

# CAPÍTULO 1

## ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE LEGIONELLA

### 1. INTRODUCCIÓN

La legionelosis es una enfermedad relativamente nueva cuyo conocimiento se produjo en el año 1976, tras un brote de neumonía en un hotel de Filadelfia que afectó a miembros de la legión americana que celebraban su convención anual. Se produjeron un total de 182 casos con 34 fallecidos. La enfermedad se denominó legionelosis y fue descrita por investigadores del Center for Disease Control (CDC) de Atlanta; el agente se denominó *Legionella pneumophila*. No obstante investigaciones posteriores identificaron brotes anteriores, ya desde el año 1957.

La dificultad de crecimiento de *Legionella* en los cultivos convencionales hizo que su diagnóstico fuese poco frecuente y se catalogasen dichas neumonías bajo el gran epígrafe de atípicas, consideradas únicamente en relación con brotes comunitarios y casos hospitalarios.

En 1990 se introdujo en el mercado un nuevo test diagnóstico a partir de muestras de orina, lo que hizo aumentar la detección, y por tanto, la incidencia de la enfermedad, pasando a dominar los casos aislados y convirtiéndose este agente en la tercera causa de neumonía bacteriana.

A pesar de todo ello, todavía existen muchas lagunas en el conocimiento de la bacteria y en cómo causa enfermedad, por lo que a pesar de las medidas de prevención y control, estamos lejos de erradicarla, dado su origen medio ambiental (bacteria muy ubicua en el agua natural de ríos y lagos)

Es una enfermedad de declaración obligatoria desde el año 1997 en España, y los esfuerzos para su control se basan en la adopción de medidas higiénico-sanitarias recogidas en guías, protocolos y legislación: Normas UNE, Libro de Recomendaciones para la prevención de la Legionelosis (Ministerio de Sanidad y Consumo 1999).

La primera legislación que se publica es la de la Comunidad Autónoma de Madrid en el año 1998, como consecuencia del brote de Alcalá de Henares. Cataluña, Valencia y Galicia lo hicieron en el año 2001. El Ministerio de Sanidad y Consumo publicó, con el respaldo de la Comisión de Salud Pública, en ese año el primer Real Decreto de prevención y control de la legionelosis, como normativa básica del Estado (Real Decreto 909/2001 de 27 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis), que es posteriormente sustituido por el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, con el mismo enunciado. Esta legislación se realizó en el marco de la Ponencia de Sanidad Ambiental coordinada por la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

En la elaboración de la legislación han participado las Comunidades Autónomas, así como expertos y técnicos con experiencia en el control de la legionelosis. Asimismo, han sido oídos los sectores y organismos e instituciones implicadas.

El hecho de que la legionelosis se asocie habitualmente a brotes comunitarios, frecuentemente relacionados con torres de refrigeración, agua caliente sanitaria, jacuzzis, fuentes ornamentales, nebulizaciones, etc., ha proporcionado a esta enfermedad una elevada repercusión mediática.

A pesar de ser percibida como una enfermedad infecciosa potencialmente erradicable, se puede controlar con medidas higiénico-sanitarias en las instalaciones implicadas. La ocurrencia de casos en instalaciones hoteleras provoca que se cree en 1987 un grupo específico para el estudio de la legionelosis del viajero: "European Working Group For Legionella Infection", (EWGLI en su acrónimo en inglés). Los brotes hospitalarios que afectan a pacientes de alto riesgo (por el uso de agua caliente sanitaria) son una creciente preocupación para las autoridades sanitarias. No hay que olvidar que posee una mortalidad que se sitúa entre el 10 y el 30% y que su diagnóstico y tratamiento precoz disminuyen considerablemente la misma. La letalidad en casos comunitarios es del 3%.

## 2. ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE LA BACTERIA

*Legionella* es una bacteria ambiental ya que su nicho natural es las aguas superficiales como lagos, ríos, estanques, formando parte de su flora bacteriana. Desde estos reservorios naturales la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades, y a través de la red de distribución de agua, incorporarse a los sistemas de agua sanitaria (fría o caliente) u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento, como torres de refrigeración, condensadores evaporativos, fuentes ornamentales, etc. También ha sido aislada en terrenos húmedos y tiene una distribución mundial.

Una de las características de *Legionella* es que es una bacteria capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 °C y 45 °C, destruyéndose a 70 °C, siendo su temperatura óptima de crecimiento de 35 °C a 37 °C. Perteneciente a la familia *Legionellaceae*, género *Legionella*, de la que existen 48 especies descritas (*pneumophilla micdadei*, *anisa*, etc.) con más de 70 serogrupos, siendo los que más frecuentemente producen enfermedad los serogrupos 1, 4 y 6 de *Legionella pneumophilla* y *Legionella micdadei*. Es una bacteria con forma generalmente de bacilo que oscila entre 0,3 y 0,9 µm de ancho, y de 1,5 a 5 µm de longitud. Se tiñen tenuemente con la coloración de Gram (Gram negativo) y son móviles por la presencia de uno o más flagelos polares o subpolares. *Legionella* es un microorganismo aeróbico estricto, necesita oxígeno para su supervivencia (concentración mayor a 2,2 mg/l) y en general es poco activo.

Una característica biológica de esta bacteria es su capacidad de crecer intracelularmente en protozoos y en macrófagos humanos. La presencia de amebas en determinados ambientes e instalaciones es un mecanismo de supervivencia de *Legionella* en condiciones ambientales desfavorables que hacen más difícil su eliminación.

Esta particularidad les confiere una gran resistencia en su hábitat natural, se multiplican en el interior de diversos protozoos de vida libre (5 géneros de amebas) y en el medio libre se encuentran formando parte de complejas biocapas microbianas.

La posibilidad de multiplicación intracelular la protege contra la acción de los antibióticos y desinfectantes, de forma que sólo responde a antibióticos capaces de penetrar en las células. Su proliferación masiva aumenta el riesgo de infección, persistencia en la red, en la biocapa y la propagación de la infección.

En el cuerpo humano *Legionella* en vez de ser destruida por los macrófagos, se reproduce en ellos, en el interior de vacuolas fagocíticas que crecen hasta romper el macrófago y liberarse al exterior para repetir el ciclo.

En general, en su medio natural, la bacteria se encuentra en bajas concentraciones, pero en número suficiente para contaminar circuitos de agua artificiales, en los cuales encuentra condiciones favorables para su multiplicación y diseminación.

Estas instalaciones, en ocasiones, favorecen el estancamiento de agua y la acumulación de productos que sirven de nutrientes para la bacteria, como lodos, materia orgánica, material de corrosión y amebas, formando una biocapa. La presencia de esta biocapa, junto con una temperatura propicia, explica la multiplicación de *Legionella* hasta concentraciones infectantes para el ser humano.

Si existe en la instalación un mecanismo productor de aerosoles, la bacteria puede dispersarse en el aire. Las gotas de agua conteniendo la bacteria pueden permanecer suspendidas en el aire y penetrar por inhalación en el aparato respiratorio.

En resumen, las condiciones que favorecen la proliferación de *Legionella* se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones favorables a la proliferación de *Legionella*

<b>Temperatura</b>	Con un rango entre 25 y 45 °C. Mayor entre 35 y 37 °C.
<b>Estancamiento agua</b>	Existencia de zonas muertas, baja velocidad de circulación.
<b>Calidad del agua</b>	Presencia de nutrientes, depósito de sólidos en suspensión, conductividad, turbidez, etc.
<b>Tipo superficie en contacto agua</b>	Tipo material (celulosa, madera, etc.), rugosidad, depósitos cálcicos, corrosión.
<b>Depósitos biológicos (biocapa)</b>	Protozoos, algas, bacterias.

En la figura 1 se muestra el rango de temperaturas de proliferación de la bacteria. Según puede apreciarse en ella, la *Legionella* se encuentra en estado latente a temperaturas inferiores a 20 °C; de 20 °C a 45 °C se

multiplica activamente, a partir de 50 °C no se multiplica y por encima de 70 °C muere: Asimismo, describe el rango de temperaturas de trabajo de las distintas instalaciones asociadas a la proliferación y dispersión de la bacteria.

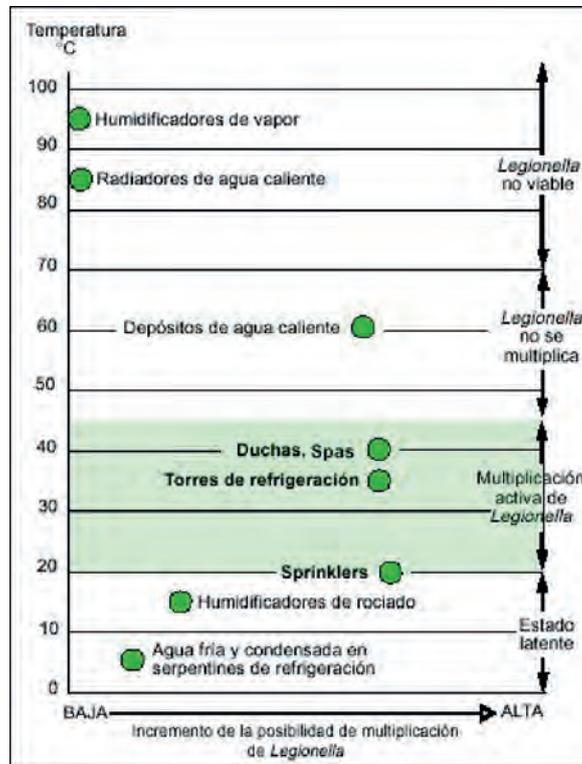


Figura 1. Desarrollo de Legionella en función de la temperatura

### 3. INSTALACIONES AMPLIFICADORAS

Las instalaciones, que colonizadas poseen elementos que amplifican y favorecen su crecimiento por la acumulación de nutrientes y sedimentos, y que más frecuentemente se contaminan con Legionella y han sido identificadas como fuentes de infección, son los sistemas de distribución de agua sanitaria y los equipos de enfriamiento por dispersión de agua en un flujo de aire (torres de refrigeración)

En el artículo 2 (apartados 2.1 y 2.2) del Real Decreto 865/2003, se dividen estas instalaciones según la probabilidad de proliferación y dispersión de la bacteria, tal y como se especifica en la tabla 2.

Tabla 2. Ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003

1. INSTALACIONES CON MAYOR PROBABILIDAD DE PROLIFERACION Y DISPERSIÓN DE LEGIONELLA	2. INSTALACIONES CON MENOR PROBABILIDAD DE PROLIFERACION Y DISPERSIÓN DE LEGIONELLA
<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.</li> <li>b) Sistemas de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno.</li> <li>c) Sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire.</li> <li>d) Centrales humidificadoras industriales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Sistemas de instalación interior de agua fría de consumo humano (tuberías, depósitos aljibes) cisternas o depósitos móviles y agua caliente sanitaria sin circuito de retorno.</li> <li>b) Equipos de enfriamiento evaporativo que pulvericen agua, no incluidos en apartado 2.1.</li> <li>c) Humectadores.</li> <li>d) Fuentes ornamentales.</li> <li>e) Sistemas de riego por aspersión en el medio urbano.</li> <li>f) Sistemas de agua contra incendios.</li> <li>g) Elementos de refrigeración por aerosolización al aire libre.</li> <li>h) Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles.</li> </ul>
<b>3. INSTALACIONES DE RIESGO EN TERAPIA RESPIRATORIA</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Equipos de terapia respiratoria.</li> <li>b) Respiradores.</li> <li>c) Nebulizadores.</li> <li>d) Otros.</li> </ul>	

#### 4. MECANISMO DE TRANSMISIÓN

La transmisión de la infección se realiza por vía aérea mediante la inhalación de aerosoles o gotitas respirables (menores de 5 µm) que contienen *Legionella* y también por microaspiración de agua contaminada. La permanencia de los aerosoles en el aire es corta, ya que presentan una escasa resistencia a la desecación y a los efectos de la radiación ultravioleta. Los aerosoles no alcanzan grandes distancias –unos 200 m- pero se han descrito distancias de hasta 3 Km e incluso 28 Km. La legionelosis no se transmite al beber agua, ingerir alimentos, de persona a persona, ni de animales a personas, ya que no se conoce la existencia de reservorios animales conocidos.

Podemos decir que la legionelosis es una enfermedad oportunista, dado que excepcionalmente se presenta en personas sanas en las que puede producir infecciones asintomáticas. Para que se produzca infección en el hombre se tienen que dar una serie de requisitos:

- Que el microorganismo tenga una vía de entrada a la instalación.
- Que se multiplique en el agua hasta conseguir un número de microorganismos suficientes como para que sea un riesgo para personas susceptibles.
- Que se disperse en el aire en forma de aerosol a partir del sistema.
- Que sea virulento para el hombre.
- Que individuos susceptibles sean expuestos a aerosoles con la cantidad suficiente de *Legionella* viable.

La enfermedad no se produce cuando el inóculo es muy bajo y la defensa celular está intacta; ante el fracaso de cualquiera de los dos mecanismos la enfermedad es más probable. En casos en que la salud esté comprometida, la susceptibilidad del huésped aumenta.

Son factores de mayor riesgo de padecer la enfermedad:

- Tratamiento inmunodepresor (terapia antirrechazo en enfermos transplantados, en especial con glucocorticoides).
- Transplante de órgano (riñón, corazón, hígado y pulmón).
- Presentar una patología de base como:
  - neoplasias
  - diabetes
  - quimioterapia
  - insuficiencia renal terminal

Son factores de riesgo moderado:

- tener más de 65 años
- ser fumador
- padecer una enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)
- insuficiencia cardiaca
- alcoholismo
- ser varón

## 5. CUADRO CLÍNICO

El cuadro clínico es muy variable, desde formas asintomáticas, hasta una neumonía grave con fallo multiorgánico, pero clásicamente, se distinguen dos formas clínicas: la infección pulmonar o neumonía por *Legionella* y la fiebre Pontiac o síndrome global agudo autolimitado.

**5.1. La fiebre Pontiac** se presenta con un cuadro febril con dolores articulares y musculares (artromialgias) y afectación del estado general, acompañado de fiebre, tos, dolor torácico, diarrea y confusión. En general es una enfermedad autolimitada con una clínica leve que evoluciona a la curación. Su periodo de incubación es de 1 a 3 días, pero habitualmente oscila entre 24 – 48 horas. Su incidencia es de un 95%.

**5.2. Neumonía por *Legionella*** (Enfermedad del legionario). Se presenta con una incidencia entre 1 – 5% y su gravedad y clínica son muy variables. Su periodo de incubación puede oscilar entre 2 y 15 días con una media de 5 a 6 días. La presentación clínica puede variar desde una neumonía atípica a una forma clásica. Es frecuente la afectación de otros órganos como riñón, hígado, tracto gastrointestinal, sistema nervioso. Los síntomas más frecuentes son: fiebre elevada, tos, dolor muscular, escalofríos, cefalea, dolor torácico, esputos, diarrea, confusión o alteración del estado de conciencia. La letalidad oscila entre el 15 – 30%, aunque ésta disminuye si se instaura un tratamiento precoz con antibióticos.

## 6. DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD

### 6.1 Diagnóstico

El diagnóstico de las infecciones humanas causadas por *Legionella* puede realizarse por alguno de los siguientes métodos:

**6.1.1. Aislamiento de la bacteria por cultivo.** A partir de muestras respiratorias tales como esputos, muestras obtenidas mediante broncoscopio o tejido pulmonar, utilizando los medios de cultivo adecuados, es la técnica de elección. Si las muestras son adecuadas se obtiene una sensibilidad del 70 % y una especificidad del 100%. El crecimiento se produce entre 3 y 10 días.

**6.1.2. Serología mediante inmunofluorescencia indirecta (IFI).** Demostrando la presencia de anticuerpos específicos en el suero, tomados en la fase aguda o convaleciente de la enfermedad. Su sensibilidad oscila entre el 78 – 91% y la especificidad del 99%. La seroconversión se produce en 2 meses.

**6.1.3. Detección de antígeno específico de *Legionella pneumophila* serogrupo 1 en orina.** Es una técnica rápida que se está aplicando de forma creciente. Debido a la adopción de la determinación por enzoinmunoanálisis (EIA) y de inmunocromatografía de membrana (IC) se puede detectar los antígenos en 2-3 horas y en 15 minutos, respectivamente. El antígeno de *Legionella* es detectable desde el inicio de los síntomas hasta muchos meses después. Posee una sensibilidad próxima al 70% y una especificidad cercana al 100%, con el método ITC (NOW) se puede lograr una mejora de la sensibilidad.

**6.1.4. Inmunofluorescencia directa (IFD).** Visualización de microorganismos en líquidos o tejidos patológicos. Esta técnica es muy rápida, pero presenta cierta dificultad en la interpretación de los resultados obtenidos, ya que hay que descartar falsos positivos debidos a reacciones cruzadas con otros microorganismos, así que un resultado negativo no excluye la presencia de la enfermedad.

**6.1.5. Técnica de la PCR.** Mediante la utilización de sondas específicas de ADN y la reacción en cadena de la polimerasa, posee una especificidad del 95% y una sensibilidad entre el 25 y el 75%, sobre todo en muestras respiratorias.

## 6.2. Tratamiento

Está condicionado por la naturaleza intracelular del patógeno. La eritromicina se ha considerado desde siempre el tratamiento de elección frente a *Legionella*. En los últimos años la aparición de nuevos antibióticos con menos efectos secundarios la han ido desplazando.

Los nuevos macrólidos (azitromicina, claritromicina) son más activos. También ha sido utilizada la rifampicina asociada con eritromicina o quinolonas, para evitar la posible aparición de resistencias.

Actualmente las fluoroquinolonas (ciprofloxacino, ofloxacino, levofloxacino) han demostrado la mayor actividad frente a *Legionella* en estudios experimentales y han sido utilizadas con éxito en el tratamiento de la enfermedad. El tratamiento debe ser iniciado lo más precoz posible, ya que el retraso en su administración se asocia con un peor pronóstico.

## 7. VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LA LEGIONELOSIS EN ESPAÑA

Desde el conocimiento de la enfermedad se ha ido incorporando la Legionelosis a la vigilancia epidemiológica de los países desarrollados.

Aunque la vigilancia epidemiológica en España se viene realizando desde hace muchos años, es en 1996 cuando se crea en nuestro país la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica que engloba tanto los sistemas básicos de vigilancia (notificación de enfermedades de declaración obligatoria EDO, agrupaciones de casos, brotes e información microbiológica), como los sistemas especiales (registros de casos, muestras de seroprevalencia, SIDA y enfermedades inmunoprevenibles).

**7.1 Enfermedad de declaración obligatoria.** La legionelosis se incluye como enfermedad de declaración obligatoria a nivel nacional en el año 1997 (Real Decreto 2210/1995, de 28 de diciembre, por el que se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica). La declaración debe ser realizada por los médicos en ejercicio tanto del sector público como privado, ante la sospecha de un caso. La declaración es semanal y se acompaña de una serie de datos relativos al caso (identificación, epidemiológicos y microbiológicos) recogidos de acuerdo con los protocolos de las Enfermedades de Declaración Obligatoria.

