

# MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN DE LAS REDES DE AGUA CALIENTE Y FRÍA SANITARIA Y RESISTENCIA FRENTE A LOS TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN

## *CONSTRUCTION MATERIALS FOR HOT WATER AND DRINKING WATER SYSTEMS AND ITS RESISTANCE IN FRONT OF DISINFECTION TREATMENTS*

JORGE MARCÓ GRATACÓS

AQUA ESPAÑA. BARCELONA

### RESUMEN

El Real Decreto 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis obliga a realizar un tratamiento adecuado del agua en todas las instalaciones de riesgo para evitar la proliferación de *Legionella*.

Los tratamientos que se están realizando para la desinfección de estos circuitos se basan normalmente en la adición de biocidas y en la elevación de la temperatura. Estos tratamientos, en determinadas instalaciones han demostrado ser muy agresivos para los circuitos produciendo importantes procesos de corrosión que, por otra parte, impiden la eficacia de la desinfección.

Por todo ello es muy importante conocer las características de cada tratamiento y sus posibles interacciones con los diversos materiales existente con el fin de poder seleccionar los más adecuados para garantizar la eliminación de *Legionella* y mantener el circuito en perfecto estado de higiene.

### PALABRAS CLAVE

*Legionella*  
Desinfección  
Corrosión  
Instalaciones de riesgo  
Guías técnicas  
Hipercloración  
RD 865/2003

### SUMMARY

The Royal Decree 865/2003 that establishes the hygienic and sanitary conditions to prevent and control legionellosis, requires that all risk installations shall have a suitable water treatment to prevent *Legionella* growth.

Treatments that are normally carried out for disinfection are usually based on a biocide addition or on a temperature increase.

These treatments in many cases may be very aggressive for the circuit components and result in important corrosion processes that, on the other hand, avoid the disinfection effectiveness.

For all this, it is very important to know the characteristics of each treatment and their possible interactions with the existing materials in order to select the most appropriate not only to guarantee *Legionella* prevention but, in addition, to maintain the circuit under perfect sanitary conditions.

### KEY WORDS

*Legionella*  
Disinfection  
Corrosion  
Risk Installations  
Technical Guide  
Hyperchlorination  
Royal Decree 865/2003

### INTRODUCCIÓN

El Real Decreto 865/2003 por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis obliga a realizar un tratamiento adecuado del agua en todas las instalaciones de riesgo para evitar la proliferación de *Legionella*.

Entre las principales instalaciones afectadas se hallan las de agua fría de consumo humano (AFCH) y las de agua caliente sanitaria (ACS), las primeras clasificadas como de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella* y las segundas, cuando existe acumulación y circuito de retorno, clasificadas como de mayor probabilidad.

Cuando los tratamientos de desinfección se aplican sin tener en consideración las características de la instalación, pueden producirse en algunos casos importantes procesos de corrosión que, por otra parte, impedirán la eficacia de la desinfección.

A continuación se describen las características más significativas de los circuitos de AFCH y ACS, los tratamientos de desinfección más comúnmente utilizados y los posibles efectos de estos tratamientos sobre diversos tipos de instalaciones.

## CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES DE AFCH Y ACS

### a) Conceptos generales

La resistencia de los materiales de los circuitos de AFCH y ACS frente a los tratamientos de desinfección se considera en el RD 865/2003; en él, en su artículo 7.1.d, se establece como criterio general que *“la instalación interior de agua de consumo humano deberá utilizar materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes o por elevación de temperatura...”*.

Este concepto puede ser fácilmente aplicable en nuevas instalaciones, pero es difícil de cumplir en instalaciones ya existentes en las cuales los materiales pueden no ser los más aconsejables para determinados tipos de desinfección.

### b) Materiales

Los principales materiales que se están utilizando en las redes de AFCH y ACS se corresponden con los que se detallan en el Código Técnico de la Edificación; en él se indica que se consideran adecuados para las instalaciones de agua de consumo humano los siguientes tubos:

Esta tabla hace referencia al material de los tubos, no obstante también se deben considerar otros elementos

como juntas, válvulas y accesorios que asimismo forman parte del circuito.

### c) Condiciones de utilización

En las redes de AFCH el RD 865/2003 establece que la temperatura del agua en el circuito se debe mantener lo más baja posible procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 °C.

