que se deseen.

Para saber cuántos ml de hipoclorito se tienen que aplicar cada vez que actúa el microinterruptor, se debe hacer el cálculo a partir del flujo de entrada de agua al depósito, de la concentración de hipoclorito y del volumen de agua de entrada que hace actuar el microinterruptor. La fórmula que se debe aplicar es la siguiente:

$$d = M \times C/S$$

en la cual hay las siguientes equivalencias:

d, en ml, es el volumen que debe aplicar la bomba dosificadora en cada embolada

C, en mg/L o g/m³ o ppm, es la concentración de cloro final que queremos (que debe ser de 0,5 mg/L)

M, en l, es el volumen que hace actuar el microinterruptor

S, en g/l, es la concentración de hipoclorito sódico.

Por ejemplo, imaginemos que en el contador de agua actúa un microinterruptor cada 10 L y se quiere aplicar ,5 mg/l de un hipoclorito sódico de 40 g/L.

$$C = 0,5 \text{ mg/L} = 0,5 \text{ g/m}^3$$

$$M = 10 \text{ L}$$

$$S = 40 \text{ g/L}$$

$$d = 10 \times 0,5/40 = 0,125 \text{ mL}$$

El volumen de hipoclorito sódico aplicado tiene que ser de 0,125 mL por embolada.

Una vez conocido el volumen de hipoclorito por embolada se consulta el manual de la bomba dosificadora y éste especifica el volumen máximo por embolada al 100% de la trayectoria. Si, por ejemplo, pone que es de 1,0 mL, situando el cursor a un 10%, nos dará 0,1 mL.

Igual que en el caso anterior, hace falta ajustar el volumen final hasta conseguir garantizar 0,5 mg/L de cloro libre a la salida del depósito y entre 0,2 y 0,6 mg/L en toda la red.

También se puede situar en un punto adecuado del depósito o de la red de distribución un medidor de cloro libre que nos gobernará, según unos puntos de consigna preestablecidos, el funcionamiento automático de la bomba dosificadora, ajustando el cloro libre al margen preestablecido (0,2-0,6 mg/L). Este sistema, aunque parezca muy atractivo, requiere personal experto para mantener y calibrar el medidor de cloro libre en continuo.

¿Qué debemos hacer si tenemos un depósito lleno de agua sin clorar?

Varias circunstancias pueden provocar que nos encontremos ante un depósito lleno de agua sin clorar. Esta situación excepcional se tiene que solucionar de manera urgente para evitar el suministro de agua sin garantía sanitaria. La pauta que se indica a continuación sólo se debe utilizar como medida de urgencia y no puede ser aplicada de manera sistemática, ya que la cloración habitual siempre se tiene que efectuar mediante bombas dosificadoras.

Si tenemos un depósito lleno de agua sin clorar, se han de hacer los siguientes cálculos para saber la cantidad de hipoclorito sódico que tenemos que añadir para conseguir una buena desinfección del agua almacenada.

Primero, se debe saber el agua que contiene el depósito; después, calcular el volumen de hipoclorito necesario para llegar a los 0'5 mg/L y, finalmente, se debe añadir hipoclorito al depósito.

1º Calcular el volumen del depósito, aplicando las siguientes fórmulas:

a) Si la base es rectangular

$$V = A \times L \times H$$

V = volumen en m³
A = anchura en m
L = longitud en m
H = altura en m,

b) Si la base es cilíndrica

$$V = R^2 \times \pi \times H$$

V = volumen en m³
R = radio (o diámetro/2) en m
π = 3,1416
H = altura en m.

2º Calcular los ml de hipoclorito necesarios para conseguir 0,5 mg/L de cloro libre

$$v = [(V \times C) / S] \times 1000$$

v = volumen de hipoclorito que se debe añadir, en mL
V = volumen del depósito en m³
C = concentración de cloro final que queremos
S = concentración de hipoclorito sódico, en g/L

Por ejemplo, si tenemos un depósito con 10 m³ de agua de buena calidad y queremos aplicar una dosis de 0,5 mg/L de un hipoclorito sódico de 40 g/L,

$$V = 10 \text{ m}^3$$

$$C = 0,5 \text{ mg/L}$$

$$S = 40 \text{ g/L}$$

$$v = [(10 \times 0,5) / 40] \times 1000 = 125 \text{ mL}$$

El volumen de hipoclorito sódico que tendremos que añadir es de 125 mL.

3º Añadir el hipoclorito al depósito.

El volumen calculado se mide con una probeta graduada y se vierte al depósito. Para homogeneizar mejor por todo el volumen del depósito, es recomendable utilizar un recipiente para diluir el hipoclorito en unos litros de agua antes de verterlo.

Si los volúmenes de hipoclorito son más pequeños, se pueden comprar jeringas de plástico en la farmacia.

Una hora después de haber añadido el hipoclorito, se mide el cloro residual libre: si el resultado es superior a 0,5 mg/L el agua se puede consumir; pero si el cloro libre es inferior, se tiene que repetir el proceso, añadiendo el mismo volumen de hipoclorito que antes y esperar 1 hora antes de volver a leer el cloro libre. Si esta vez se obtiene una medida de 0,5 mg/L o superior, el agua se puede consumir. En caso contrario, se irán añadiendo volúmenes de hipoclorito, siguiendo el mismo procedimiento, hasta obtener una lectura estable superior a 0,5 mg/L de cloro libre.

Si el agua se distribuye a una red, se debe comprobar que, en los puntos más alejados, el cloro libre esté entre 0,2 y 0,6 mg/L.