**7.2 Notificación de situaciones epidémicas y brotes.** Es igualmente una declaración obligatoria y urgente. En un periodo de tres meses, desde la finalización y control del brote, los responsables de su estudio en la Comunidad Autónoma emiten un informe que recoge los datos sobre la investigación realizada y los envía al Centro Nacional de Epidemiología.

**7.3. Sistema de Información Microbiológica (SIM).** Se basa en la notificación obligatoria, por parte de los laboratorios de microbiología clínica de los hospitales, de los casos de legionelosis que identifican.

**7.4 Notificación de casos de legionelosis en viajeros en Europa.** España forma parte de la Red Europea para el Estudio de Legionelosis asociada a viajes (EWGLINET). El objetivo de este grupo es la identificación precoz y notificación de los casos de legionelosis en turistas que han viajado a otros países, permitiendo una rápida investigación de las posibles fuentes de infección y la adopción de medidas de control.

**7.5 Información del Centro Nacional de Microbiología.** El laboratorio de *Legionella* de este Centro actúa en el aislamiento de *Legionella* a partir de muestras clínicas o ambientales, así como para la identificación y tipificación de las cepas, de forma que se pueda establecer la fuente de infección.

## 8. INCIDENCIA DE LA LEGIONELOSIS EN ESPAÑA

En España se dispone de datos desde el año 1997 cuando se introdujo la legionelosis como una enfermedad de declaración obligatoria.

### 8.1 A efectos de notificación se considera legionelosis:

• **Definición clínica de caso** (Memorando OMS 1990):

- Enfermedad del Legionario, es una enfermedad respiratoria aguda con signos focales de neumonía, fiebre, cefalea y mialgias. Alrededor de un tercio de los casos desarrollan diarrea y vómitos y la mitad de ellos pueden presentar confusión mental y delirio.
- La Fiebre de Pontiac, es un síndrome febril agudo y autolimitado.

• **Caso confirmado.** Es aquel compatible con la definición clínica de caso y cualquiera de los diagnósticos microbiológicos considerados de confirmación:

- Aislamiento de cualquier especie o serogrupo de *Legionella* a partir de secreciones respiratorias, tejido pulmonar o sangre.
- Seroconversión (aumento del título de anticuerpos en cuatro veces o más, con un segundo título mínimo de 128) frente a *L. pneumophila* serogrupo 1, por inmunofluorescencia indirecta, en sueros formados en la fase aguda y convaleciente de la enfermedad.
- Demostración de antígenos de *L. pneumophila* serogrupo 1 en orina por ELISA o RIA.

• **Caso sospechoso/probable:** Es aquel compatible con la definición clínica de caso y /o resultado positivo en alguna de las siguientes pruebas de laboratorio consideradas presuntivas:

- Título alto ( $\geq 256$ ) de anticuerpos frente a *L. pneumophila* serogrupo 1.
- Seroconversión (aumento de título de anticuerpos en cuatro veces o más con un segundo título mínimo de 128) frente a cualquier especie o serogrupo de *Legionella* distinto de *L. pneumophila* serogrupo 1, en sueros formados en la fase aguda y convaleciente de la enfermedad.
- Inmunofluorescencia directa en secreciones bronquiales o tejido pulmonar frente a cualquier especie o serogrupo de *Legionella*, incluido SG1.

### 8.2 Incidencia de la legionelosis en nuestro país

En el primer año del que se dispone de datos, 1997, se declararon 201 casos de legionelosis lo que supone una tasa de 0,51 casos por 100.000 habitantes, desde entonces ha presentado una incidencia creciente hasta el año 2001, año en el que se produjo el brote de legionelosis de Murcia, con un gran número de afectados (650 casos confirmados, aunque su letalidad fue inferior (1%) a la de la mayoría de los brotes declarados a escala mundial). Esta tasa de crecimiento anual (52,5%) se explica en parte por la amplia difusión del uso del antígeno en orina como técnica diagnóstica y un mejor diagnóstico, control y prevención de la enfermedad. En el año 2002 la notificación de la enfermedad se estabiliza con 1.461 casos, lo que supone una tasa de incidencia global de 3,60 casos por 100.000 habitantes, en este año el 50% de los brotes afectaron a menos de 3 personas.

A partir de aquí los casos inician un descenso paulatino, más evidenciado en el número de casos notificados asociados a brotes. De 1.262 casos y una tasa de 3,19 por 100.000 habitantes en el año 2003, se ha pasado a 1.192 casos y una tasa de 2,89 en el año 2005, tal y como puede observarse en la figura 2.

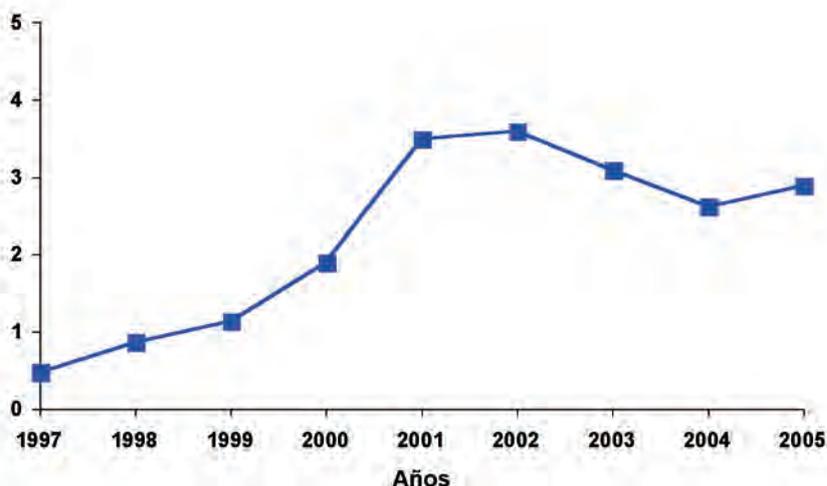


Figura 2. Tasas de incidencia de la legionelosis por 100.000. España 1997-2005

En cuanto a la distribución por el tipo de casos se puede observar una disminución de los casos asociados a brotes, más evidente a partir del año 2001 (que incluye el brote acaecido ese año en la ciudad de Murcia) y un continuo incremento de los casos esporádicos como puede verse en la figura 3.

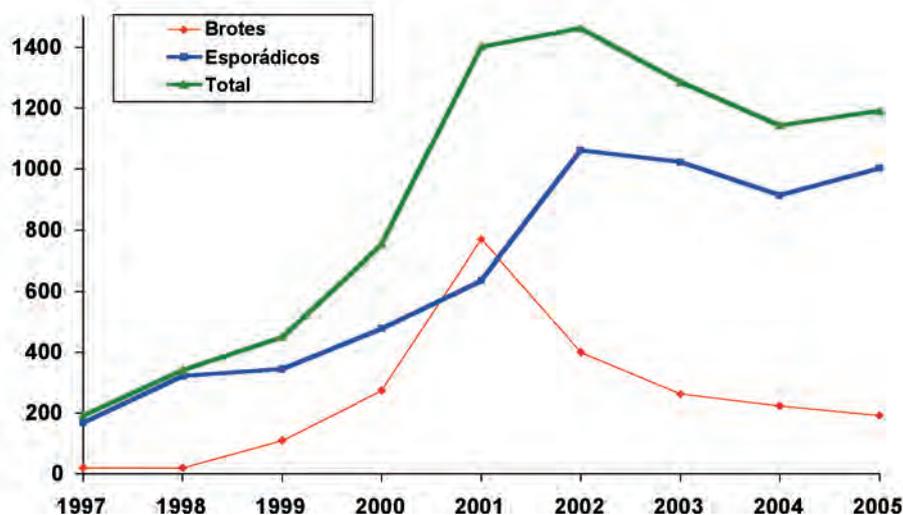


Figura 3. Casos declarados 1997 a 2005

Fuente: Centro Nacional de Epidemiología (CNE)

La fuente de infección más frecuentemente relacionada con la aparición de brotes es el agua caliente sanitaria; sin embargo, si atendemos al número de casos producidos en los brotes, se asocia un mayor número de casos a las torres de refrigeración. Es de reseñar que en más del 32% de los casos no es posible detectar la fuente de infección.

Tabla 3. Fuentes de infección más frecuentes detectadas en las investigaciones de brotes de legionelosis y casos asociados. España. 1989-2004

	Número Brotes (%)	Número casos
Agua sanitaria edificios	87 (29,4)	423
Torre refrigeración	63 (21,3)	1.565
Baño burbujas/termal	5 (1,8)	59
Otros	7(2,4)	32
Resultados negativos	39 (13,2)	168
Desconocido	95(32,1)	533
<b>Total</b>	<b>296 (100)</b>	<b>2.780</b>

Las tasas de legionelosis por 100.000 habitantes se representan en el siguiente mapa, elaborado por el Centro Nacional de Epidemiología.

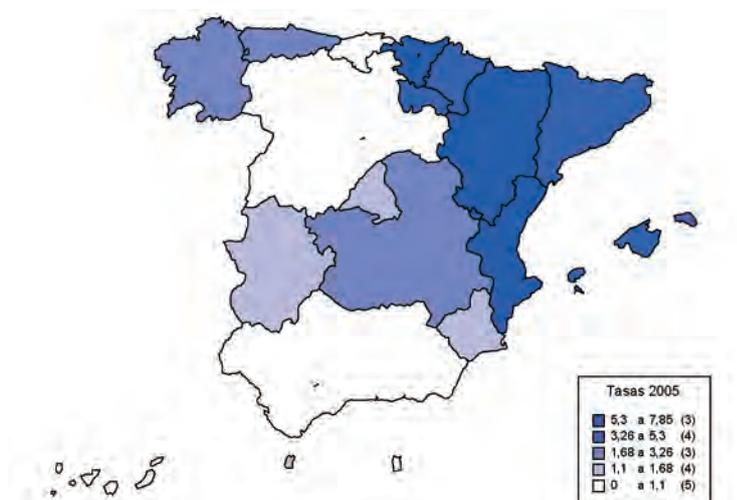


Figura 4. Legionelosis. Tasas por 100.000. Año 2005

### 8.3 Incidencia de la legionelosis en países de nuestro entorno

La legionelosis es una enfermedad que se distribuye globalmente con casos en todo el mundo. Se considera una enfermedad de la era tecnológica por su relación con instalaciones que utilizan agua en su funcionamiento y que producen aerosoles. Los casos se presentan aislados o en forma de brotes. En la tabla 4 se muestran alguno de los brotes que presentaron mayor números de afectados.

Tabla 4. Algunos brotes de legionelosis en países de nuestro entorno

Localidad	Fecha	Casos	Mortalidad (%)	Fuente infección
Italia	8-1995	98	5	Torre
Holanda	3-1999	188	11	Spa
Bélgica	11-1999	93	5,3	No
Melbourne	4-2000	119	3,6	Torre
Barrow-in Furnes (UK)	7-2002	120?	5/120	No
Japón	8-2002	250?	?	No
Francia (Pas de Calais)	28-11-2004	75	13	Torre Lavado de coches

#### 8.4 Grupo de Trabajo Europeo para el estudio de la legionelosis (European Working Group for Legionella Infection (EWGLI))

El grupo de trabajo europeo para el estudio de la Legionelosis del viajero tiene como objetivos:

- Intensificar la capacidad de la Unión Europea para detectar fuentes comunes de brotes.
- Aplicar medidas de prevención.
- Informar de la situación a los agentes de viajes a fin de potenciar la prevención primaria.
- Informar sobre los brotes adquiridos en la comunidad de importancia para la salud pública internacional.
- Reducir la incidencia de la Legionelosis.
- Mejorar los métodos de comunicación.

Para ello han desarrollado una red de vigilancia: Red Europea de Vigilancia de la Legionelosis asociada a los viajes (EWGLINET, en su acrónimo en inglés European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaires' Disease).

Para que un caso de Legionelosis sea introducido en la red, debe cumplir los criterios clínicos de enfermedad y además, se considerará:

##### • Caso esporádico

Casos que visitaron los 10 días previos a la aparición de síntomas un alojamiento no asociado con otros casos o que lo haya estado hace más de dos años desde el último.

##### • Brote

Dos o más casos que residieron o visitaron el mismo alojamiento 10 días antes del comienzo de los síntomas y cuyo comienzo esté dentro de un período de dos años.

El Centro coordinador, se encuentra en Londres y cada país participante determina cuál es su centro de referencia, siendo en España el Centro Nacional de Epidemiología y el Centro Nacional de Microbiología, Parasitología y Virología (Majadahonda).

En la tabla 5, se presentan el número de brotes notificados desde el año 1989 hasta el año 2004 en España incluyendo los brotes notificados por el grupo europeo para estudio de la legionelosis.

Tabla 5. Legionelosis. Número de brotes notificados, tamaño medio de los brotes y letalidad, según el ámbito. España. 1989-2004

Ámbito	Número brotes	Media de casos (rango)	Defunciones	Letalidad
Nosocomial	30	6,0 (2-19)	48	26,5%
Turistas *	62	3,5 (2-11)	24	11,1%
Comunitario	204	11,7 (2-650)	73	3,1%
<b>Total</b>	<b>296</b>	<b>9,4 (2-650)</b>	<b>145</b>	<b>5,2%</b>

(\*) Brotes notificados por el grupo europeo (EWGLINET) de legionelosis en extranjeros y asociados con viajes a España.

En la tabla 6 se muestran los países que más frecuentemente se han visto implicados en la aparición de casos relacionados con el viajero, España si bien ocupa el tercer puesto en al año 2005, el acumulado desde el año 1989 nos sitúa en el país que más casos presenta asociados con la legionelosis del viajero.

Tabla 6. Casos de legionelosis asociados a viajar. Principales países asociados a casos declarados a EWGLINET. Año 2005 y periodo 1989-2005

País de viaje	2005	Total 1989-2005
Francia	143	845
Italia	152	833
España	92	914
Turquía	75	567
Grecia	37	344
Reino Unido	32	194
Alemania	11	105
Más de un país europeo	49	407

A continuación, en la figura 5 se muestra los casos de legionelosis notificados según el país de infección a la red EWGLINET en comparación con la suma del resto de países.

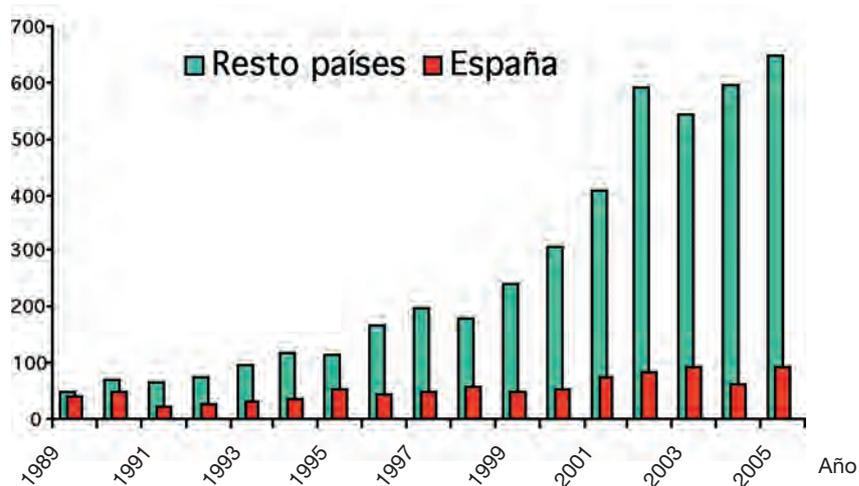


Figura 5. Casos de Legionelosis notificados a EWGLINET según el país de infección. 1989 a 2005

# CAPÍTULO 1

## ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE LEGIONELLA

### 1. INTRODUCCIÓN

La legionelosis es una enfermedad relativamente nueva cuyo conocimiento se produjo en el año 1976, tras un brote de neumonía en un hotel de Filadelfia que afectó a miembros de la legión americana que celebraban su convención anual. Se produjeron un total de 182 casos con 34 fallecidos. La enfermedad se denominó legionelosis y fue descrita por investigadores del Center for Disease Control (CDC) de Atlanta; el agente se denominó *Legionella pneumophila*. No obstante investigaciones posteriores identificaron brotes anteriores, ya desde el año 1957.

La dificultad de crecimiento de *Legionella* en los cultivos convencionales hizo que su diagnóstico fuese poco frecuente y se catalogasen dichas neumonías bajo el gran epígrafe de atípicas, consideradas únicamente en relación con brotes comunitarios y casos hospitalarios.

En 1990 se introdujo en el mercado un nuevo test diagnóstico a partir de muestras de orina, lo que hizo aumentar la detección, y por tanto, la incidencia de la enfermedad, pasando a dominar los casos aislados y convirtiéndose este agente en la tercera causa de neumonía bacteriana.

A pesar de todo ello, todavía existen muchas lagunas en el conocimiento de la bacteria y en cómo causa enfermedad, por lo que a pesar de las medidas de prevención y control, estamos lejos de erradicarla, dado su origen medio ambiental (bacteria muy ubicua en el agua natural de ríos y lagos)

Es una enfermedad de declaración obligatoria desde el año 1997 en España, y los esfuerzos para su control se basan en la adopción de medidas higiénico-sanitarias recogidas en guías, protocolos y legislación: Normas UNE, Libro de Recomendaciones para la prevención de la Legionelosis (Ministerio de Sanidad y Consumo 1999).

La primera legislación que se publica es la de la Comunidad Autónoma de Madrid en el año 1998, como consecuencia del brote de Alcalá de Henares. Cataluña, Valencia y Galicia lo hicieron en el año 2001. El Ministerio de Sanidad y Consumo publicó, con el respaldo de la Comisión de Salud Pública, en ese año el primer Real Decreto de prevención y control de la legionelosis, como normativa básica del Estado (Real Decreto 909/2001 de 27 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis), que es posteriormente sustituido por el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, con el mismo enunciado. Esta legislación se realizó en el marco de la Ponencia de Sanidad Ambiental coordinada por la Subdirección General de Sanidad Ambiental y Salud Laboral de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

En la elaboración de la legislación han participado las Comunidades Autónomas, así como expertos y técnicos con experiencia en el control de la legionelosis. Asimismo, han sido oídos los sectores y organismos e instituciones implicadas.

El hecho de que la legionelosis se asocie habitualmente a brotes comunitarios, frecuentemente relacionados con torres de refrigeración, agua caliente sanitaria, jacuzzis, fuentes ornamentales, nebulizaciones, etc., ha proporcionado a esta enfermedad una elevada repercusión mediática.

A pesar de ser percibida como una enfermedad infecciosa potencialmente erradicable, se puede controlar con medidas higiénico-sanitarias en las instalaciones implicadas. La ocurrencia de casos en instalaciones hoteleras provoca que se cree en 1987 un grupo específico para el estudio de la legionelosis del viajero: "European Working Group For Legionella Infection", (EWGLI en su acrónimo en inglés). Los brotes hospitalarios que afectan a pacientes de alto riesgo (por el uso de agua caliente sanitaria) son una creciente preocupación para las autoridades sanitarias. No hay que olvidar que posee una mortalidad que se sitúa entre el 10 y el 30% y que su diagnóstico y tratamiento precoz disminuyen considerablemente la misma. La letalidad en casos comunitarios es del 3%.