En las redes de ACS pueden establecerse diversos tipos de circuitos: sin acumulación de agua, con acumulación, sin retorno y con retorno.

El Código Técnico de la Edificación establece en su artículo 3.2.2 que tanto en instalaciones individuales como en instalaciones de producción centralizada, la red de distribución debe estar dotada de una red de retorno cuando la longitud de la tubería de ida al punto de consumo más alejado sea igual o mayor que 15 m.

Por su parte el RITE actual, en su artículo ITE 02.5.2, indica que la elección del sistema de preparación de ACS deberá justificarse en función de la demanda, la adecuada atención al servicio y el uso racional de la energía.

Las instalaciones de ACS sin depósito acumulador calientan el agua inmediatamente antes de su utilización. Cuando no existe demanda, la temperatura del agua en el volumen existente en la red de suministro, disminuye y, si no existen otras medidas preventivas, puede crear un entorno favorable para el desarrollo de Legionella.

Cuando existe acumulación de agua, el RD 865/2003 establece que la temperatura del acumulador no debe descender de 60 °C.

Las instalaciones de ACS con acumulador y circuito de retorno están consideradas en el RD 865/2003 como de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*. El circuito de retorno crea un volumen de agua que, si no es mantenido a una temperatura y con una higiene adecuada, permite la proliferación de microorganismos.

**Tabla 1 – Materiales autorizados para tubos.**

MATERIAL	NORMA
Acero galvanizado	UNE 19047
Cobre	UNE EN 1057
Acero inoxidable	UNE 19049-1
Fundición dúctil	UNE EN 545
Policloruro de vinilo no plastificado (PVC)	UNE EN 1452
Policloruro de vinilo clorado (PVC-C)	UNE EN ISO 15877
Polietileno (PE)	UNE EN 12201
Polietileno reticulado (PE-X)	UNE EN ISO 15875
Polibutileno (PB)	UNE EN ISO 15876
Polipropileno (PP)	UNE EN ISO 15874
Multicapa de polímero / aluminio / polietileno resistente a temperatura (PE-RT)	UNE 53960 EX
Multicapa de polímero / aluminio / polietileno reticulado (PE-X)	UNE 53961 EX

mos. No obstante, el circuito de retorno, permite asegurar que la temperatura de la red de suministro no descienda, impidiendo el desarrollo de *Legionella* y evitando estancamientos del agua.

De acuerdo con el RD 865/2003 se debe mantener la temperatura del agua, en el circuito de agua caliente, por encima de 50 °C en el punto más alejado del circuito o en la tubería de retorno al acumulador

En caso de que se utilicen válvulas mezcladoras, la Guía Técnica de ACS del Ministerio de Sanidad y Consumo indica que los tramos de tubería en los que no se pueda asegurar una circulación del agua y una temperatura mínima superior a 50 °C no pueden tener una longitud superior a 5 metros o un volumen de agua almacenado superior a 3 litros. En sistemas que disponen de válvula mezcladora, se debe garantizar 50 °C antes de la propia válvula.

### TRATAMIENTOS DE DESINFECCIÓN UTILIZADOS

Para poder garantizar una correcta higiene de los circuitos de AFCH y de ACS y evitar la proliferación de *Legionella* se deben tener en consideración los siguientes conceptos:

- Se debe mantener la calidad microbiológica del agua de aporte
- Se debe controlar la temperatura en la red de AFCH y ACS para evitar el desarrollo de *Legionella*
  - Se pueden establecer tratamientos adicionales de desinfección
    - Es necesario realizar desinfecciones periódicas de todos los circuitos
    - En caso de que los controles analíticos detecten la presencia de *Legionella* se debe realizar una desinfección de acuerdo con el RD 865/2003.

A continuación se desarrollará cada uno de estos conceptos.

#### a) Mantenimiento de la calidad microbiológica del agua de aporte

El primer paso para evitar la presencia y proliferación de *Legionella* en las instalaciones de AFCH y ACS es garantizar que el agua de aporte esté perfectamente desinfectada.

Las aguas de red llegan correctamente desinfectadas y normalmente con un determinado contenido de desinfectante residual; no obstante, si existe un depósito de acumulación hemos de tener presente que si este desinfectante residual es cloro, al ser éste un gas, se irá evaporando progresivamente hasta que desaparezca por completo.