## 2. ECOLOGÍA Y BIOLOGÍA DE LA BACTERIA

*Legionella* es una bacteria ambiental ya que su nicho natural es las aguas superficiales como lagos, ríos, estanques, formando parte de su flora bacteriana. Desde estos reservorios naturales la bacteria puede colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades, y a través de la red de distribución de agua, incorporarse a los sistemas de agua sanitaria (fría o caliente) u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento, como torres de refrigeración, condensadores evaporativos, fuentes ornamentales, etc. También ha sido aislada en terrenos húmedos y tiene una distribución mundial.

Una de las características de *Legionella* es que es una bacteria capaz de sobrevivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 °C y 45 °C, destruyéndose a 70 °C, siendo su temperatura óptima de crecimiento de 35 °C a 37 °C. Perteneciente a la familia *Legionellaceae*, género *Legionella*, de la que existen 48 especies descritas (*pneumophilla micdadei*, *anisa*, etc.) con más de 70 serogrupos, siendo los que más frecuentemente producen enfermedad los serogrupos 1, 4 y 6 de *Legionella pneumophilla* y *Legionella micdadei*. Es una bacteria con forma generalmente de bacilo que oscila entre 0,3 y 0,9 µm de ancho, y de 1,5 a 5 µm de longitud. Se tiñen tenuemente con la coloración de Gram (Gram negativo) y son móviles por la presencia de uno o más flagelos polares o subpolares. *Legionella* es un microorganismo aeróbico estricto, necesita oxígeno para su supervivencia (concentración mayor a 2,2 mg/l) y en general es poco activo.

Una característica biológica de esta bacteria es su capacidad de crecer intracelularmente en protozoos y en macrófagos humanos. La presencia de amebas en determinados ambientes e instalaciones es un mecanismo de supervivencia de *Legionella* en condiciones ambientales desfavorables que hacen más difícil su eliminación.

Esta particularidad les confiere una gran resistencia en su hábitat natural, se multiplican en el interior de diversos protozoos de vida libre (5 géneros de amebas) y en el medio libre se encuentran formando parte de complejas biocapas microbianas.

La posibilidad de multiplicación intracelular la protege contra la acción de los antibióticos y desinfectantes, de forma que sólo responde a antibióticos capaces de penetrar en las células. Su proliferación masiva aumenta el riesgo de infección, persistencia en la red, en la biocapa y la propagación de la infección.

En el cuerpo humano *Legionella* en vez de ser destruida por los macrófagos, se reproduce en ellos, en el interior de vacuolas fagocíticas que crecen hasta romper el macrófago y liberarse al exterior para repetir el ciclo.

En general, en su medio natural, la bacteria se encuentra en bajas concentraciones, pero en número suficiente para contaminar circuitos de agua artificiales, en los cuales encuentra condiciones favorables para su multiplicación y diseminación.

Estas instalaciones, en ocasiones, favorecen el estancamiento de agua y la acumulación de productos que sirven de nutrientes para la bacteria, como lodos, materia orgánica, material de corrosión y amebas, formando una biocapa. La presencia de esta biocapa, junto con una temperatura propicia, explica la multiplicación de *Legionella* hasta concentraciones infectantes para el ser humano.

Si existe en la instalación un mecanismo productor de aerosoles, la bacteria puede dispersarse en el aire. Las gotas de agua conteniendo la bacteria pueden permanecer suspendidas en el aire y penetrar por inhalación en el aparato respiratorio.

En resumen, las condiciones que favorecen la proliferación de *Legionella* se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Condiciones favorables a la proliferación de *Legionella*

<b>Temperatura</b>	Con un rango entre 25 y 45 °C. Mayor entre 35 y 37 °C.
<b>Estancamiento agua</b>	Existencia de zonas muertas, baja velocidad de circulación.
<b>Calidad del agua</b>	Presencia de nutrientes, depósito de sólidos en suspensión, conductividad, turbidez, etc.
<b>Tipo superficie en contacto agua</b>	Tipo material (celulosa, madera, etc.), rugosidad, depósitos cálcicos, corrosión.
<b>Depósitos biológicos (biocapa)</b>	Protozoos, algas, bacterias.

En la figura 1 se muestra el rango de temperaturas de proliferación de la bacteria. Según puede apreciarse en ella, la *Legionella* se encuentra en estado latente a temperaturas inferiores a 20 °C; de 20 °C a 45 °C se

multiplica activamente, a partir de 50 °C no se multiplica y por encima de 70 °C muere: Asimismo, describe el rango de temperaturas de trabajo de las distintas instalaciones asociadas a la proliferación y dispersión de la bacteria.

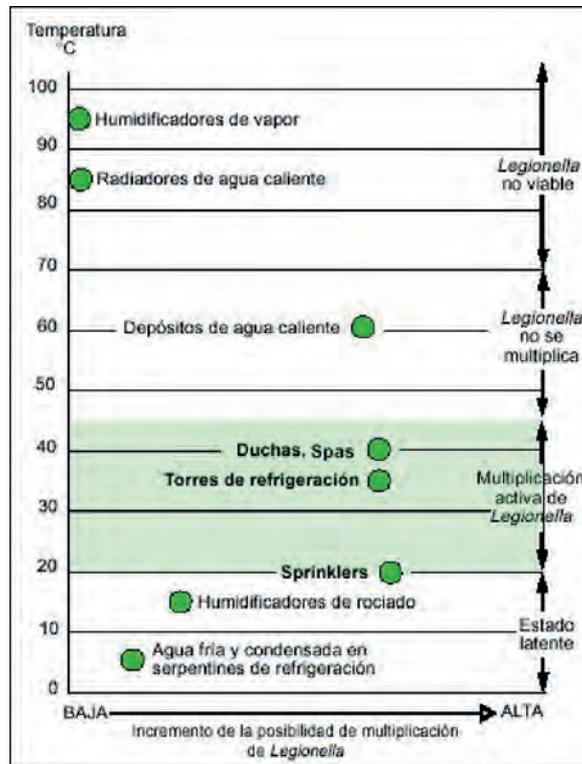


Figura 1. Desarrollo de *Legionella* en función de la temperatura

### 3. INSTALACIONES AMPLIFICADORAS

Las instalaciones, que colonizadas poseen elementos que amplifican y favorecen su crecimiento por la acumulación de nutrientes y sedimentos, y que más frecuentemente se contaminan con *Legionella* y han sido identificadas como fuentes de infección, son los sistemas de distribución de agua sanitaria y los equipos de enfriamiento por dispersión de agua en un flujo de aire (torres de refrigeración)

En el artículo 2 (apartados 2.1 y 2.2) del Real Decreto 865/2003, se dividen estas instalaciones según la probabilidad de proliferación y dispersión de la bacteria, tal y como se especifica en la tabla 2.

Tabla 2. Ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003

1. INSTALACIONES CON MAYOR PROBABILIDAD DE PROLIFERACION Y DISPERSIÓN DE LEGIONELLA	2. INSTALACIONES CON MENOR PROBABILIDAD DE PROLIFERACION Y DISPERSIÓN DE LEGIONELLA
a) Torres de refrigeración y condensadores evaporativos. b) Sistemas de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno. c) Sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire. d) Centrales humidificadoras industriales.	a) Sistemas de instalación interior de agua fría de consumo humano (tuberías, depósitos aljibes) cisternas o depósitos móviles y agua caliente sanitaria sin circuito de retorno. b) Equipos de enfriamiento evaporativo que pulvericen agua, no incluidos en apartado 2.1. c) Humectadores. d) Fuentes ornamentales. e) Sistemas de riego por aspersión en el medio urbano. f) Sistemas de agua contra incendios. g) Elementos de refrigeración por aerosolización al aire libre. h) Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles.
<b>3. INSTALACIONES DE RIESGO EN TERAPIA RESPIRATORIA</b>	
a) Equipos de terapia respiratoria. b) Respiradores. c) Nebulizadores. d) Otros.	

#### 4. MECANISMO DE TRANSMISIÓN

La transmisión de la infección se realiza por vía aérea mediante la inhalación de aerosoles o gotitas respirables (menores de 5 µm) que contienen *Legionella* y también por microaspiración de agua contaminada. La permanencia de los aerosoles en el aire es corta, ya que presentan una escasa resistencia a la desecación y a los efectos de la radiación ultravioleta. Los aerosoles no alcanzan grandes distancias –unos 200 m- pero se han descrito distancias de hasta 3 Km e incluso 28 Km. La legionelosis no se transmite al beber agua, ingerir alimentos, de persona a persona, ni de animales a personas, ya que no se conoce la existencia de reservorios animales conocidos.

Podemos decir que la legionelosis es una enfermedad oportunista, dado que excepcionalmente se presenta en personas sanas en las que puede producir infecciones asintomáticas. Para que se produzca infección en el hombre se tienen que dar una serie de requisitos:

- Que el microorganismo tenga una vía de entrada a la instalación.
- Que se multiplique en el agua hasta conseguir un número de microorganismos suficientes como para que sea un riesgo para personas susceptibles.
- Que se disperse en el aire en forma de aerosol a partir del sistema.
- Que sea virulento para el hombre.
- Que individuos susceptibles sean expuestos a aerosoles con la cantidad suficiente de *Legionella* viable.

La enfermedad no se produce cuando el inóculo es muy bajo y la defensa celular está intacta; ante el fracaso de cualquiera de los dos mecanismos la enfermedad es más probable. En casos en que la salud esté comprometida, la susceptibilidad del huésped aumenta.

Son factores de mayor riesgo de padecer la enfermedad:

- Tratamiento inmunodepresor (terapia antirrechazo en enfermos transplantados, en especial con glucocorticoides).
- Transplante de órgano (riñón, corazón, hígado y pulmón).
- Presentar una patología de base como:
  - neoplasias
  - diabetes
  - quimioterapia
  - insuficiencia renal terminal

Son factores de riesgo moderado:

- tener más de 65 años
- ser fumador
- padecer una enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)
- insuficiencia cardiaca
- alcoholismo
- ser varón

## 5. CUADRO CLÍNICO

El cuadro clínico es muy variable, desde formas asintomáticas, hasta una neumonía grave con fallo multiorgánico, pero clásicamente, se distinguen dos formas clínicas: la infección pulmonar o neumonía por *Legionella* y la fiebre Pontiac o síndrome global agudo autolimitado.

**5.1. La fiebre Pontiac** se presenta con un cuadro febril con dolores articulares y musculares (artromialgias) y afectación del estado general, acompañado de fiebre, tos, dolor torácico, diarrea y confusión. En general es una enfermedad autolimitada con una clínica leve que evoluciona a la curación. Su periodo de incubación es de 1 a 3 días, pero habitualmente oscila entre 24 – 48 horas. Su incidencia es de un 95%.

**5.2. Neumonía por *Legionella*** (Enfermedad del legionario). Se presenta con una incidencia entre 1 – 5% y su gravedad y clínica son muy variables. Su periodo de incubación puede oscilar entre 2 y 15 días con una media de 5 a 6 días. La presentación clínica puede variar desde una neumonía atípica a una forma clásica. Es frecuente la afectación de otros órganos como riñón, hígado, tracto gastrointestinal, sistema nervioso. Los síntomas más frecuentes son: fiebre elevada, tos, dolor muscular, escalofríos, cefalea, dolor torácico, esputos, diarrea, confusión o alteración del estado de conciencia. La letalidad oscila entre el 15 – 30%, aunque ésta disminuye si se instaura un tratamiento precoz con antibióticos.

## 6. DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD

### 6.1 Diagnóstico

El diagnóstico de las infecciones humanas causadas por *Legionella* puede realizarse por alguno de los siguientes métodos:

**6.1.1. Aislamiento de la bacteria por cultivo.** A partir de muestras respiratorias tales como esputos, muestras obtenidas mediante broncoscopio o tejido pulmonar, utilizando los medios de cultivo adecuados, es la técnica de elección. Si las muestras son adecuadas se obtiene una sensibilidad del 70 % y una especificidad del 100%. El crecimiento se produce entre 3 y 10 días.

**6.1.2. Serología mediante inmunofluorescencia indirecta (IFI).** Demostrando la presencia de anticuerpos específicos en el suero, tomados en la fase aguda o convaleciente de la enfermedad. Su sensibilidad oscila entre el 78 – 91% y la especificidad del 99%. La seroconversión se produce en 2 meses.

**6.1.3. Detección de antígeno específico de *Legionella pneumophila* serogrupo 1 en orina.** Es una técnica rápida que se está aplicando de forma creciente. Debido a la adopción de la determinación por enzimoimmunoanálisis (EIA) y de inmunocromatografía de membrana (IC) se puede detectar los antígenos en 2-3 horas y en 15 minutos, respectivamente. El antígeno de *Legionella* es detectable desde el inicio de los síntomas hasta muchos meses después. Posee una sensibilidad próxima al 70% y una especificidad cercana al 100%, con el método ITC (NOW) se puede lograr una mejora de la sensibilidad.

**6.1.4. Inmunofluorescencia directa (IFD).** Visualización de microorganismos en líquidos o tejidos patológicos. Esta técnica es muy rápida, pero presenta cierta dificultad en la interpretación de los resultados obtenidos, ya que hay que descartar falsos positivos debidos a reacciones cruzadas con otros microorganismos, así que un resultado negativo no excluye la presencia de la enfermedad.

**6.1.5. Técnica de la PCR.** Mediante la utilización de sondas específicas de ADN y la reacción en cadena de la polimerasa, posee una especificidad del 95% y una sensibilidad entre el 25 y el 75%, sobre todo en muestras respiratorias.

## 6.2. Tratamiento

Está condicionado por la naturaleza intracelular del patógeno. La eritromicina se ha considerado desde siempre el tratamiento de elección frente a *Legionella*. En los últimos años la aparición de nuevos antibióticos con menos efectos secundarios la han ido desplazando.

Los nuevos macrólidos (azitromicina, claritromicina) son más activos. También ha sido utilizada la rifampicina asociada con eritromicina o quinolonas, para evitar la posible aparición de resistencias.

Actualmente las fluoroquinolonas (ciprofloxacino, ofloxacino, levofloxacino) han demostrado la mayor actividad frente a *Legionella* en estudios experimentales y han sido utilizadas con éxito en el tratamiento de la enfermedad. El tratamiento debe ser iniciado lo más precoz posible, ya que el retraso en su administración se asocia con un peor pronóstico.

## 7. VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA DE LA LEGIONELOSIS EN ESPAÑA

Desde el conocimiento de la enfermedad se ha ido incorporando la Legionelosis a la vigilancia epidemiológica de los países desarrollados.

Aunque la vigilancia epidemiológica en España se viene realizando desde hace muchos años, es en 1996 cuando se crea en nuestro país la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica que engloba tanto los sistemas básicos de vigilancia (notificación de enfermedades de declaración obligatoria EDO, agrupaciones de casos, brotes e información microbiológica), como los sistemas especiales (registros de casos, muestras de seroprevalencia, SIDA y enfermedades inmunoprevenibles).

**7.1 Enfermedad de declaración obligatoria.** La legionelosis se incluye como enfermedad de declaración obligatoria a nivel nacional en el año 1997 (Real Decreto 2210/1995, de 28 de diciembre, por el que se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica). La declaración debe ser realizada por los médicos en ejercicio tanto del sector público como privado, ante la sospecha de un caso. La declaración es semanal y se acompaña de una serie de datos relativos al caso (identificación, epidemiológicos y microbiológicos) recogidos de acuerdo con los protocolos de las Enfermedades de Declaración Obligatoria.

**7.2 Notificación de situaciones epidémicas y brotes.** Es igualmente una declaración obligatoria y urgente. En un periodo de tres meses, desde la finalización y control del brote, los responsables de su estudio en la Comunidad Autónoma emiten un informe que recoge los datos sobre la investigación realizada y los envía al Centro Nacional de Epidemiología.

**7.3. Sistema de Información Microbiológica (SIM).** Se basa en la notificación obligatoria, por parte de los laboratorios de microbiología clínica de los hospitales, de los casos de legionelosis que identifican.

**7.4 Notificación de casos de legionelosis en viajeros en Europa.** España forma parte de la Red Europea para el Estudio de Legionelosis asociada a viajes (EWGLINET). El objetivo de este grupo es la identificación precoz y notificación de los casos de legionelosis en turistas que han viajado a otros países, permitiendo una rápida investigación de las posibles fuentes de infección y la adopción de medidas de control.

**7.5 Información del Centro Nacional de Microbiología.** El laboratorio de *Legionella* de este Centro actúa en el aislamiento de *Legionella* a partir de muestras clínicas o ambientales, así como para la identificación y tipificación de las cepas, de forma que se pueda establecer la fuente de infección.

## 8. INCIDENCIA DE LA LEGIONELOSIS EN ESPAÑA

En España se dispone de datos desde el año 1997 cuando se introdujo la legionelosis como una enfermedad de declaración obligatoria.

### 8.1 A efectos de notificación se considera legionelosis:

• **Definición clínica de caso** (Memorando OMS 1990):

- Enfermedad del Legionario, es una enfermedad respiratoria aguda con signos focales de neumonía, fiebre, cefalea y mialgias. Alrededor de un tercio de los casos desarrollan diarrea y vómitos y la mitad de ellos pueden presentar confusión mental y delirio.
- La Fiebre de Pontiac, es un síndrome febril agudo y autolimitado.

• **Caso confirmado.** Es aquel compatible con la definición clínica de caso y cualquiera de los diagnósticos microbiológicos considerados de confirmación:

- Aislamiento de cualquier especie o serogrupo de *Legionella* a partir de secreciones respiratorias, tejido pulmonar o sangre.
- Seroconversión (aumento del título de anticuerpos en cuatro veces o más, con un segundo título mínimo de 128) frente a *L. pneumophila* serogrupo 1, por inmunofluorescencia indirecta, en sueros formados en la fase aguda y convaleciente de la enfermedad.
- Demostración de antígenos de *L. pneumophila* serogrupo 1 en orina por ELISA o RIA.

• **Caso sospechoso/probable:** Es aquel compatible con la definición clínica de caso y /o resultado positivo en alguna de las siguientes pruebas de laboratorio consideradas presuntivas:

- Título alto ( $\geq 256$ ) de anticuerpos frente a *L. pneumophila* serogrupo 1.
- Seroconversión (aumento de título de anticuerpos en cuatro veces o más con un segundo título mínimo de 128) frente a cualquier especie o serogrupo de *Legionella* distinto de *L. pneumophila* serogrupo 1, en sueros formados en la fase aguda y convaleciente de la enfermedad.
- Inmunofluorescencia directa en secreciones bronquiales o tejido pulmonar frente a cualquier especie o serogrupo de *Legionella*, incluido SG1.

### 8.2 Incidencia de la legionelosis en nuestro país

En el primer año del que se dispone de datos, 1997, se declararon 201 casos de legionelosis lo que supone una tasa de 0,51 casos por 100.000 habitantes, desde entonces ha presentado una incidencia creciente hasta el año 2001, año en el que se produjo el brote de legionelosis de Murcia, con un gran número de afectados (650 casos confirmados, aunque su letalidad fue inferior (1%) a la de la mayoría de los brotes declarados a escala mundial). Esta tasa de crecimiento anual (52,5%) se explica en parte por la amplia difusión del uso del antígeno en orina como técnica diagnóstica y un mejor diagnóstico, control y prevención de la enfermedad. En el año 2002 la notificación de la enfermedad se estabiliza con 1.461 casos, lo que supone una tasa de incidencia global de 3,60 casos por 100.000 habitantes, en este año el 50% de los brotes afectaron a menos de 3 personas.

A partir de aquí los casos inician un descenso paulatino, más evidenciado en el número de casos notificados asociados a brotes. De 1.262 casos y una tasa de 3,19 por 100.000 habitantes en el año 2003, se ha pasado a 1.192 casos y una tasa de 2,89 en el año 2005, tal y como puede observarse en la figura 2.

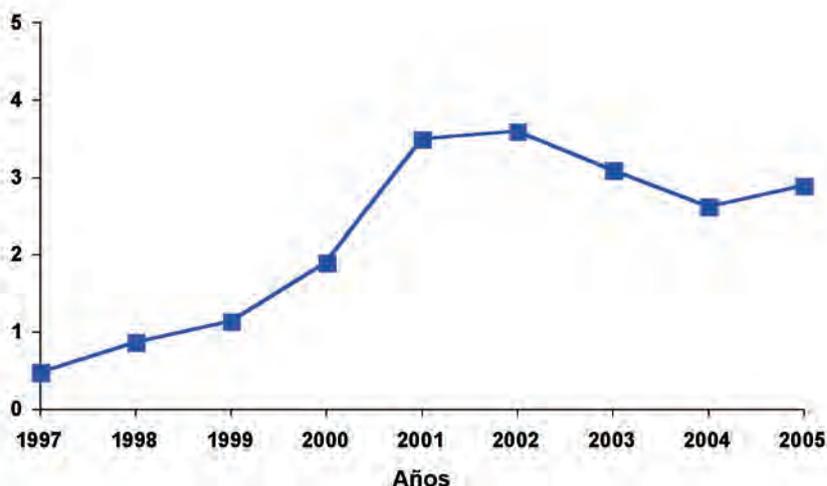


Figura 2. Tasas de incidencia de la legionelosis por 100.000. España 1997-2005

En cuanto a la distribución por el tipo de casos se puede observar una disminución de los casos asociados a brotes, más evidente a partir del año 2001 (que incluye el brote acaecido ese año en la ciudad de Murcia) y un continuo incremento de los casos esporádicos como puede verse en la figura 3.

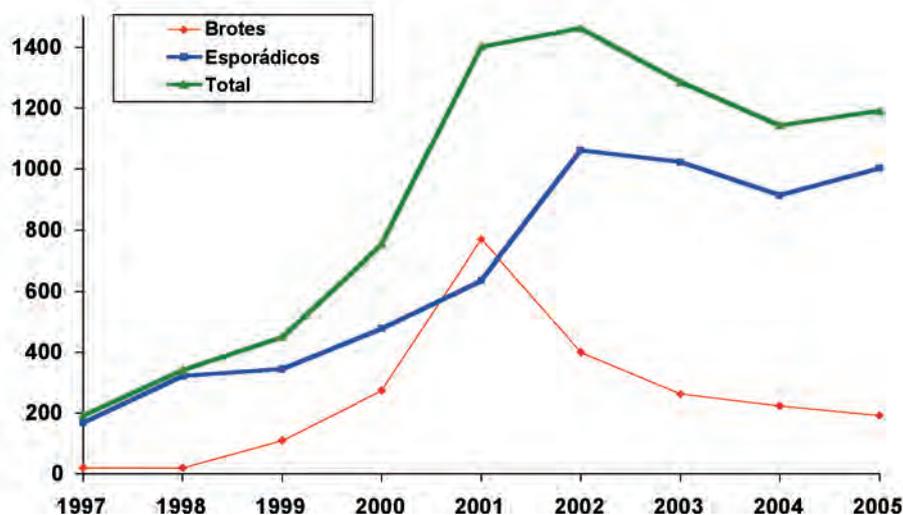


Figura 3. Casos declarados 1997 a 2005

Fuente: Centro Nacional de Epidemiología (CNE)

La fuente de infección más frecuentemente relacionada con la aparición de brotes es el agua caliente sanitaria; sin embargo, si atendemos al número de casos producidos en los brotes, se asocia un mayor número de casos a las torres de refrigeración. Es de reseñar que en más del 32% de los casos no es posible detectar la fuente de infección.

Tabla 3. Fuentes de infección más frecuentes detectadas en las investigaciones de brotes de legionelosis y casos asociados. España. 1989-2004

	Número Brotes (%)	Número casos
Agua sanitaria edificios	87 (29,4)	423
Torre refrigeración	63 (21,3)	1.565
Baño burbujas/termal	5 (1,8)	59
Otros	7(2,4)	32
Resultados negativos	39 (13,2)	168
Desconocido	95(32,1)	533
<b>Total</b>	<b>296 (100)</b>	<b>2.780</b>

Las tasas de legionelosis por 100.000 habitantes se representan en el siguiente mapa, elaborado por el Centro Nacional de Epidemiología.

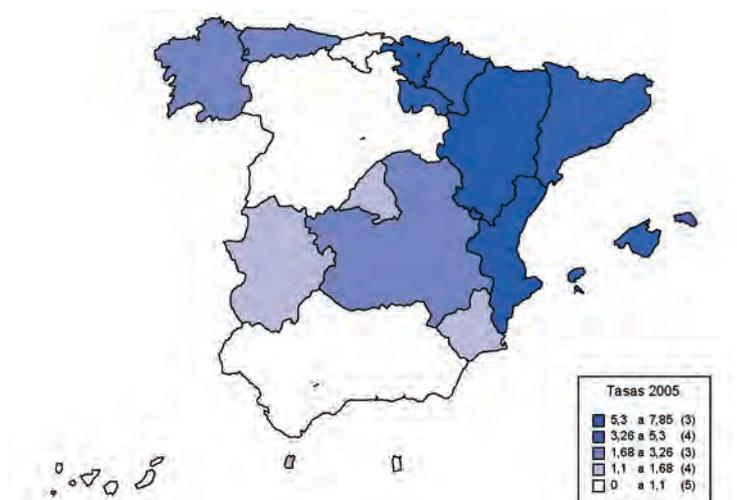


Figura 4. Legionelosis. Tasas por 100.000. Año 2005

### 8.3 Incidencia de la legionelosis en países de nuestro entorno

La legionelosis es una enfermedad que se distribuye globalmente con casos en todo el mundo. Se considera una enfermedad de la era tecnológica por su relación con instalaciones que utilizan agua en su funcionamiento y que producen aerosoles. Los casos se presentan aislados o en forma de brotes. En la tabla 4 se muestran alguno de los brotes que presentaron mayor números de afectados.

Tabla 4. Algunos brotes de legionelosis en países de nuestro entorno

Localidad	Fecha	Casos	Mortalidad (%)	Fuente infección
Italia	8-1995	98	5	Torre
Holanda	3-1999	188	11	Spa
Bélgica	11-1999	93	5,3	No
Melbourne	4-2000	119	3,6	Torre
Barrow-in Furnes (UK)	7-2002	120?	5/120	No
Japón	8-2002	250?	?	No
Francia (Pas de Calais)	28-11-2004	75	13	Torre Lavado de coches

#### 8.4 Grupo de Trabajo Europeo para el estudio de la legionelosis (European Working Group for Legionella Infection (EWGLI))

El grupo de trabajo europeo para el estudio de la Legionelosis del viajero tiene como objetivos:

- Intensificar la capacidad de la Unión Europea para detectar fuentes comunes de brotes.
- Aplicar medidas de prevención.
- Informar de la situación a los agentes de viajes a fin de potenciar la prevención primaria.
- Informar sobre los brotes adquiridos en la comunidad de importancia para la salud pública internacional.
- Reducir la incidencia de la Legionelosis.
- Mejorar los métodos de comunicación.

Para ello han desarrollado una red de vigilancia: Red Europea de Vigilancia de la Legionelosis asociada a los viajes (EWGLINET, en su acrónimo en inglés European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaires' Disease).

Para que un caso de Legionelosis sea introducido en la red, debe cumplir los criterios clínicos de enfermedad y además, se considerará:

##### • Caso esporádico

Casos que visitaron los 10 días previos a la aparición de síntomas un alojamiento no asociado con otros casos o que lo haya estado hace más de dos años desde el último.

##### • Brote

Dos o más casos que residieron o visitaron el mismo alojamiento 10 días antes del comienzo de los síntomas y cuyo comienzo esté dentro de un período de dos años.

El Centro coordinador, se encuentra en Londres y cada país participante determina cuál es su centro de referencia, siendo en España el Centro Nacional de Epidemiología y el Centro Nacional de Microbiología, Parasitología y Virología (Majadahonda).

En la tabla 5, se presentan el número de brotes notificados desde el año 1989 hasta el año 2004 en España incluyendo los brotes notificados por el grupo europeo para estudio de la legionelosis.

Tabla 5. Legionelosis. Número de brotes notificados, tamaño medio de los brotes y letalidad, según el ámbito. España. 1989-2004

Ámbito	Número brotes	Media de casos (rango)	Defunciones	Letalidad
Nosocomial	30	6,0 (2-19)	48	26,5%
Turistas *	62	3,5 (2-11)	24	11,1%
Comunitario	204	11,7 (2-650)	73	3,1%
<b>Total</b>	<b>296</b>	<b>9,4 (2-650)</b>	<b>145</b>	<b>5,2%</b>

(\*) Brotes notificados por el grupo europeo (EWGLINET) de legionelosis en extranjeros y asociados con viajes a España.

En la tabla 6 se muestran los países que más frecuentemente se han visto implicados en la aparición de casos relacionados con el viajero, España si bien ocupa el tercer puesto en al año 2005, el acumulado desde el año 1989 nos sitúa en el país que más casos presenta asociados con la legionelosis del viajero.

Tabla 6. Casos de legionelosis asociados a viajar. Principales países asociados a casos declarados a EWGLINET. Año 2005 y periodo 1989-2005

País de viaje	2005	Total 1989-2005
Francia	143	845
Italia	152	833
España	92	914
Turquía	75	567
Grecia	37	344
Reino Unido	32	194
Alemania	11	105
Más de un país europeo	49	407

A continuación, en la figura 5 se muestra los casos de legionelosis notificados según el país de infección a la red EWGLINET en comparación con la suma del resto de países.

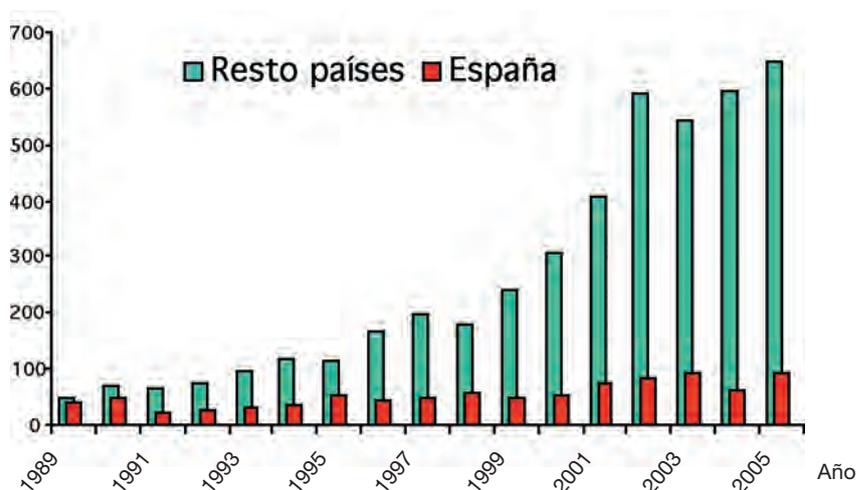


Figura 5. Casos de Legionelosis notificados a EWGLINET según el país de infección. 1989 a 2005

# CAPÍTULO 2

## AGUA FRÍA DE CONSUMO HUMANO

### 1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de agua fría de consumo humano son esenciales en la vida actual. Están constituidas por diversos elementos como depósitos, tuberías, accesorios, etc. que deben estar en perfectas condiciones para garantizar que en su interior no se produzca un desarrollo microbiano. Estas instalaciones están contempladas en el Real Decreto 865/2003 para la prevención y control de la legionelosis y concretamente están catalogadas como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

Las instalaciones de agua fría de consumo humano que no dispongan de elementos que produzcan aerosoles se puede considerar que están fuera del ámbito de aplicación del Real Decreto, incluso esta exclusión se podría aplicar si únicamente disponen de grifos; pero por ser una instalación susceptible de crear hábitats adecuados para el desarrollo de *Legionella*, es recomendable, al menos, realizar una analítica de *Legionella* anual y en caso de detectar presencia, realizar una limpieza y desinfección según protocolos del Anexo 3 del Real Decreto 865/2003.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

Los circuitos de agua fría de consumo humano se remontan a épocas muy antiguas y han ido evolucionando con el transcurso de los años. Los materiales empleados también han presentado una importante evolución hasta la época actual desde las antiguas tuberías en acero y plomo hasta las más modernas en diversos materiales plásticos.

### 3. DESCRIPCIÓN

Los circuitos de agua fría de consumo humano pueden ser muy variables, no obstante, en líneas generales, están constituidos por un sistema de aporte de agua, un posible depósito de acumulación y una red de distribución. En esta red generalmente se encuentran elementos como grifos y, especialmente, duchas que pueden producir una pulverización del agua y la formación de aerosoles.

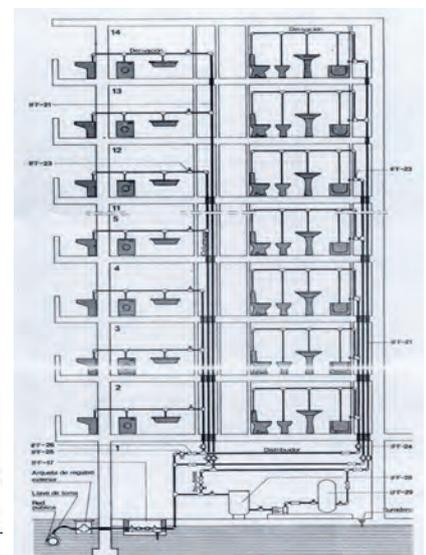


Figura 1. Diversos esquemas de circuitos de agua

En la figura 1 pueden verse esquemas de los principales circuitos de agua en un edificio que puede ser destinado a diferentes usos: hotel, vivienda, residencia de ancianos, hospital.

#### 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACION

En los circuitos de agua fría de consumo humano, los criterios de actuación se deben basar, por una parte, en controlar y garantizar la calidad microbiológica en el agua de consumo cuando existan depósitos de acumulación y, por otra parte, en conservar en perfecto estado la red de distribución evitando procesos de incrustaciones calcáreas y/o corrosión.

El agua de la red de abastecimiento público cumple con la legislación vigente y posee generalmente un desinfectante residual que la protege de la contaminación microbiológica; no obstante, se debe tener presente que cuando existe un depósito de acumulación, los gases disueltos en el agua (cloro y dióxido de carbono) se irán evaporando progresivamente hasta que desaparezcan por completo. Este efecto se acentuará en épocas de altas temperaturas.

En todas aquellas instalaciones donde el agua se desinfecte con cloro y en las que exista un depósito de acumulación se debe tener presente este concepto ya que, a pesar de que el agua de aporte se suministre clorada, es imprescindible realizar un control y una regulación del valor de cloro residual y ajustar dicho valor en caso necesario, para poder garantizar la desinfección del agua.

Asimismo, en un depósito de acumulación, el agua también pierde progresivamente el gas carbónico que lleva disuelto con lo cual el valor del pH se eleva. Si se utiliza cloro/hipoclorito para la desinfección; este dato debe tenerse igualmente en cuenta ya que la eficacia de la desinfección mediante cloro depende del valor del pH del agua.

El cloro disuelto en el agua se encuentra principalmente en forma de ácido hipocloroso e ión hipoclorito. Ambas formas están en equilibrio, pero la capacidad desinfectante del ácido hipocloroso (también llamado cloro activo) es bastante mayor que la del ión hipoclorito. En función del valor del pH del agua este equilibrio se desplaza según puede verse en la figura 2:

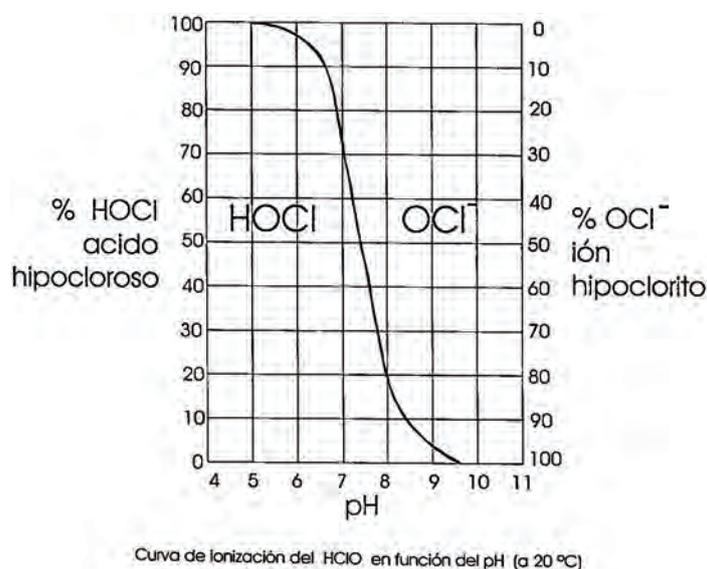


Figura 2. Curva de ionización del ácido hipocloroso en función del pH (a 20 °C)

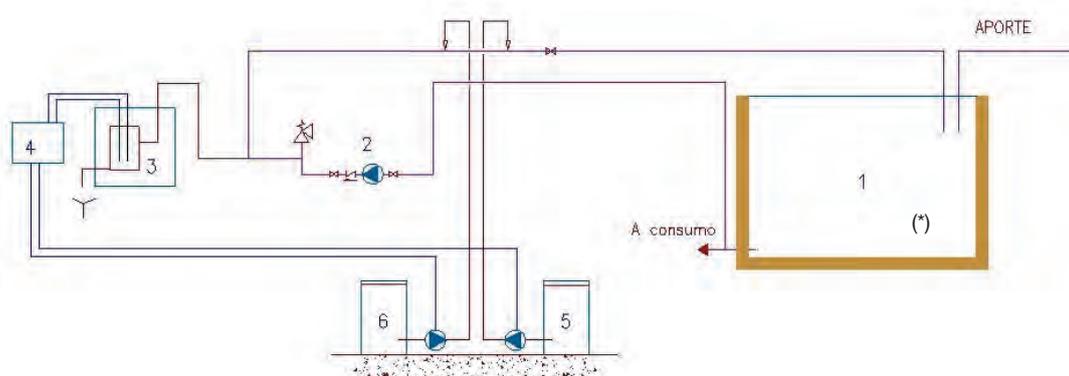
Teniendo en cuenta que la forma desinfectante es el ácido hipocloroso, a pH = 7,0 aproximadamente el 75 % del cloro libre está en forma de ácido hipocloroso, con un buen efecto de desinfección, mientras que a pH = 8,0 solamente el 20% del cloro libre está en forma de ácido hipocloroso, con una desinfección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

Si el pH del agua es elevado (por ejemplo, 8,0) se deben usar elevadas dosis de cloro con un importante riesgo de que se produzcan procesos de corrosión y de que se formen cantidades importantes de derivados clorados.