Por este motivo el Anexo 3.A del R.D. 865/2003 indica que: "cuando el agua fría de consumo humano proceda de un depósito, se comprobarán los niveles de cloro residual libre o combinado en un número representativo de los puntos terminales, y si no alcanzan los niveles mínimos (0,2 mg/l) se instalará una estación de cloración automática,

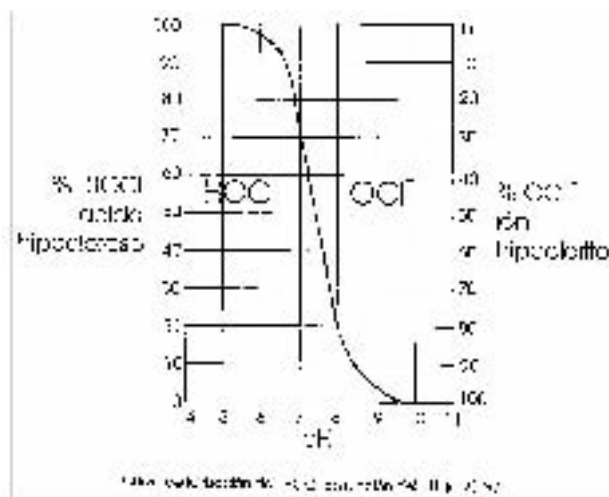


Fig. 1 - Curva de equilibrio del ácido hipocloroso

dosificando sobre una recirculación del mismo, con un caudal del 20 % del volumen del depósito”.

Por otra parte, cuando se utiliza cloro se debe tener presente que la eficacia de la desinfección depende siempre del valor del pH del agua. El cloro disuelto en el agua se encuentra principalmente en forma de ácido hipocloroso (HOCl) e ión hipoclorito (OCl⁻) pero la capacidad desinfectante del ácido hipocloroso (cloro activo) es muy superior. En función del valor del pH del agua este equilibrio se desplaza según puede verse en la figura 1:

A pH = 7,0 aproximadamente el 75 % del cloro libre está en forma de ácido hipocloroso, con un buen efecto de desinfección, mientras que a pH = 8,0 solamente el 20 % del cloro libre está en forma de ácido hipocloroso, con una desinfección muy reducida.

En las aguas de red el valor del pH generalmente depende del contenido en ácido carbónico (CO<sub>2</sub> disuelto en el agua). Cuando el agua se acumula en un depósito el gas carbónico se va perdiendo por evaporación y con ello, el valor del pH tiende a elevarse. Cuando el pH del agua es elevado (por ejemplo, 8,0) se deben usar elevadas dosis de cloro para poder garantizar su desinfección con un importante riesgo de que se produzcan derivados clorados (subproductos restringidos en el agua potable) y que se favorezcan los procesos de corrosión.

En todo sistema de desinfección basado en cloro / hipoclorito es preferible disponer no sólo de un control y de una regulación del valor de cloro, sino también del pH de agua (figura 2) para poder garantizar la eficacia de la desinfección sin necesidad de utilizar elevadas concentraciones de cloro.

#### b) Control de temperaturas

Tal y como se ha indicado anteriormente, en los circuitos de AFCH la temperatura debe ser inferior a 20 °C ya que de esta forma *Legionella* queda en estado latente y no se reproduce.

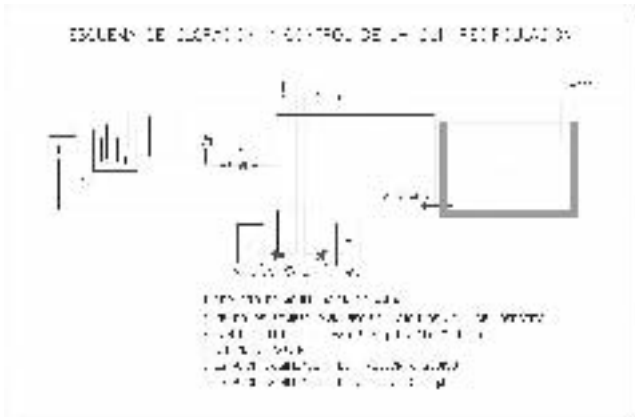


Fig. 2 - Ejemplo de control de cloro y pH mediante circuito de recirculación

En los circuitos de ACS con un depósito de acumulación y un circuito de recirculación, el desinfectante que existe en el agua se evapora fácilmente quedando el agua desprotegida; por ello es imprescindible un control exhaustivo de la temperatura.