Así pues, en todo sistema de desinfección basado en cloro/hipoclorito es preferible disponer además de un control y de una regulación del valor del pH del agua para poder garantizar la eficacia de la desinfección sin necesidad de utilizar elevadas concentraciones de cloro.

La regulación y control del valor de cloro y del pH del agua puede realizarse de varias formas, no obstante, lo más frecuente es utilizar un equipo electrónico que controle dichos valores en el depósito de acumulación y en caso necesario ponga en marcha una bomba dosificadora que inyecte hipoclorito sódico y, cuando sea preciso, un ácido hasta conseguir el valor deseado. Para conseguir una correcta y homogénea distribución de los reactivos en el depósito se acostumbra a utilizar un circuito de recirculación con bomba (con un caudal de recirculación aproximado entre 1/4 y 1/10 del volumen del depósito en una hora), que mantiene periódicamente el agua en movimiento y en donde se instalan las sondas de control como puede observarse en el ejemplo de la figura 3.

En algunos casos el sistema de control se establece únicamente para la regulación del cloro residual y el pH del agua se analiza periódicamente.



- 1 DEPÓSITO DE ACUMULACION DE AGUA
- 2 GRUPO DE BOMBEO PARA RECIRCULACION DE AGUA DEL DEPÓSITO
- 3 PANEL DE MEDIDA DEL VALOR DE pH Y CLORO RESIDUAL
- 4 UNIDAD DE CONTROL
- 5 ESTACION DOSIFICADORA DE HIPOCLORITO SÓDICO
- 6 ESTACION DOSIFICADORA DE CORRECTOR DE pH

(\*) La ubicación más adecuada del punto de retorno de recirculación respecto al depósito debe ser estudiada para cada caso particular.

Figura 3. Ejemplo de sistemas de control de cloro y pH en un circuito con recirculación

Además de garantizar la correcta desinfección del agua, en todos los circuitos debe comprobarse regularmente que no existan procesos de corrosión ni de formación de incrustaciones calcáreas.

Los óxidos formados en los procesos de corrosión actúan como nutrientes y favorecen la formación de una biocapa donde puede proliferar *Legionella*. Del mismo modo las incrustaciones calcáreas ofrecen un lugar adecuado para el desarrollo de microorganismos. La elevación de la temperatura y/o la dosificación de biocidas pueden reducir su efectividad en presencia de lodos y/o de incrustaciones.

La presencia de partículas en suspensión en el agua de aporte favorece los procesos de corrosión por aireación diferencial, por lo cual se debe evitar su entrada al circuito mediante un sistema de filtración.

Es muy importante además mantener la temperatura del agua fría siempre que las condiciones climáticas lo permitan, por debajo de 20 °C. *Legionella* se encuentra en estado latente a temperaturas inferiores a 20 °C; de 20 °C a 45 °C se multiplica activamente, a partir de 50 °C no se multiplica y por encima de 70 °C muere, tal y como se muestra en la figura 1 del capítulo 1, sobre ecología y biología de *Legionella*.

Los productos y equipos de tratamiento del agua deberán cumplir las condiciones establecidas por el Real Decreto 140/2003.

#### 4.1. Fase de diseño

En la fase de diseño deben considerarse siempre los siguientes conceptos:

- Se debe garantizar la total estanqueidad y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento, así como disponer de suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación, que estarán dimensionados para permitir la eliminación completa de los sedimentos.
- Si existe depósito de acumulación de agua, se debe garantizar que ésta mantenga un valor mínimo de desinfectante residual. Si es preciso se debe establecer un circuito de recirculación con un control automático de la concentración de cloro o cloro/pH según se ha indicado en el apartado anterior.
- Los equipos deben ser fácilmente accesibles para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- Según la norma UNE 100030 sobre prevención de la legionelosis, cuando exista necesidad de acumulación de agua fría se deberían instalar dos depósitos en paralelo, por lo menos, para permitir la limpieza de uno mientras el otro, o los demás, están en servicio.
- Si la instalación interior de agua fría de consumo humano dispone de depósitos, éstos estarán tapados con una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y que permita el acceso al interior. Si se encuentran situados al aire libre estarán térmicamente aislados. Los depósitos deberán instalarse por encima del nivel del alcantarillado y dispondrán de desagüe que permita su total vaciado. Si por necesidades de proyecto los depósitos se ubican por debajo de nivel de la red de alcantarillado, deberán disponer de sistemas de bombeo que permitan vaciar totalmente la instalación. La descarga del agua potable a la red de alcantarillado se realizara de forma que no exista conexión física entre ambas redes, ver el esquema de la figura 4.

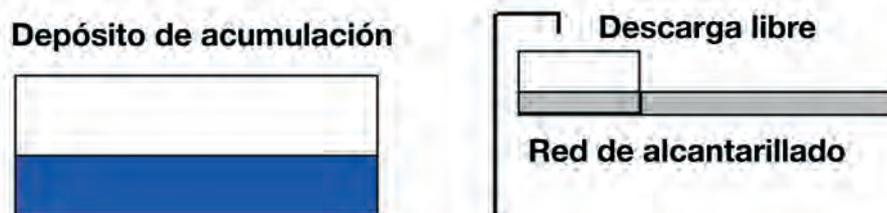


Figura 4. Esquema de descarga de agua a la red de alcantarillado

Esta fase incluirá:

- Selección de materiales.
- Filtración de protección.
- Prevención de incrustaciones calcáreas:
  - Descalcificación por intercambio iónico.
  - Dosificación de inhibidores de incrustaciones.
  - Aplicación de equipos físicos.
- Prevención de procesos de la corrosión:
  - Materiales.
  - Modificación de la composición química del agua.
  - Adición de inhibidores de corrosión.
  - Protección catódica.

##### 4.1.1 Selección de materiales

Se deben 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, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el

interior de las tuberías. Además, estos materiales deberán cumplir con lo establecido en el artículo 14 del Real Decreto 140/2003.

En la tabla 1, se ofrece un resumen no exhaustivo comparativo de los principales materiales utilizados.

Tabla 1. Criterios de selección de materiales

	VENTAJAS	INCONVENIENTES
<b>Acero galvanizado</b>	Instalación sencilla. Disponibilidad de grandes diámetros.	Pérdidas de carga muy importantes en la red cuando se produce corrosión o calcáreos en el depósitos interior. La presencia de iones cobre en el agua favorece la corrosión galvánica. La desinfección química es poco eficaz en canalizaciones corroídas. Los productos de corrosión favorecen el crecimiento microbiano.
<b>Cobre</b>	Instalación sencilla. Admite desinfección térmica, por cloro y peróxidos. Limita la formación de biocapa por la acción bactericida de contacto.	Es difícil encontrar materiales normalizados para dimensiones grandes. Posibilidad de corrosión por “erosión/cavitación” en tubos recalentados mucho tiempo.
<b>Acero inoxidable AISI 304/304L</b>	Adaptado a aguas corrosivas y agresivas. Soporta la desinfección química (mejor con peróxidos).	Coste elevado. Instalación difícil, solo personal cualificado. La instalación se debe pasivar. La presencia de cantidades significativas de cloruros (> 200 mg/l) favorece los procesos de corrosión. Los productos de corrosión favorecen el crecimiento microbiano.
<b>Acero inoxidable AISI 316/316L</b>	Adaptado a aguas corrosivas y agresivas. Soporta la desinfección química (mejor con peróxidos).	Coste muy elevado. Instalación difícil, solo personal cualificado. La instalación se debe pasivar. Los productos de corrosión favorecen el crecimiento microbiano.
<b>Polivinil-cloruro (PVC)</b>	Admite bien las aguas corrosivas. Material muy resistente. Material autoextinguible. Soporta la desinfección química (cloro y peróxidos).	Coste medio. Puede ser poco resistente al calor (> 60 °C) pero esto no es un inconveniente en los circuitos de agua fría de consumo humano. Produce gases tóxicos si se quema. Su eliminación inadecuada puede perjudicar el medioambiente.
<b>Polietileno (PE) y Polietileno de alta densidad (PEHD)</b>	Admiten bien las aguas corrosivas. Soporta la desinfección química (cloro y peróxidos) especialmente el de alta densidad. Muy fácil instalación.	Coste medio. Puede ser poco resistente al calor pero esto no es un inconveniente en los circuitos de agua fría de consumo humano.
<b>Polibutileno (PB) y polipropileno (PP)</b>	Admiten bien las aguas corrosivas. Soporta la desinfección térmica y química (cloro y peróxidos). No se fragiliza, permite su limpieza.	Coste elevado. No produce llama pero si humos. No es autoextinguible.

#### 4.1.2 Filtración de protección

Un primer paso para la protección de cualquier circuito de agua es evitar la entrada de partículas en suspensión.

Si bien las compañías suministradoras filtran correctamente el agua en cabecera, el camino recorrido por el agua desde la planta potabilizadora hasta el punto de consumo generalmente es largo e incluye kilómetros de tubería, en los cuales frecuentemente se realizan reparaciones para sustituir tramos de tuberías viejas o perforadas, realizar conexiones de nuevos usuarios, o ampliar la red de distribución. En todos estos trabajos se excava y remueve la tierra que rodea la tubería produciéndose, en mayor o en menor grado, la entrada accidental en ella de partículas minerales u orgánicas de todo tipo que posteriormente llegan hasta el usuario.

Las redes de distribución pueden acumular además materiales depositados en la superficie interna de la tubería, formando capas conjuntamente con incrustaciones calcáreas o de óxidos generados por los procesos de corrosión. De estas capas se irán desprendiendo partículas, por la acción de los cambios de temperatura, dilatación de la tubería, por las bruscas oscilaciones de la presión hidráulica de la red de distribución, golpes de ariete, etc. las cuales finalmente llegarán hasta la instalación del usuario.

Estas partículas pueden ser causa de obstrucciones en grifería, además facilitan la formación de biocapa y lo que es más importante, pueden producir importantes procesos de corrosión por aireación diferencial.

Este tipo de corrosión por aireación diferencial se produce cuando una partícula extraña normalmente arrastrada por el agua se deposita sobre la superficie interna de una tubería metálica. Cuando esto sucede se origina un proceso de aireación diferencial entre la superficie cubierta por la partícula, y el resto de superficie metálica de la tubería que conduce a un proceso de corrosión.

El agua contiene una pequeña cantidad de oxígeno disuelto en ella. Este oxígeno provoca la oxidación de la superficie interna del tubo; este proceso se observa muy fácilmente, por ejemplo, en los tubos de cobre donde el color de la capa oxidada (más oscura) contrasta con el color del metal sin oxidar (más brillante). A pesar de este proceso, si esta capa de óxido es homogénea, es beneficiosa ya que forma una capa protectora que pasiva al metal impidiendo su corrosión; no obstante si existe una partícula depositada en la tubería, el oxígeno disuelto no puede llegar debajo de esa partícula con lo cual una parte del tubo queda sin oxidar.

Cuando dos metales distintos están en contacto directo, se produce una diferencia de potencial (micropila). Este fenómeno se utiliza ampliamente, en la fabricación de termopares, de termómetros de contacto, etc. No obstante, cuando además del contacto directo, existe agua entre los dos metales se produce una reacción electroquímica que conduce a la corrosión del metal más débil, el cual siempre será el metal no oxidado (ver Figura 6).

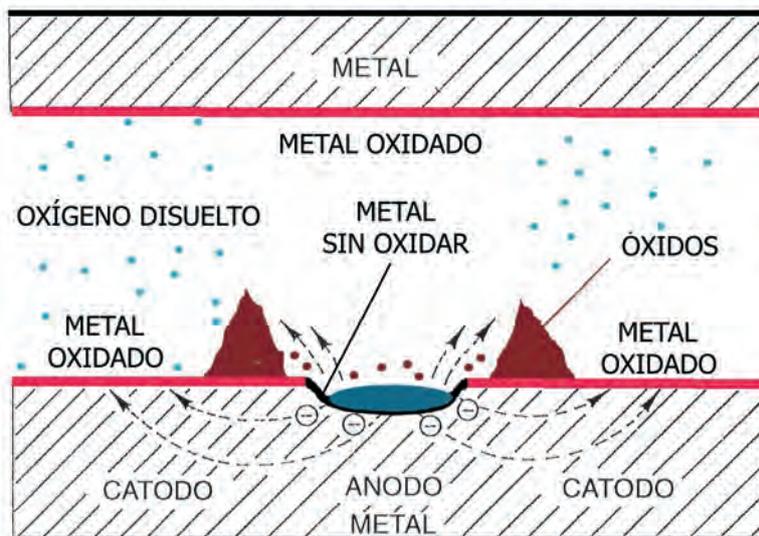


Figura 6. Corrosión por aireación diferencial

La diferencia de potencial generado por la pila así constituida conduce al desgaste del material metálico en la zona situada bajo la partícula, lo cual produce la perforación de la tubería.

La corrosión de punto es muy peligrosa ya que:

- Generalmente es asintomática ya que debido a su reducida superficie no aporta suficiente cantidad de metal al agua para que éste sea visible en el punto de consumo, por lo cual normalmente no da tiempo a tomar medidas ya que cuando la descubrimos, es precisamente por la aparición del poro.
- En esta reacción toda la corrosión se concentra en un punto por lo cual su velocidad será muy elevada.

Para evitar este tipo de procesos se debe instalar un sistema de filtración que evite el paso de partículas en suspensión.

El Real Decreto 865/2003 indica que en los circuitos de agua fría se debe instalar en el agua de aporte un sistema de filtración según la norma UNE-EN 13443-1.

Asimismo el informe UNE 112076 “Prevención de la corrosión en circuitos de agua” también indica que “la filtración del agua es un tratamiento imprescindible para evitar que puedan pasar partículas e impurezas sólidas a las tuberías. Se debe instalar un filtro con un tamaño de poro de 80  $\mu\text{m}$  - 150  $\mu\text{m}$  conforme con la Norma UNE-EN 13443-1, preferiblemente autolimpiante, ya que realiza el proceso de lavado a contracorriente y sin interrupción del paso de agua”.

### 4.1.3 Prevención de incrustaciones calcáreas

El agua que recibimos es siempre plenamente adecuada para su consumo, pero, en algunos casos puede tener un carácter incrustante o muy incrustante que favorece la formación de depósitos calcáreos en las tuberías e instalaciones (foto 1).



Foto 1. Tubería de agua fría con incrustaciones calcáreas

Estos depósitos favorecen la formación de biocapas y, por otra parte, actúan como un aislante produciendo un consumo excesivo de energía y reducen o incluso anulan la eficacia de los sistemas de desinfección tanto por adición de biocidas como por choque térmico.

Las incrustaciones están formadas por carbonatos de calcio e hidróxidos de magnesio en la mayoría de los casos, aunque ocasionalmente también incluyen productos de corrosión como óxidos e hidróxidos de hierro.

La capacidad incrustante de un agua depende principalmente de la concentración de iones calcio y magnesio. Para referirse a la cantidad de estos iones disueltos en el agua se ha desarrollado el término de dureza del agua.

Otros factores fisicoquímicos como la presencia de ión bicarbonato, la temperatura del agua y el pH determinan la posibilidad de formación de incrustaciones al influir en el equilibrio químico de los iones disueltos.

Para evaluar el carácter incrustante de un agua se han desarrollado varios índices que engloban los efectos combinados de todos estos parámetros.

Los índices de Langelier y Ryznar son indicadores del grado de saturación del carbonato de calcio en el agua, su cálculo se basa principalmente en el pH, alcalinidad y dureza. Si el índice de Langelier es positivo, el carbonato

de calcio puede precipitar y formar incrustaciones. En cuanto al índice de Ryznar, cuando presenta un valor de 6,0 o menor, el agua tiene tendencia incrustante, mientras que cuando el valor aumenta a valores superiores de 7,5 a 8,5, el agua tiene tendencia agresiva.

El agua se clasifica en función de su dureza, tal y como se especifica en la tabla 2. Esta clasificación esta basada en las diferentes unidades de medida más habituales.

Tabla 2. Grados de dureza del agua

	Grados franceses (TH o °f)	Grados alemanes (dGH o DH)	Grados ingleses (°e)	Grados americanos	mg/l carbonato cálcico	mmol/l
<b>Muy blanda</b>	0 a 9	0 a 5	0 a 6	0 a 5	0 a 89	0 a 0,9
<b>Blanda</b>	9 a 18	5 a 10	6 a 12,5	5 a 10,4	89 a 178	0,9 a 1,8
<b>Semidura</b>	18 a 36	10 a 20	12,5 a 25	10,4 a 21	178 a 356	1,8 a 3,6
<b>Dura</b>	36 a 54	20 a 30	25 a 37,5	21 a 31	356 a 534	3,6 a 5,4
<b>Muy dura</b>	más de 54	más de 30	más de 37,5	más de 31	más de 534	más de 5,4

En España se suelen usar los grados franceses, aunque actualmente se tiende a usar cada vez más los mg/l carbonato cálcico. En las normativas se suele expresar en mmol/l.

Siempre que nos encontremos ante un agua muy incrustante, es necesario realizar un tratamiento para evitar la formación de incrustaciones en el circuito. Los principales tratamientos utilizados son:

#### a) Descalcificación del agua por intercambio iónico

Es una técnica muy utilizada para consumos reducidos. La descalcificación utiliza resinas de intercambio iónico con grupos que incluyen iones sodio. Cuando el agua atraviesa estas resinas se intercambian los iones calcio y magnesio (que constituyen la dureza del agua) por los iones sodio de tal forma que los primeros quedan retenidos en la resina y estos últimos se incorporan al agua.

Una vez agotada la capacidad de intercambio de la resina, ésta se regenera con una solución de cloruro sódico (sal común). Esta técnica permite eliminar la dureza del agua pero modifica su composición química incorporando iones sodio.

#### b) Dosificación de inhibidores de incrustaciones

En grandes instalaciones para la prevención de incrustaciones calcáreas es frecuente dosificar inhibidores de incrustaciones, generalmente basados en polifosfatos. Estos productos actúan distorsionando la estructura cristalina de las sales cálcicas y magnésicas e inhibiendo su crecimiento regular. De esta forma la cal se mantiene en suspensión y no incrusta.