El R.D. 865/2003 indica que en estos circuitos se debe mantener una temperatura mínima superior a 60 °C en el acumulador de ACS y como mínimo de 50 °C en el punto más alejado de la instalación o en el retorno. Estos valores de temperatura serían de por sí adecuados para la eliminación de *Legionella*, no obstante en muchos casos es muy difícil conseguir temperaturas superiores a 50 °C en la totalidad del circuito. Frecuentemente existen zona con poco consumo, zonas algo aisladas, en las cuales puede formarse una biocapa y proliferar *Legionella*.

Por este motivo en algunos circuitos se considera oportuno realizar tratamientos adicionales de desinfección. Para ello, de acuerdo con el RD 865/2003, se podrá utilizar cualquiera de los desinfectantes que para tal fin haya autorizado la Dirección General de Salud Pública. Los sistemas físicos y físico-químicos no precisan de autorización específica, pero deben ser de probada eficacia frente a *Legionella*.

### c) Tratamientos adicionales de desinfección

El R.D. 1054/2002 que regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas, permitirá en un futuro la utilización de una amplia gama de biocidas en las instalaciones de ACS; no obstante actualmente las posibilidades son mucho más reducidas.

Los principales sistemas que se están aplicando para la desinfección en continuo son los siguientes:

#### CLORO / HIPOCLORITO

Cuando se aplica en circuitos de ACS se debe considerar que en estas instalaciones el CO<sub>2</sub> disuelto en el agua se evapora y el pH del agua se sitúa generalmente alrededor de 8,0 - 8,5; en estas condiciones si no se regula el va-



Fig. 3 - Desinfección mediante radiación ultravioleta en ACS

lor del pH, la eficacia de la desinfección será muy reducida.

#### DIÓXIDO DE CLORO

El dióxido de cloro se genera normalmente por reacción entre clorito sódico y ácido clorhídrico. Es un desinfectante con efecto residual y muy eficaz frente a *Legionella*.

Como ventajas más significativas frente al cloro debe destacarse que su eficacia no depende del valor del pH el agua y que no forma trihalometanos.

#### RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

Este sistema genera una radiación ultravioleta con una longitud de onda de 254 nm (nanómetros) muy efectiva para la desinfección ya que provoca una reacción fotoquímica que inactiva el ADN de las células. De esta forma queda paralizado el metabolismo de los gérmenes impidiendo la posibilidad de reproducción, con lo cual el germen se neutraliza (figura 3).

En los circuitos de ACS debe considerarse que las características de las lámparas generadoras de radiación UV dependen de la temperatura. En general los equipos standard son adecuados para agua hasta una temperatura máxima de 35 40 °C, pero la dosis de radiación suministrada disminuye con la temperatura. Cuando se desea realizar una desinfección en un circuito de ACS se deberá utilizar un equipo diseñado para proporcionar una dosis útil de radiación (generalmente estimada en 400 J/m<sup>2</sup>) a la temperatura de trabajo.

#### GENERACIÓN DE IONES COBRE / PLATA

Los iones de cobre y plata se generan en una célula electrolítica a partir de electrodos de los metales correspondientes. Los iones de cobre y plata cargados positiva-



Fig. 4 – Desinfección mediante ozonización

mente se adsorben en la pared celular de las bacterias (efecto electrostático); esto produce una reducción de la permeabilidad de las paredes de la célula y la desnaturalización de las proteínas causando su muerte.

#### OZONIZACIÓN

El ozono es un poderoso oxidante que no solamente destruye bacterias sino que su campo de actuación se amplía también hasta los virus. Su elevado poder virucida se basa principalmente en la destrucción de los dobles enlaces del RNA y DNA de los virus lo cual provoca su destrucción.

La aplicación de ozono en el agua en las dosis adecuadas permite una eficaz desinfección y una completa eliminación de *Legionella*.

El ozono se genera normalmente por descarga eléctrica silenciosa y se adiciona generalmente en el retorno del ACS para que una cierta concentración de ozono residual pueda llegar hasta el depósito acumulador (figura 4).

#### **SEGURIDAD ADICIONAL EN PUNTOS DE CONSUMO SIGNIFICATIVOS**

Como un tercer paso en la prevención de la legionelosis se puede instalar filtros absolutos en puntos de consumo específicos. Estos filtros tienen un tamaño de paso inferior a 0,22  $\mu\text{m}$  y evitan el paso de *Legionella* a consumo.

Recientemente se están aplicando elementos individuales de ultrafiltración en puntos de consumo como duchas en hospitales o en hoteles (figura 5). Proporcionan una seguridad adicional y permite un caudal adecuado para la aplicación (alrededor de 800 l/h).

#### **d) Desinfecciones periódicas de los circuitos**

El RD 865/2003 establece que las instalaciones de AFCH y de ACS se limpiarán y desinfectarán como mí-



Fig. 5 – Ultrafiltración para puntos de consumo

nimo, una vez al año, cuando se pongan en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

Esta desinfección se puede realizar mediante un procedimiento químico o por elevación de temperatura.

En su anexo 3.B, el RD 865/2003 indica el procedimiento a seguir si la desinfección se realiza con cloro, con concentraciones que pueden llegar hasta 20-30 mg/l de cloro residual libre en el depósito de acumulación.

#### **e) Desinfección en caso de brote**

En el caso de producirse un brote se realizará un tratamiento en todo el sistema de distribución de acuerdo con el anexo 3.C del RD 865/2003 mediante adición de cloro (no se admiten otros biocidas) o por elevación de temperatura.

#### **EFFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LAS INSTALACIONES**

##### **a) Efectos de los sistemas de desinfección**

##### COLORO / HIPOCLORITO

El cloro es el desinfectante más utilizado, no obstante también es el que puede presentar más problemas. Las concentraciones que figuran en el RD 865/2003 son variables en función del tiempo de contacto, pero pueden llegar hasta 20-30 mg/l de cloro residual libre. La aplicación de dosis elevadas de cloro no sólo favorece la formación de trihalometanos sino que puede producir graves procesos de corrosión en los elementos metálicos de la instalación y la degradación de otros componentes.

Los diversos datos existentes sobre resistencia de materiales ofrecen valores que, en general, permiten verificar su corrosividad frente a un agua hiperclorada como puede verse a continuación en las tablas 2, 3 y 4:

RESISTENCIA QUÍMICA FRENTE A LA HIPERCLORACIÓN

PLÁSTICOS

X = Adecuado  
 L = Limitado  
 NR = No adecuado

CONCENTRACION DE CLORO EN EL AGUA	PVC	TRAP	ETFE	PE	ABS	OPAC	PMMA	PE
10 ppm (0.1)	X	X	X	X	X	X	X	X
1-200 ppm	L	L	X	X	L	-	L	-
> 200 ppm	NR	L	X	X	NR	NR	NR	-

Tabla 2. – Resistencia química de plásticos

Estas tablas deben considerarse siempre como orientativas. Para cada producto es el fabricante quien mejor puede facilitar su resistencia química y su comportamiento frente a la hipercloración.

DIÓXIDO DE CLORO

El dióxido de cloro es un gas que debe generarse in situ y que en contacto con el aire puede formar mezclas explosivas a determinadas concentraciones lo cual normalmente obliga a instalar sensores de alarma en el ambiente.

Además de los posibles problemas de corrosión, similares a los del cloro, el dióxido de cloro forma como subproducto de reacción iones clorito cuya concentración debe controlarse según el RD 140/2003, especialmente en un circuito de ACS con recirculación en el cual su concentración podría ir aumentando progresivamente.

RADIACIÓN ULTRAVIOLETA

La desinfección mediante radiación ultravioleta es un proceso que destruye *Legionella* presente en el agua, libre de productos químicos y sin subproductos significativos de reacción; no obstante no destruye *Legionella* en el interior de amebas ni posee ningún efecto residual. La desinfección por radiación ultravioleta generalmente se complementa con otros tratamientos con efecto residual.

GENERACIÓN DE IONES COBRE / PLATA

Elimina *Legionella* y que posee efecto residual; no obstante deben considerarse sus condiciones de funcionamiento: un contenido elevado en cloruros (superior a 200 mg/l) puede producir la precipitación de sales de cloruro de plata en las tuberías y, por otra parte, dosis elevadas de iones cobre y plata pueden favorecer los procesos de corrosión por formación de pares galvánicos con otros metales menos nobles.

Asimismo en aguas duras con carácter incrustante, debe considerarse que durante el proceso electrolítico se pueden formar incrustaciones calcáreas en el cátodo.