La dosificación de inhibidores de incrustaciones no elimina la dureza del agua, solamente evita que ésta incruste. Si el circuito dispone de aplicaciones específicas que requieran la reducción total o parcial de la dureza del agua como, por ejemplo, una caldera de vapor o una lavandería, esta técnica no es adecuada. En estos casos se podría realizar una dosificación general en el agua de aporte y una descalcificación en determinados servicios.

#### c) Aplicación de equipos físicos

Los equipos físicos representan una técnica de tratamiento del agua para evitar incrustaciones calcáreas sin adición de productos químicos y sin modificar su composición.

Bajo el concepto de equipos físicos pueden englobarse diversas técnicas y procedimientos algunos de los cuales solamente funcionan en unas determinadas condiciones. Es aconsejable que la eficacia de este tipo de equipos, esté contrastada con algún método de ensayo europeo reconocido, por ejemplo, el test DVGW W-512 (Alemania), ÖVGW W-35 (Austria) u otro test europeo equivalente.

Su principio de funcionamiento puede ser muy variable, pero en general, se basa en la creación de una gran cantidad de núcleos de cristalización que permanecen en suspensión en el agua y que se repelen entre sí. Cuando el agua así tratada llega, por ejemplo, a un calentador en el cual la elevación de la temperatura produciría

la formación de incrustaciones, la cal que precipita no incrusta sobre las paredes sino que lo hace sobre estos núcleos los cuales se arrastran por la corriente.

Al igual que ocurre con la dosificación de inhibidores, este sistema no elimina la dureza del agua, solamente evita que ésta incruste, si bien en este caso la composición química del agua permanece inalterada por completo.

### 4.1.4 Prevención de procesos de corrosión

La formación de procesos de corrosión (foto 2) es un factor muy importante que favorece el desarrollo de *Legionella*. Aparte de ser un elemento importante en el desarrollo de biocapas, el hierro actúa como un nutriente de *Legionella* favoreciendo su multiplicación.



Foto 2. Corrosión en una tubería

Existen diversos factores en una instalación que favorecen los procesos de corrosión, principalmente:

- La composición química del agua.
- La temperatura.
- Las características de la instalación.

Cuando se proyecte o realice una instalación de conducción de agua, se debe efectuar una correcta selección del material de las tuberías y, en general, de los circuitos, puesto que hay aguas cuya composición puede ser corrosiva para diferentes materiales.

Para determinar el mejor material el proyectista debe tomar en consideración siempre las siguientes premisas:

- Características del agua y determinación de su grado de agresividad frente a los diversos materiales existentes.
- Experiencia de las instalaciones ya realizadas en la misma zona y con el mismo tipo de agua.

Asimismo, se debe tener en consideración la Norma UNE 112076 “Prevención de la corrosión en circuitos de agua”. El tratamiento contra la corrosión deberá realizarse siempre en base a los conceptos anteriormente indicados. Los sistemas que normalmente se utilizan se basan en:

#### a) Selección de materiales

Se realiza en base a la composición química del agua y a la experiencia en instalaciones con el mismo tipo de agua.

#### b) Modificación de la composición química del agua

Según su composición química, un agua puede tener un carácter corrosivo con respecto a algunos componentes metálicos de la instalación; por ejemplo, un elevado contenido en cloruros favorece la corrosión

en el acero galvanizado, los iones nitrato y sulfato favorecen la corrosión en el cobre, la acidez carbónica favorece la corrosión en acero galvanizado y en cobre, etc.

Para evitar los procesos de corrosión en aguas corrosivas se puede realizar un tratamiento para modificar su composición química, por ejemplo, mediante neutralización de la acidez carbónica, desnitratación (desnitrificación), desalinización, etc.

### **c) Adición de inhibidores de corrosión**

La utilización de inhibidores de corrosión tiene como objeto la formación de una capa protectora entre el metal de las instalaciones y el agua, con lo cual éste queda protegido. Normalmente actúan a dosis muy débiles y no modifican sensiblemente las características físico-químicas del agua. Se utilizan generalmente para la protección del acero galvanizado y del acero inoxidable.

Los inhibidores más empleados en el agua de consumo humano son los monofosfatos, los silicatos y los silicofosfatos. Estos productos forman compuestos insolubles, en algunos casos en combinación con el calcio presente en el agua, que se depositan sobre los metales aislándolos del agua y protegiéndolos frente a la corrosión.

### **d) Protección catódica**

Este sistema puede aplicarse para la protección de depósitos metálicos o de hormigón armado. Se utiliza asimismo ampliamente en acumuladores de agua caliente sanitaria.

El metal del depósito se protege mediante corriente continua procedente de unos ánodos que pueden ser de magnesio (ánodos de sacrificio), o bien de aluminio o de titanio activado. En estos dos últimos casos se denomina protección catódica por corriente impresa y para conseguir la intensidad de corriente necesaria se utiliza una fuente adicional de alimentación eléctrica externa cuyo polo negativo se conecta al metal a proteger mientras que el polo positivo se conecta al ánodo.

## **4.2 Fase de instalación y montaje**

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha.

Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de *Legionella*.

Las tuberías de agua fría deben estar suficientemente alejadas de las de agua caliente o, en su defecto, aisladas térmicamente para poder mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible, procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 °C.

Se debe instalar un sistema de válvulas de retención, según la norma UNE-EN 1717, que evite retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

## **4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación**

### **4.3.1 Criterios de funcionamiento**

Se debe evitar el estancamiento del agua ya que favorece la proliferación de microorganismos, especialmente en tuberías de desviación, equipos y aparatos en reserva, tramos de tuberías con fondo ciego, etc.

### **4.3.2 Revisión**

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento de agua se realizará con la siguiente periodicidad (tabla 3):

Tabla 3: Periodicidad de las revisiones

Elemento	Periodicidad
<b>Funcionamiento de la instalación:</b> Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.	ANUAL
<b>Estado de conservación y limpieza de los depósitos:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones.	TRIMESTRAL
<b>Estado de conservación y limpieza de los puntos terminales (grifos y duchas):</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. Se realizará en un número representativo, rotatorio a lo largo del año de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.	MENSUAL
<b>Filtros y otros equipos de tratamiento del agua:</b> Comprobar su correcto funcionamiento.	MENSUAL
<b>Purgar las válvulas de drenaje</b> de las tuberías.	MENSUAL
<b>Abrir los grifos y duchas</b> de instalaciones no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos.	SEMANAL
<b>Equipos de desinfección del agua:</b> Comprobar su correcto funcionamiento.	DIARIO

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Si se detectan procesos de corrosión se sustituirá el elemento afectado y, conjuntamente, se realizará, si es preciso, un tratamiento preventivo adecuado para evitar que estos procesos vuelvan a reproducirse.

Durante las operaciones de revisión y mantenimiento se tendrá siempre presente que el agua que se envíe a consumo humano deberá cumplir en todo momento con los parámetros y criterios establecidos en la legislación de aguas de consumo humano. (Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano).

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los siguientes parámetros (tabla 4):

Tabla 4: Parámetros de control de calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<b>Temperatura</b> En el depósito y en puntos significativos de la red de distribución.	Termómetro de inmersión de lectura directa.	<b>MENSUAL</b>
<b>Nivel de cloro residual libre</b> En un número representativo de los puntos terminales (*).	Medidor de cloro libre o combinado de lectura directa o colorimétrico (DPD).	<b>DIARIO</b>
<b>pH (*)</b>	Medidor de pH de lectura directa o colorimétrico.	<b>DIARIO</b>
<b>Legionella sp</b> En puntos significativos del circuito y del depósito si existe.	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	<b>MÍNIMA ANUAL</b>  (Especificar la periodicidad según el apartado 5. Evaluación de Riesgo). En instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es semestral)  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección

(\*) Parámetros a determinar cuando el agua proceda de un depósito de acumulación.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de tratamiento del agua.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

#### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestras en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 5 se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados.

Tabla 5: Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
<p><b>Temperatura.</b></p> <p>En el depósito y en puntos significativos de la red de distribución.</p>	<p>En los depósitos, el punto de la toma de muestras estará alejado de la entrada de agua, así como de cualquier adición de reactivos. Medir temperatura del agua y pH.</p> <p>En la red de distribución se tomarán muestras de agua de los puntos terminales de la red (duchas, grifos, lavamanos).</p> <p>Abrir el grifo y dejar correr el agua aproximadamente 30 segundos.</p> <p>Medir temperatura del agua y concentración de cloro libre.</p>
<p><b>Nivel de cloro residual libre.</b></p> <p>En un número representativo de los puntos terminales.</p>	<p>Considerar siempre los valores más desfavorables para el algoritmo de determinación del riesgo.</p>
<p><b>pH</b></p>	

<p><b>Legionella sp</b></p> <p>En puntos significativos del circuito.</p>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al biocida utilizado.</p> <p>En los depósitos se tomará un litro de agua de cada uno, preferiblemente de la parte baja del depósito, recogiendo, si existieran, materiales sedimentados. El punto de la toma de muestras estará alejado de la entrada de agua así como de cualquier adición de reactivos. Medir la temperatura del agua y cantidad de cloro libre y anotar en los datos de toma de muestra.</p> <p>En la red de distribución se tomarán muestras de agua de los puntos terminales de la red (duchas, grifos, lavamanos).</p> <p>Si se trata de un estudio tras la aparición de un brote o caso aislado de legionelosis, se tomará la muestra preferiblemente de habitaciones relacionadas con los enfermos, así como de algún servicio común, intentando elegir habitaciones no utilizadas en los días previos a la toma.</p> <p>Se tomará un litro de agua, recogiendo primero una pequeña cantidad (unos 100 ml) para después rascar el grifo o ducha con una torunda que se incorporará en el mismo envase y recoger el resto de agua (hasta aproximadamente un litro) arrastrando los restos del rascado. Medir la temperatura del agua y la cantidad de cloro libre y anotar en los datos de toma de muestra.</p> <p><b>Normas de transporte:</b></p> <p><b>Para las muestras de fluidos serológicos:</b> muestras clínicas y diagnósticas será de aplicación el Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), o el Reglamento sobre Mercancías Peligrosas de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional (IATA-DGR). Se acondicionará para el transporte de forma que se contemplen los tres niveles de contención recomendados por la ONU y se especificará en el paquete externo «Especimen diagnóstico embalado con las instrucciones 650». Los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un embalaje secundario a prueba de filtraciones y un paquete externo que proteja al secundario y su contenido de agresiones externas. Según la norma UN 3373.</p> <p><b>Para las muestras ambientales (agua),</b> tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetas a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.</p>
<p>Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. “Guía para la conservación y la manipulación de muestras”.</p>	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo tanto entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar. En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003, de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

1. Limpieza y programa de mantenimiento
2. Limpieza y desinfección de choque
3. Limpieza y desinfección en caso de brote

#### 4.3.4.1 Limpieza y programa de mantenimiento

La limpieza y el programa de mantenimiento tienen como objeto garantizar que la instalación se encuentre en un correcto estado de higiene durante su funcionamiento habitual.

Se corresponderá con los programas de tratamiento especificados en el artículo 8.2 del Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*.

La desinfección de mantenimiento es obligatoria cuando el agua proviene de una captación propia. Cuando el agua procede de la red de suministro público, en cualquier caso, pero especialmente cuando existan depósitos de almacenamiento intermedio se deberá asegurar en puntos terminales una concentración de cloro residual libre mínima de 0,2 mg/l y máxima de 1,0 mg/l (se recomienda mantener niveles cercanos a 0,6 mg/l). En caso contrario será necesario disponer un sistema de dosificación automático de cloro.

#### 4.3.4.2 Limpieza y desinfección de choque

Se corresponderá con las limpiezas preventivas anuales especificadas en el Anexo 3B.b) del Real Decreto 865/2003.

Las instalaciones de agua fría de consumo humano se limpiarán y desinfectarán cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, y cuando una revisión general así lo aconseje.

Los depósitos de acumulación deberán lavarse y desinfectarse como mínimo una vez al año. El resto de la instalación de agua fría se limpiará y, si procede, en función de los resultados analíticos o del estado de la instalación, se desinfectará. En los depósitos de gran volumen o en aquellas instalaciones que no puedan cesar en su actividad y en las cuales, por consiguiente, no se puede proceder al vaciado del depósito, es posible sustituir el vaciado y la limpieza anual por otro procedimiento que garantice la eliminación de los lodos y fangos que puedan acumularse en el depósito.

El titular de la instalación deberá justificar y certificar las razones por las que el sistema no puede parar o vaciarse a requerimiento de la Autoridad Sanitaria. En estos casos, se puede instalar un sistema de filtración multietrato en continuo, o con un funcionamiento a intervalos regulares, que tome el agua de la parte inferior del depósito y la devuelva a través del filtro a la parte superior de tal forma que se realice una filtración y separación continua de las partículas en suspensión presentes en el depósito.

Los productos que se utilicen para la limpieza de las superficies en contacto con agua de consumo humano deberán ser fabricados por empresas registradas en el Registro General Sanitario de Alimentos con la Clave 37. Posteriormente a la limpieza se deberá aclarar suficientemente con agua limpia. Asimismo, se tendrá en cuenta lo dispuesto en la Orden SCO/3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.

El procedimiento para la limpieza y desinfección química de los depósitos cuando se utilice cloro será el siguiente:

- Clorar el depósito con 20-30 mg/l de cloro residual libre, a una temperatura no superior a 30 °C y un pH de 7-8 y mantener durante 3 ó 2 horas respectivamente. Como alternativa, se puede utilizar 4-5 mg/l en el depósito durante 12 horas.
- Neutralizar la cantidad de cloro residual libre y vaciar.
- Limpiar a fondo las paredes de los depósitos, eliminando incrustaciones y realizando las reparaciones necesarias y aclarando con agua limpia.
- Finalmente, se procederá a la normalización de las condiciones de calidad del agua, llenando nuevamente la instalación, y si se utiliza cloro como desinfectante, se añadirá para su funcionamiento habitual (0,2-1,0 mg/l de cloro residual libre).

Si es necesaria la recloración, ésta se hará por medio de dosificadores automáticos.

### **4.3.4.3 Limpieza y desinfección en caso de brote**

En caso de brote de legionelosis, se realizará una desinfección de toda la red, incluyendo el sistema de distribución de agua, siguiendo el siguiente procedimiento, teniendo en cuenta que en este caso solo está permitido el uso de cloro.

Clorar con 15 mg/l de cloro residual libre, manteniendo el agua por debajo de 30 °C y a un pH de 7-8, y mantener durante 4 horas (alternativamente se podrán utilizar cantidades de 20 ó 30 mg/l de cloro residual libre, durante 3 ó 2 horas, respectivamente).

Neutralizar, vaciar, limpiar a fondo los depósitos, reparar las partes dañadas, aclarar y llenar con agua limpia.

Reclorar con 4-5 mg/l de cloro residual libre y mantener durante 12 horas. Esta cloración debería hacerse secuencialmente, es decir, distribuyendo el desinfectante de manera ordenada desde el principio hasta el final de la red. Abrir por sectores todos los grifos y duchas, durante 5 minutos, de forma secuencial, comprobar en los puntos terminales de la red 1-2 mg/l de cloro libre residual.

Los elementos desmontables, como grifos y duchas, se limpiarán a fondo con los medios adecuados que permitan la eliminación de incrustaciones y adherencias y se sumergirán en una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre, durante 30 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría.

Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo. Es necesario renovar todos aquellos elementos de la red en los que se observe alguna anomalía, en especial aquellos que estén afectados por la corrosión o la incrustación. Proceder posteriormente al tratamiento continuado del agua durante tres meses de forma que, en los puntos terminales de la red, se detecte de 1-2 mg/l de cloro residual libre para el agua fría.

Estas actividades quedarán reflejadas en el registro de mantenimiento. Posteriormente se continuará con las medidas de mantenimiento habituales.

### **4.3.5 Criterios de valoración de resultados**

En la tabla 6 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las actuaciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviaciones de los mismos.

Tabla 6. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctora en caso de incumplimiento	
Temperatura	< 20 °C.	Alejar suficientemente las tuberías de agua fría de las de agua caliente o en su defecto aislarlas térmicamente para poder mantener la temperatura del agua en el circuito de agua fría lo más baja posible procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20 °C. Evitar la radiación solar directa.	
Nivel de cloro residual libre	Mínimo 0,2 mg/l Máximo 1 mg/l	Si no alcanzan los niveles mínimos en los puntos terminales se instalará una estación de cloración automática, dosificando sobre una recirculación del mismo, con un caudal del 20% del volumen del depósito.	
pH	6,5 – 9.	Se valorará el valor del pH del agua a fin de ajustar la dosis de cloro a utilizar (según UNE 100030). Se controlara asimismo para valorar los procesos de incrustaciones calcáreas y de corrosión.	
<i>Legionella sp</i>	Presencia (*).	< 1000 Ufc/L	Realizar limpieza y desinfección de choque y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.
		≥ 1000 Ufc/L	Realizar limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

(\*) El límite inferior de detección del método de análisis debe ser igual o menor a 100 Ufc/L

#### 4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

Los principales problemas asociados a una instalación de agua fría de consumo humano son la regulación del nivel de desinfectante residual en los depósitos de acumulación y la prevención de procesos de incrustación y corrosión. En los depósitos de acumulación es imprescindible evitar el estancamiento del agua y realizar un tratamiento de desinfección basado en el control del nivel de desinfectante del agua que se envía a consumo.

Los procesos de incrustaciones y/o corrosión pueden prevenirse determinando previamente el carácter incrustante, agresivo o corrosivo del agua frente a los componentes de la instalación (consultar el apartado 4.1 Fase de Diseño).

#### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en éstas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberá indicar:

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.
- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberá ajustarse al Real Decreto 865/2003. No obstante en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (anexo 1).

## 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada sistema concreto es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la Autoridad Sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado, tal como se establece en la SCO/317/2003, de 7 de febrero, por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003.

Las tablas 7, 8 y 9 que figuran a continuación permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada sistema.