RESISTENCIA QUÍMICA FRENTE A LA HIPERCLORACIÓN

ELASTÓMEROS

X = Adecuado  
 L = Limitado  
 NR = No adecuado

CONCENTRACION DE CLORO EN EL AGUA	NEOPRENO	WTON	BUNA-N	TEFLON	EPDM	HYALON
10 ppm (0.1)	NR	X	NR	X	X	-
1-200 ppm	NR	X	NR	X	L	-
> 200 ppm	NR	X	NR	X	NR	-

Tabla 3. – Resistencia química de elastómeros

OZONIZACIÓN

El ozono es un oxidante muy enérgico y en concentraciones significativas puede causar importantes procesos de corrosión. Si bien la concentración de ozono en el agua de consumo no se halla regulada en el RD 140/2003, considerando las diversas regulaciones europeas, la concentración residual máxima de ozono en el agua de consumo debería ser inferior a 50 µg/l.

SEGURIDAD ADICIONAL EN PUNTOS DE CONSUMO SIGNIFICATIVOS

Estos elementos no poseen evidentemente ningún efecto residual. En cualquier caso, como en todos los medios filtrantes, el cartucho de filtración debe sustituirse regularmente.

b) Efectos de la elevación de temperatura

La elevación de temperatura en el circuito de ACS es un sistema de desinfección que se utiliza frecuentemente. En algunos casos este procedimiento se utiliza regularmente como desinfección de mantenimiento.

Presenta importantes ventajas, pero también deben considerarse algunos conceptos importantes:

RESISTENCIA QUÍMICA FRENTE A LA HIPERCLORACIÓN

METALES

X = Adecuado  
 L = Limitado  
 NR = No adecuada

CONCENTRACION DE CLORO EN EL AGUA	ACERO AL CARBONO	ALUMINIO	ACERO INOXIDABLE	BRONCE	ACERO GALVANIZADO	COBRE	PLATA
10 ppm (0.1)	NR	X	X	X	NR	L	X
1-200 ppm	NR	L	X	L	NR	NR	NR
> 200 ppm	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR

Tabla 4. – Resistencia química de metales

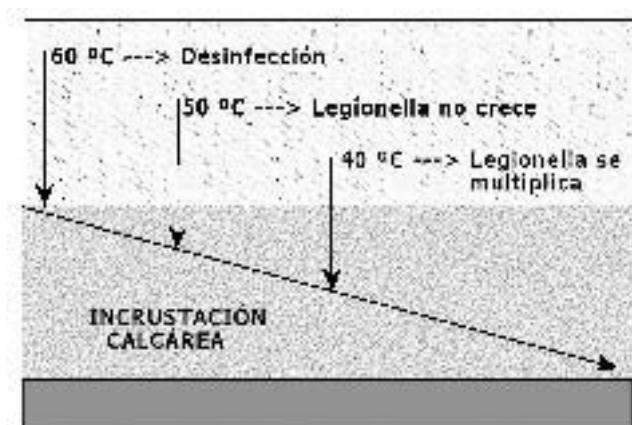


Fig. 6 – Efecto de las incrustaciones calcáreas en la desinfección

### FORMACIÓN DE INCRUSTACIONES CALCÁREAS

La elevación de la temperatura en un agua con carácter incrustante o muy incrustante favorece la formación de depósitos calcáreos en las tuberías e instalaciones y con ello la formación de biocapas. Además actúan como un aislante produciendo un consumo excesivo de energía y reduciendo o incluso anulando la eficacia de los sistemas de desinfección tanto por adición de biocidas como por choque térmico (figura 6).

En aguas incrustantes será pues necesario realizar un tratamiento para evitar la formación de incrustaciones en el circuito. Los principales tratamientos utilizados son:

- Descalcificación del agua mediante resinas de intercambio iónico.
- Dosificación de inhibidores de incrustaciones.
- Aplicación de equipos físicos.

### DESARROLLO DE PROCESOS DE CORROSIÓN

La temperatura es un factor muy significativo en los procesos de corrosión. Al elevar la temperatura generalmente aumenta la velocidad de los procesos de corrosión aunque en tuberías de cobre también es frecuente que la corrosión se produzca únicamente en las tuberías de agua fría.