Las tablas comprenden factores estructurales, asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento, asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación y factores de operación, asociados al funcionamiento de la instalación

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO”, así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice Global” que figura a continuación (tabla 10). Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de aplicar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 7. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Depósito de acumulación</b>	No existe depósito de acumulación.	Existe depósito de acumulación con control y regulación del nivel de desinfectante residual.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisión del correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Existe depósito de acumulación sin control del nivel de desinfectante residual.	Instalar sistemas de regulación automáticos o eliminar los depósitos si no son necesarios.
<b>Materiales</b> • Composición • Rugosidad • Corrosividad	Materiales metálicos y plásticos que resistan la acción agresiva del agua y biocidas.	Hormigón. Materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación.	Sustitución de materiales o protecciones adecuadas. Adición de inhibidores de corrosión.	Otros materiales en contacto con el agua que favorezcan el desarrollo de bacterias.	Sustitución de materiales.
<b>Tipo de aerosolización</b> • Duchas • Otros sistemas	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	Sustituir el sistema de aerosolización.	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	Sustituir el sistema de aerosolización.
<b>Puntos de emisión de aerosoles</b>	Puntos individuales aislados (< 5 puntos).	Instalación con varios puntos de emisión (5-25 puntos).	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisión.	Instalación con un gran número de puntos de emisión (> 25 puntos).	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisión.
<b>Ubicación del depósito</b>	Interior.	Exterior pero protegido de luz solar.	Reubicar a una localización interior.	Exterior sin protección.	Proteger o reubicar a una localización interior.
<b>Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada (incluyendo tramos de reserva)</b>	Zonas de estancamiento mínimas (< 1 metro tubería).	Existen zonas donde el agua queda estancada (1-5 metros).	Purgar periódicamente las zonas dejando correr el agua algunos minutos.	Existen zonas donde el agua queda estancada y tramos que no se utilizan (> 5 metros).	Purgar periódicamente las zonas dejando correr el agua algunos minutos. Anular los tramos no utilizados.
<b>Frecuencia de renovación del depósito de acumulación</b>	No existen depósitos o se alcanza una renovación diaria (consumo diario corresponde al menos al volumen almacenado).	Renovación cada 3 días (el consumo diario corresponde a 1/3 del volumen almacenado).	Disminuir el volumen de almacenamiento.	Renovación superior a 3 días.	Disminuir volumen de almacenamiento.

Tabla 8. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Parámetros fisicoquímicos</b> - Nivel de cloro residual libre	En los controles analíticos aparece cloro libre en puntos terminales > 0,2 mg/l.  (ajustar el valor de la concentración mínima de cloro residual en función del pH del agua según norma UNE 100030).	En los controles analíticos aparece cloro libre en puntos terminales < 0,2 mg/l. No existe depósito de acumulación. (ajustar el valor de la concentración mínima de cloro residual en función del pH del agua según UNE 100030).	Instalar un depósito con un sistema automático de reclaración, que asegure un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos.	En los controles analíticos aparece cloro libre en puntos terminales < 0,2 mg/l, Existe depósito de acumulación (ajustar el valor de la concentración mínima de cloro residual en función del pH del agua según UNE 100030).	Instalar una estación de cloración automática, dosificando sobre una recirculación del depósito, con un caudal del 20% del volumen del depósito.
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos no aparece <i>Legionella sp.</i>	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Limpieza y desinfección de choque apartado 4.3.4.2.	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> ≥ 1.000 Ufc/L.	Limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote apartado 4.3.4.3.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación se encuentra limpia, sin biocapa.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección de choque de la instalación.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar sistema de tratamiento.	Mal estado general de conservación: Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.
<b>Estado del sistema de tratamiento del agua. Filtros</b> • Tratamientos anti-incrustación o anti-corrosión. • Sistemas de desinfección	La instalación dispone de un sistema de tratamiento adecuado funcionando correctamente o no requiere dicho sistema.	La instalación dispone de un sistema de tratamiento adecuado pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación requiere un sistema de tratamiento pero no dispone de él.	Instalar el sistema de tratamiento y desinfección.

Tabla 9. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura media del agua de aporte	< 20 °C.	20-25 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.	> 25 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.
Temperatura media del agua en el sistema	< 20 °C.	20-25 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.	> 25 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.
Frecuencia de uso de los puntos finales de consumo	Los puntos finales de consumo se usan diariamente.	Los puntos finales de consumo se usan como mínimo semanalmente.	Aumentar frecuencia de uso. Dejar correr periódicamente el agua durante algunos minutos.	Los puntos finales de consumo se usan esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	Aumentar frecuencia de uso. Dejar correr periódicamente el agua durante algunos minutos.

Tabla 10. Índice global

Riesgo estructural	Bajo	Medio	Alto
Depósito de acumulación	0	8	16
Materiales	0	3	6
Tipo de pulverización	0	9	18
Puntos de emisión de aerosoles	0	7	14
Ubicación del depósito	0	6	12
Zonas de estancamiento	0	11	22
Frecuencia de renovación depósito acumulación	0	6	12
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo de Mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Parámetros fisicoquímicos - Nivel de cloro residual	0	9	18
Contaminación microbiológica	0	12	24
Estado higiénico de la instalación	0	12	24
Estado mecánico de la instalación	0	8	16
Estado del sistema de tratamiento del agua	0	9	18
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo de Operación	Bajo	Medio	Alto
Temperatura media del agua de aporte	0	10	20
Temperatura media del agua en el sistema	0	20	40
Frecuencia de uso de los puntos finales de consumo	0	20	40
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgo, el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{INDICE GLOBAL} = 0,3*\text{IE} + 0,6*\text{IM} + 0,1*\text{IO}$$

## 5.2 Acciones correctoras en función del índice global

### INDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003, así como los especificados en el apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

### INDICE GLOBAL ≥ 60 ≤ 80

Se llevarán a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice por debajo de 60.

Aumentar la frecuencia de revisión del sistema: Revisión trimestral.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 7, 8 y 9.

### INDICE GLOBAL > 80

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán en caso de ser necesaria la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección del sistema a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 7, 8 y 9.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre ≤ 50.

## 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las tablas 11,12 y 13:

Tabla 11. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Depósito de acumulación	Existe depósito de acumulación sin control del nivel de desinfectante residual.	ALTO
Materiales	Los materiales resisten la acción agresiva del agua y biocidas y no favorecen el desarrollo de bacterias.	BAJO
Tipo de pulverización	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	ALTO
Punto de emisión de aerosoles	Instalación con un gran número de puntos de emisión.	ALTO
Ubicación del deposito	Exterior pero protegido de luz solar.	MEDIO
Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada	Existen zonas donde el agua queda estancada.	MEDIO
Frecuencia de renovación del deposito de acumulación	Se renueva diariamente.	BAJO

Tabla 12. Ejemplo de evaluación riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros fisicoquímicos - Nivel de cloro residual	En los controles analíticos aparece: - cloro libre en puntos terminales < 0,2 mg/l. Existe depósito de acumulación.	ALTO
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> < 1.000 Ufc/L.	MEDIO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	MEDIO
Estado mecánico de la instalación	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	MEDIO
Estado del sistema de tratamiento del agua	La instalación dispone de un sistema de tratamiento adecuado, con un filtro en el aporte, pero no funciona correctamente.	MEDIO

Tabla 13. Ejemplo evaluación riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura media del agua de aporte	17 °C.	BAJO
Temperatura media del agua en el sistema	26 °C.	ALTO
Frecuencia de uso de los puntos finales de consumo	Las instalaciones se usan como mínimo semanalmente.	MEDIO

A partir de estos factores se calcularía el índice global tal y como se muestra en las tablas 14, 15 y 16, aplicado a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 14. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Depósito de acumulación	ALTO	16
Materiales	BAJO	0
Tipo de pulverización	ALTO	18
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	14
Ubicación del depósito	MEDIO	6
Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada	MEDIO	11
Frecuencia de renovación del depósito de acumulación	BAJO	0
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>65</b>

Tabla 15. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Parámetros fisicoquímicos - Nivel de cloro residual	ALTO	18
Contaminación microbiológica	MEDIO	12
Estado higiénico de la instalación	MEDIO	12
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	8
Estado del sistema de tratamiento del agua	MEDIO	9
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>59</b>

Tabla 16. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	0
Temperatura media del agua en el sistema	ALTO	40
Frecuencia de uso de los puntos finales de consumo	MEDIO	20
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>60</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el resultado siguiente:

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*65 + 0,6*59 + 0,1*60</b>	<b>60,9</b>
---	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el Índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el Índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre < 50. En este caso el Índice es 59 por lo que sería necesario actuar fundamentalmente en este apartado.

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO” que suponen un claro incumplimiento de las especificaciones del Real Decreto 865/2003.

Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 17, 18 y 19, hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 17. Factores de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Depósito de acumulación</b>	Existe depósito de acumulación sin control del nivel de desinfectante residual.	De acuerdo con el Real Decreto 865/2003, se instala una estación de cloración automática, dosificando sobre una recirculación del depósito, con un caudal del 20% del volumen del depósito. Esta acción tiene efecto también sobre el nivel de cloro residual en los Factores de riesgo de mantenimiento.	<b>MEDIO</b>

Tabla 18. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Parámetros fisicoquímicos - Nivel de cloro residual</b>	En los controles analíticos aparece cloro libre en puntos terminales < 0,2 mg/l, Existe depósito de acumulación.	La instalación de una estación de cloración automática, dosificando sobre una recirculación del depósito, con un caudal del 20% del volumen del depósito, permite asimismo la corrección de este factor.	<b>BAJO</b>
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> > 100 Ufc/L ≤ 1000 Ufc/L	Como consecuencia del resto de acciones correctoras este valor da ausencia.	<b>BAJO</b>
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Se realiza una limpieza y desinfección preventiva de la instalación y se aumenta la frecuencia de limpieza.	<b>BAJO</b>
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Se sustituyen los elementos con corrosión y se eliminan las incrustaciones existentes.	<b>BAJO</b>
<b>Estado del sistema de tratamiento del agua</b>	La instalación dispone de un sistema de tratamiento adecuado, con un filtro en el aporte, pero no funciona correctamente.	Se repara el sistema de tratamiento y se aumenta su frecuencia de revisión.	<b>BAJO</b>

Tabla 19. Factores de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Temperatura media del agua en el sistema	26 °C.	De acuerdo con el Real Decreto 865/2003 se aíslan las tuberías de agua fría de las del agua caliente obteniendo una temperatura de 19 °C en la instalación.	<b>BAJO</b>

Una vez realizadas estas acciones el índice global queda como se muestra en las tablas 20, 21 y 22:

Tabla 20. Índice de riesgo estructural corregido

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Depósito de acumulación	ALTO	<b>MEDIO</b>	16	<b>8</b>
Materiales	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Tipo de pulverización	ALTO	<b>ALTO</b>	18	<b>18</b>
Puntos de emisión de aerosoles	ALTO	<b>ALTO</b>	14	<b>14</b>
Ubicación del depósito	MEDIO	<b>MEDIO</b>	6	<b>6</b>
Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada	MEDIO	<b>MEDIO</b>	11	<b>11</b>
Frecuencia de renovación del depósito de acumulación	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			65	<b>57</b>

Tabla 21. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Parámetros fisicoquímicos - Nivel de cloro residual	ALTO	<b>BAJO</b>	18	<b>0</b>
Contaminación microbiológica	MEDIO	<b>BAJO</b>	12	<b>0</b>
Estado higiénico de la instalación	MEDIO	<b>BAJO</b>	12	<b>0</b>
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	<b>BAJO</b>	8	<b>0</b>
Estado del sistema de tratamiento del agua	MEDIO	<b>BAJO</b>	9	<b>0</b>
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			59	<b>0</b>

Tabla 22. Índice de riesgo operacional corregido

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Temperatura media del agua en el sistema	ALTO	<b>BAJO</b>	40	<b>0</b>
Frecuencia de uso de las instalaciones	MEDIO	<b>MEDIO</b>	20	<b>20</b>
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			60	<b>20</b>

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3*57 + 0,6*0 + 0,1*20</math></b>	60,9	<b>19,1</b>
---	------	-------------

Con la aplicación pues de las medidas correctoras indicadas se ha conseguido reducir el Índice Global por debajo del valor 60 y el Índice de Mantenimiento se ha reducido a 0, lo cual implicaría un riesgo bajo en todos los factores por debajo de 50.

Aunque la disminución del índice estructural no ha sido tan drástica (65 a 57) controlando los factores de riesgo de mantenimiento se reduce el índice global de forma considerable.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO		ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento			No se observan anomalías	No se precisa
			Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones			Ausencia de incrustaciones	No se precisa
			Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión			Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
			Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad			Ausencia	No se precisa
			Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de los filtros			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de abundantes partículas	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y del tratamiento del agua			Funcionamiento correcto	No se precisa
			Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

## II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Limpieza del depósito
		Limpieza de la instalación
Producto utilizado	Nombre:	
	Número de registro:	
Protocolo seguido		

## III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Desinfección de choque
		Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre:	
	Nº de registro:	
Dosis aplicada		
Tiempo de actuación		
Protocolo seguido		

## IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

## V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de <i>Legionella</i>		Ausencia	No se precisa
		< 1000 Ufc/L	.....
		≥ 1000 Ufc/L	.....
Cloro libre residual			.....
pH			.....
Temperatura			.....
Otros controles analíticos			.....

# CAPÍTULO 3

## SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA

### 1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria (ACS), si no son convenientemente diseñadas y mantenidas, pueden convertirse en focos amplificadores de la bacteria *Legionella*, causante de la legionelosis.

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 incluye a las instalaciones de Agua Caliente Sanitaria en su ámbito de aplicación.

Las instalaciones más sencillas han sido clasificadas como “instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”; las instalaciones con acumulador y circuito de retorno están clasificadas como “instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

Desde un punto de vista estrictamente técnico, cualquier instalación de ACS, podría suponer un cierto riesgo de transmisión de Legionelosis, la separación que se incluye en el Real Decreto 865/2003 esta basada fundamentalmente en el mayor tamaño y la complejidad de las instalaciones que incluyen circuito de retorno.

La presencia de circuito de retorno en un sistema de ACS presenta ventajas e inconvenientes. Entre las ventajas cabe destacar, por ejemplo, que ayuda a mantener la temperatura del agua circulante más caliente al volver al depósito en cada ciclo, mejora el confort de los usuarios porque disponen más rápidamente del agua, supone un ahorro energético y de consumo de agua importante ya que evita desechar agua que había sido previamente calentada.

Como inconvenientes, la instalación con circuito de retorno es más cara y compleja de diseñar, puede favorecer procesos de corrosión cuando existen mezclas de metales en los circuitos (por ejemplo, acero galvanizado y cobre), si no se mantiene correctamente favorece la formación de biocapa, la presencia de incrustaciones calcáreas puede disminuir la circulación del agua y crear reservorios de agua estancada y a baja temperatura presentan elevados riesgos.

En instalaciones de gran tamaño, como por ejemplo hoteles, hospitales, residencias de ancianos, polideportivos, vestuarios laborales, o instalaciones centralizadas en general, el uso de circuito de retorno esta muy extendido y técnicamente es una buena opción, aunque actualmente existen otras posibilidades adecuadas como el uso de un sistema de traceado<sup>1</sup> de uso muy restringido en España.

Las instalaciones de ACS centralizadas en viviendas particulares, no están recogidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003. No obstante, dado que se trata de una instalación de riesgo de proliferación y dispersión de *Legionella*, deberían disponer de un programa de mantenimiento acorde a los requisitos del citado Real Decreto.

Los aerosoles creados en una instalación de ACS no son emitidos al ambiente exterior, por lo que la población expuesta al riesgo se limita a los usuarios de dicha instalación.

Las instalaciones dedicadas a lugares públicos o con multitud de usuarios, tales como hoteles, hospitales, residencias, gimnasios, vestuarios laborales, etc., presentan un especial riesgo por el elevado nivel de población que las utiliza.

En algunos casos, las instalaciones de ACS son utilizadas directamente por personas especialmente susceptibles: residencias de ancianos, hospitales, etc.

---

<sup>1</sup> El “traceado” consiste en un sistema de suministro energético de apoyo, típicamente hecho con cable eléctrico, que instalado en las tuberías de la red de suministro, contrarresta las pérdidas energéticas, manteniendo el agua a la temperatura deseada.

## 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

Los sistemas de preparación de Agua Caliente Sanitaria están muy extendidos en nuestra sociedad. En la actualidad consideramos el agua caliente como un requisito de confort imprescindible en nuestras vidas.

Los sistemas de preparación y distribución de agua caliente evolucionaron de la mano de la ingeniería hidráulica y energética hasta el punto de poder convertirse en un bien común al alcance de la mayoría de la población.

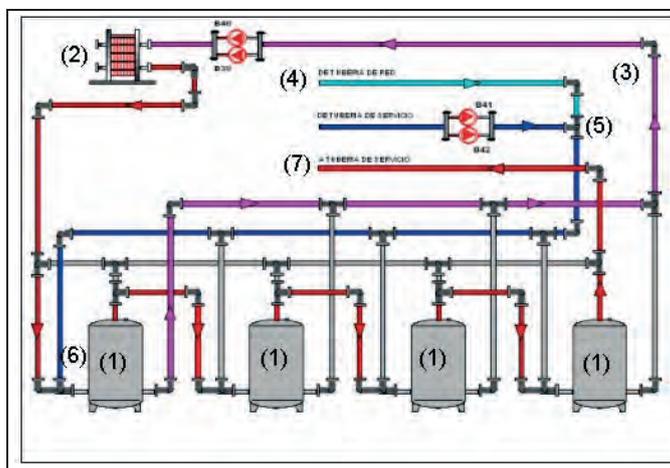
El desarrollo de la industria electrónica permitió la evolución de técnicas de regulación automática capaces de garantizar una distribución de agua adecuada a las necesidades de confort de cada usuario. La evolución de los distintos sistemas de aislamiento, intercambiadores, etc., ha permitido la fabricación de sistemas con mayor rendimiento. Las fuentes alternativas de energía, por ejemplo la energía solar, son cada vez más utilizadas, permitiendo la obtención de un agua caliente de calidad con menor impacto en el medio ambiente y un considerable ahorro energético.

## 3. DESCRIPCIÓN

Los sistemas de Agua Caliente Sanitaria son aquellos que distribuyen agua de consumo sometida a algún tratamiento de calentamiento y por ello, además de cumplir las especificaciones del Real Decreto 865/2003 deben cumplir los requisitos del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Los elementos que constituyen un sistema de ACS son (Fig. 1):

- **Acometida de Agua Fría de Consumo Humano (AFCH).**
- **Generador de calor:** es el elemento o grupo de elementos destinados a elevar la temperatura del agua fría. Existen multitud de posibilidades para elevar la temperatura del agua. En algunas instalaciones, típicamente las de menor tamaño, se utilizan calderas o calentadores que actúan calentando directamente el AFCH. En las instalaciones de mayor tamaño se usan intercambiadores de calor, diferenciándose el circuito de ACS del circuito de agua de caldera.
- **Red de suministro:** conjunto de tuberías que transportan el agua atemperada hasta elementos terminales.
- **Acumulador:** depósito o depósitos que almacenan el agua caliente, incrementando la inercia térmica del sistema y permitiendo la utilización de generadores de calor de potencia inferior a la demanda máxima puntual del sistema.
- **Elementos terminales:** grifos, duchas que nos permiten el uso y disfrute del ACS.
- **Circuito de retorno:** red de tuberías que transportan el agua de vuelta desde los puntos más alejados de la red de suministro hasta el acumulador. Su objeto es mantener un nivel aceptable de temperatura del agua caliente en toda la red de suministro, aún cuando los elementos terminales no demanden consumo durante largos periodos de tiempo.