Especialmente en acero galvanizado debe prestarse atención a la temperatura de servicio ya que por encima de 60 °C, en función de la composición química del agua, pueden producirse procesos de corrosión por un fenómeno de inversión de polaridad del zinc con respecto al hierro. Si se utiliza este material en las conducciones de ACS, es importante mantener la temperatura en el depósito de acumulación lo más cercana posible a 60 °C y no superar los 70 °C como temperatura normal de trabajo. Si es necesario se deben aislar las tuberías para mantener la temperatura lo más cercana posible a 60 °C.

El desarrollo de procesos de corrosión (figura 7), es un factor muy importante que debe ser tenido en consideración ya que aparte de ser un elemento importante en el desarrollo de biocapas, el hierro actúa como un impor-

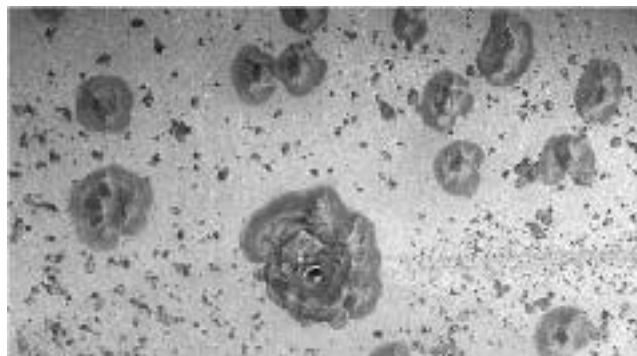


Fig. 7 – Corrosión en un acumulador de ACS

tante nutriente de *Legionella* favoreciendo su multiplicación.

### c) Tratamientos recomendables

A la vista de todo lo anteriormente expuesto, se debe considerar que la desinfección química basada en aplicación de elevadas dosis de cloro puede favorecer en forma muy significativa los procesos de corrosión; por ello, en general, será preferible utilizar desinfectantes alternativos como los indicados anteriormente o bien utilizar una desinfección térmica.

La elevación de temperatura puede favorecer también los procesos de corrosión, pero normalmente estos procesos son de cinética lenta; elevaciones puntuales de temperatura para desinfección no afectan los procesos de corrosión. En cualquier caso sí debe tenerse en consideración el carácter incrustante del agua y si es necesario realizar el tratamiento adecuado para evitar la formación de incrustaciones calcáreas.

### CONCLUSIONES

Los circuitos de AFCH y de ACS son un lugar adecuado para el desarrollo de *Legionella*. Este concepto se halla recogido en el RD 865/2003 el cual especifica que en todos ellos debe implantarse un tratamiento adecuado.

Para que este tratamiento sea efectivo, se deben considerar todos los elementos del circuito para garantizar no solamente su desinfección sino también que los tratamientos seleccionados no puedan favorecer procesos de corrosión ni la formación de incrustaciones calcáreas.

Para ello se deben considerar los diversos sistemas de desinfección existentes incluyendo elementos de seguridad en puntos de consumo significativos y evitar la utilización de biocidas agresivos con los diversos materiales del circuito.

Si se tienen en consideración todos estos conceptos, un correcto estudio del circuito permitirá conservar las instalaciones existentes en perfecto estado de higiene y de funcionamiento y garantizar a la vez el cumplimiento del R.D. 865/2003 para la prevención de la legionelosis.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. 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.
2. REAL DECRETO 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
3. ORDEN SCO/3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.
4. REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
5. UNE-EN 806-2:2005. Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios. Parte 2: Diseño.
6. UNE 112076:2004 IN. Prevención de la corrosión en circuitos de agua
7. UNE 100030:2005 IN. Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de *Legionella* en instalaciones.
8. UNE-EN 12502-1:2005. Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua. Parte 1: Generalidades.
9. UNE-EN 12502-2:2005. Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua. Parte 2: Factores que influyen para el cobre y aleaciones de cobre.
10. UNE-EN 12502-3:2005. Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua. Parte 3: Factores que influyen para materiales férricos galvanizados en caliente.
11. UNE-EN 12502-4:2005. Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua. Parte 4: Factores que influyen para el acero inoxidable.
12. UNE-EN 12502-4:2005. Protección de materiales metálicos contra la corrosión. Recomendaciones para la evaluación del riesgo de corrosión en sistemas de distribución y almacenamiento de agua. Parte 5: Factores que influyen para fundición de hierro, acero no aleado y de baja aleación.
13. Guías Técnicas del Ministerio de Sanidad y Consumo. Junio 2006