En el esquema adjunto se observa una distribución de depósitos acumuladores (1) calentados por un intercambiador de placas (2) con una red de tuberías que permite trabajar tanto en serie como en paralelo.

En la configuración actual el sistema trabaja en serie, el calentamiento se realiza en el primer depósito a través de un circuito de recirculación (3) la alimentación de agua fría (4) se hace previa mezcla con el agua de retorno de servicio (5) y con el agua calentada procedente del intercambiador de placas (6). El agua de mezcla resultante alimenta al primer depósito y desde éste se envía a servicio (7) pasando previamente por el resto de los depósitos de acumulación (1).

Figura 1. Esquema de un sistema de agua caliente sanitaria

Las instalaciones de ACS sin depósito acumulador, denominadas comúnmente sistemas instantáneos, generan agua caliente en el momento de la demanda. Este tipo de instalaciones son consideradas en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, como “instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

El agua es calentada inmediatamente antes de su utilización, no permitiéndose su almacenamiento a temperaturas adecuadas para el desarrollo de la bacteria. Es necesario, no obstante, tener en cuenta que la red de suministro ofrece, entre el generador de calor y los elementos terminales, un cierto volumen de agua. Cuando no existe demanda, la temperatura del agua en el volumen existente en la red de suministro, disminuye, pudiendo crear un entorno favorable para el desarrollo de la bacteria.

Las instalaciones de ACS con acumulador ofrecen un volumen de agua, que en función de la temperatura de almacenamiento, podrían crear un entorno adecuado para el desarrollo de *Legionella*. Por ello, es importante garantizar que la temperatura del agua en los acumuladores no descienda de 60°C.

Las instalaciones de ACS con acumulador y circuito de retorno, son consideradas en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, como “instalaciones con 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 bacterias.

Sin embargo, un circuito de retorno, aparte de mejorar los niveles de confort de los usuarios, que al abrir los elementos terminales dispondrán rápidamente de agua caliente, sirve para asegurar que la temperatura de la red de suministro no descienda, impidiendo el desarrollo de bacterias. Asimismo, el circuito de retorno evita estancamientos del agua, aun cuando no se utilicen los elementos terminales. El circuito de retorno debe de estar dimensionado de forma que permita que la temperatura de agua de vuelta no descienda de 50 °C. Como se comentó anteriormente, las instalaciones de ACS pueden estar provistas de un sistema de “traceado”, en vez de un circuito de retorno.

Existen instalaciones que disponen de válvula mezcladora, cuya función es ajustar automáticamente la cantidad justa de agua fría y caliente para obtener un agua resultante a temperatura de uso, entre 30 y 40 °C. Estas instalaciones acumulan una pequeña cantidad de agua que si bien por temperatura podría suponer un riesgo, por volumen acumulado dicho riesgo no es elevado. En todo caso, en este tipo de instalaciones es necesario controlar exhaustivamente la frecuencia de uso o apertura de grifos para evitar el estancamiento por periodos de tiempo elevados.

#### 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

En los circuitos de ACS, los criterios de actuación se deben basar en el control de la temperatura del agua por encima de los 60 °C, de forma que alcance 60 °C en los depósitos o acumuladores finales.

El caudal instantáneo demandado por la instalación de ACS varía de forma extremadamente brusca de un instante a otro. Estas variaciones obligan generalmente a disponer de una reserva acumulada que sea capaz de compensar la demanda de un determinado momento.

El sistema más utilizado en las instalaciones de agua caliente sanitaria incluidas en el ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003 es el centralizado, en el cual los focos caloríficos son calderas centrales instaladas en Salas de Calderas, pudiendo funcionar mediante combustibles sólidos, líquidos o gaseosos. El agua caliente sanitaria se obtiene por calentamiento indirecto en intercambiadores de calor, a donde llega un circuito primario desde la caldera, (en circuito cerrado), que va cediendo el calor al agua contenida en el secundario del mismo.

Para que un sistema de preparación de agua caliente sanitaria cumpla satisfactoriamente con su función, es esencial que disponga de una potencia calorífica suficiente, auxiliada por una acumulación térmica en su caso, para absorber los caudales del consumo punta sin perjuicio para la estabilidad de la temperatura del agua en los puntos de consumo.

El sistema de producción centralizado conlleva un conjunto de instalaciones necesarias para la producción del ACS, su almacenamiento y distribución hasta los diferentes puntos de consumo (lavabos, duchas, grifos, etc.), lo que da lugar a una instalación compuesta por una serie de elementos variados, unido a una red de tuberías ampliamente ramificadas por todo el edificio, y con unas temperaturas del agua caliente tales, que el conjunto puede constituir una instalación propicia para la proliferación de *Legionella*.

La producción centralizada de ACS se obtiene en términos genéricos, mediante el intercambio térmico entre un fluido caliente primario (aceite o más frecuentemente agua caliente) y un circuito secundario recorrido por agua, que tras calentarse a la temperatura requerida, constituirá lo que denominamos agua caliente sanitaria. Para ello se emplean los llamados intercambiadores de calor, que son dispositivos utilizados para transferir energía térmica de un fluido a otro.

El intercambiador tiene la limitación técnica de que la temperatura del ACS producida depende del caudal de consumo demandado, por lo que cuando la demanda es grande, la temperatura del ACS baja. La producción centralizada de ACS con acumulación, dispone de un volumen de reserva para compensar la demanda de un determinado momento y mantener la temperatura del agua en el valor deseado.

Un tipo de intercambiador muy extendido en su aplicación es el de tipo multitubular, que está constituido fundamentalmente por un haz tubular, por cuyo interior circula el agua caliente primaria (calentada mediante caldera), colocado en el interior de una carcasa cilíndrica, circulando el agua a calentar (ACS) por el espacio existente entre el haz tubular y la carcasa.

Para disponer de un volumen de reserva de ACS, el haz tubular se sitúa en un depósito donde el agua además de calentarse, se almacena, obteniéndose así un volumen de reserva para compensar la demanda. Este conjunto es el que se conoce como interacumulador.

Otro tipo de intercambiador muy extendido para este uso es el intercambiador de placas. Este tipo surgió cuando su diseñador, el Dr. R. Seligman, trataba de solucionar los problemas de limpieza en los intercambiadores empleados en la industria alimentaria de EE.UU. Para ello, pensó inicialmente en dividir los tubos de intercambio de calor en dos mitades a fin de que pudieran ser abiertos y limpiados más fácilmente, acabando finalmente por imprimir cada mitad del tubo en unas placas que al unirse de dos en dos, formaban el conjunto de tubos del intercambiador, que pasó a denominarse "de placas".

El intercambiador de placas es, en definitiva, un dispositivo que permite a dos fluidos que circulan a contracorriente, cada uno por un lado de una placa metálica corrugada, intercambiar energía térmica. Los intercambiadores de placas están integrados, por tanto, por un paquete de placas metálicas corrugadas de forma especial y con orificios para el paso de los fluidos, que se acoplan unas en otras en mayor o menor número, según las necesidades térmicas, en un bastidor metálico que las sostiene unidas. Dicho bastidor está formado por una placa frontal fija y otra móvil, que permite abrir o cerrar el intercambiador para su limpieza, reparación o una posible ampliación. Estas dos placas frontales se unen por una serie de tirantes para lograr la presión necesaria para el cierre hermético del conjunto. Completan el bastidor la guía portadora superior y el soporte trasero.

Cada placa tiene cuatro orificios por los que circulan los fluidos, mientras que la junta estanca, que hace de cierre por presión entre placas, permite, según su colocación, la circulación del fluido deseado por cada cara de la placa. Asimismo, las placas están dotadas de una serie de nervios y concavidades con el fin de lograr una mayor rigidez, mantener constante la separación entre ellas, aumentar la superficie de intercambio y aumentar la turbulencia. Los materiales más usualmente empleados en la construcción de las placas son los aceros inoxidable y aleaciones de níquel, cromo y titanio mientras que para las juntas se emplean siliconas, caucho natural y sintético, etc.

Como ventajas de este tipo de intercambiador, caben destacar: elevada turbulencia, elevado valor del coeficiente de transmisión superficial, menores pérdidas caloríficas, menor espacio necesario, accesibilidad a ambas caras de cada placa para su inspección y limpieza, y facilidad para sustituir elementos para reparaciones o realizar ampliaciones de los mismos.

Cuando se utilizan productos químicos para el tratamiento de este tipo de intercambiadores, es importante garantizar que las juntas no sean atacadas por el producto utilizado.

En las instalaciones grandes son preferibles los acumuladores sin intercambiador de calor incorporado, calentándose el agua con un intercambiador exterior de placas, que los interacumuladores, debido a la mayor facilidad para la limpieza y desinfección de todos los elementos.

Los sistemas de acumulación deben ser diseñados de manera que se tenga en cuenta el fenómeno de la estratificación de la temperatura del agua, con el fin de suministrar agua caliente sanitaria a una temperatura constante. El agua caliente en un depósito que está siendo consumida viene reemplazada por agua fría que normalmente entra por la parte baja del depósito y hace que su temperatura media disminuya. El agua a temperatura más elevada, por convección, se acumula en la parte superior del depósito, siendo ocupada la parte inferior del mismo por el agua fría de alimentación. Esto genera una zona de agua mezclada templada

en la parte intermedia, que conviene reducir, a fin de impedir un ambiente propicio para la proliferación de *Legionella*. Al entrar el agua fría en el depósito, ésta tiende a mezclarse con el agua caliente de forma proporcional a la cantidad de movimiento. La disposición de deflectores cerca de la entrada de agua fría atenúa notablemente el fenómeno, sin llegar a anularlo del todo.

La purga de lodos debe situarse en la parte central del fondo inferior ya que el agua entra por la parte baja del depósito pero lateralmente.

De lo anterior se desprende la necesidad de diseñar depósitos acumuladores de pequeño diámetro y gran altura e instalarlos en posición vertical (el cociente de altura entre diámetro debería ser superior a 2, si es posible). En caso de que se proyecten dos o más depósitos, éstos deben conectarse en serie sobre el circuito de agua caliente, ya que de esta forma la zona de agua mezclada a menor temperatura afectará principalmente al primer depósito.

En cualquier caso, existirá siempre un volumen de acumulación que no es aprovechable por estar a una temperatura inferior a la mínima de uso y que, por tanto, deberá ser tenido en cuenta en el momento de calcular el volumen total de acumulación. Un sistema de producción acumulada puede suministrar un caudal de agua caliente en un periodo de tiempo determinado que depende, esencialmente del volumen acumulado de agua y de su nivel de temperatura de almacenamiento. A efecto de bienestar de los usuarios, la temperatura de llegada del agua caliente sanitaria a la grifería debería ser la más próxima posible a la temperatura de utilización. De esta manera se evitan problemas de quemaduras por error en la maniobra de los grifos y se logra una reducción del consumo de agua caliente y del consumo de energía. Sin embargo, para prevenir el desarrollo de *Legionella*, se requiere calentar el agua mínimo a 60 °C. Es evidente que las razones sanitarias deben prevalecer sobre cualquier otra consideración.

Sin embargo, el problema más grave que origina la adopción de temperaturas elevadas es el de la precipitación de algunas sales disueltas en el agua y el de la corrosión. Cuando hablamos de incrustaciones, depósitos o lodos formados en el agua solemos referirnos a un depósito mineral que cubre las superficies de intercambio de calor cuando se calienta el agua. La incrustación que se adhiere con mayor frecuencia, dependiendo de la composición del agua de aporte, es el carbonato cálcico, que se precipita de la solución bajo ciertas condiciones fisicoquímicas del agua (dureza, alcalinidad y pH) cuando ésta se calienta. La capa de carbonatos que se forma sobre las superficies de intercambio térmico, dura y homogénea, no solamente perturba la circulación del agua porque aumenta la pérdida de carga, con reducción de diámetros de tuberías, sino que también reduce el coeficiente de transmisión de calor por ser un excelente aislante térmico. La precipitación de las sales disueltas en el agua se puede ver favorecida con el aumento de la temperatura del agua, particularmente aumenta bruscamente por encima de los 50 °C. Debido a la necesidad de producir agua caliente a 60 °C o más, es conveniente que, si el agua fría tiene carácter incrustante puede ser sometida a un tratamiento adecuado para la prevención de incrustaciones calcáreas (por ejemplo, tratamiento de descalcificación, dosificación de inhibidores o tratamientos físicos)

Cuando se proyecte o efectúe una instalación de conducción de agua, se debe realizar una correcta selección del material de las tuberías y, en general, de los circuitos, puesto que hay aguas cuya composición puede ser corrosiva para diferentes materiales.

Para determinar el mejor material, el proyectista debe tomar en consideración las Normas UNE-EN 12499 sobre protección catódica interna y UNE 112076 acerca de la prevención de la corrosión en circuitos de agua, así como las siguientes premisas:

- a) Características del agua y determinación de su grado de agresividad frente a los diversos materiales existentes.
- b) Experiencia de las instalaciones ya realizadas en la misma zona y con el mismo tipo de agua.
- c) Temperatura del agua como factor de aceleración de la velocidad de corrosión.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores para las tuberías pueden emplearse materiales como el cobre o algunos plásticos (polietileno (PEX), polibutileno (PB), polipropileno (PP), etc.).

Si se utiliza acero galvanizado se debe tener presente que, en función de la composición química del agua, se pueden presentar procesos de corrosión a partir de 50 °C y más aceleradamente hasta los 70 °C (ver Norma UNE 112076 sobre corrosión en circuitos de agua).

En el diseño de instalaciones de agua, no se deben instalar tuberías de cobre que precedan a las tuberías de acero galvanizado, a fin de evitar que el cobre soluble se deposite aguas abajo sobre el acero galvanizado y cause ataques galvánicos.

Los intercambiadores de calor deben construirse en materiales resistentes a la corrosión como aceros inoxidable adecuados, titanio, etc. Los acumuladores de agua caliente sanitaria son normalmente de acero al carbono con un revestimiento, aunque también se construyen en acero inoxidable. Los acumuladores de acero al carbono revestido, tienen un comportamiento frente a la corrosión que depende del tipo de agua y las condiciones de trabajo y la mayoría incorpora un sistema de protección catódica complementario. Los acumuladores de acero inoxidable pueden sufrir corrosión localizada en función del tipo de acero inoxidable utilizado, de las técnicas de construcción del depósito, del tipo de agua y de las condiciones de trabajo (principalmente la temperatura).

#### 4.1. FASE DE DISEÑO

El diseño de las instalaciones de ACS debe de realizarse de acuerdo con el Reglamento de Instalaciones Térmicas de la Edificación (RITE).

En esta fase se han de seguir los procedimientos habituales en todo proceso de diseño, destacándose los siguientes:

- Selección del equipo
- Características técnicas
  - Materiales
  - Facilidad de desmontaje
  - Facilidad de desaguado
  - Conducciones

##### 4.1.1 Selección del equipo

Para una correcta selección del equipo a utilizar se han de tener en cuenta las características que se presentan a continuación:

- Todos los sistemas, equipos y componentes, se diseñarán para poder efectuar y soportar tratamientos de choque térmico a una temperatura de 70 °C. El sistema de calentamiento debe ser capaz de elevar la temperatura del agua hasta 70 °C o más para su desinfección.
- Se debe calcular la instalación de forma que la temperatura del agua permanezca en todo punto de la instalación por encima de 50 °C. Para ello es necesario aislar térmicamente equipos, aparatos y tuberías.
- Cuando se prevean equipos y aparatos en reserva, deben aislarse mediante válvulas de corte de cierre hermético y deben estar equipados de una válvula de drenaje situada en el punto más bajo.
- Con el fin de impedir la estratificación del agua y evitar que se mantenga un volumen de agua templada, los depósitos deben de tener una elevada relación altura/diámetro y deben ser instalados verticalmente. Si se prevén varios depósitos, la conexión deberá hacerse en serie.
- Existen dispositivos de filtración con un tamaño de poro adecuado para la retención de bacterias que pueden ser instalados en los puntos terminales de la red. Estos pueden ser especialmente recomendables en instalaciones de muy alto riesgo, tales como salas de hospitalización, transplantados, inmunodeprimidos, oncología, u otras.
- En elementos terminales se seleccionarán preferentemente difusores de baja aerosolización.

##### 4.1.2 Características técnicas

En la fase de diseño de los sistemas se han de tener en cuenta los siguientes aspectos:

###### a) Materiales

Se han de utilizar materiales, en contacto con el agua de consumo humano, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro u otros desinfectantes o por elevación de temperaturas, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de la instalación. Puede consultarse el apartado 4.1.1 del capítulo 2, dedicado al Agua Fría de Consumo Humano.

### **b) Facilidad de desmontaje para la realización de operaciones**

Todos los equipos y componentes deben ser fácilmente accesibles para la revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección.

Se seleccionarán depósitos de acumulación dotados de una boca de registro para la limpieza interior. Según las Normas UNE-EN 12499 sobre protección catódica interna y UNE 112076 acerca de la prevención de la corrosión en circuitos de agua, se establece un criterio para la catalogación de los depósitos de acumulación:

- Los depósitos mayores de 750 l deben disponer de una boca de hombre fácilmente accesible, con un diámetro mínimo de 400 mm o un sistema equivalente para permitir realizar operaciones de limpieza, desinfección y protección contra la corrosión.
- En los depósitos menores de 750 l (considerados domésticos), es suficiente disponer de un acceso que permita la limpieza manual de todas las superficies interiores.

Es recomendable que los puntos terminales, como grifos y duchas, cuenten con elementos desmontables que permitan su correcta limpieza y desinfección.

### **c) Facilidad de desaguado**

Las redes de tuberías deberán estar dotadas de válvulas de drenaje en todos los puntos bajos. Los drenajes se deberían conducir a un lugar visible y estar dimensionados para permitir la eliminación de los detritos acumulados.

Los depósitos de acumulación deberán contar con una válvula de desagüe en el punto más bajo del mismo, de forma que permita su completo vaciado.

La purga del acumulador permitirá la toma de muestras. En termoacumuladores de pequeño volumen la toma de muestra se podrá realizar del punto más cercano.

### **d) Características de las conducciones**

Se debe evitar la formación de zonas de estancamiento del agua, como tuberías de desviación, equipos y aparatos de reserva, tramo de tuberías con fondo ciego, etc. 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. Esto sería aplicable a los sistemas que disponen de válvula mezcladora, en los que se deben garantizar 50 °C antes de la propia válvula.

## **4.2. FASE DE INSTALACIÓN Y MONTAJE**

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En la puesta en marcha se realizará una limpieza y desinfección.

La tubería de acometida de agua a la cabeza difusora y la misma cabeza deben quedar vacías cuando las duchas o grifos no estén en uso. Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria.

## **4.3. FASE DE VIDA ÚTIL: MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN**

### **4.3.1. Criterios de funcionamiento**

Se debe evitar el estancamiento del agua ya que favorece la proliferación de microorganismos, especialmente en tuberías de desviación, equipos y aparatos en reserva, tramos de tuberías con fondo ciego, etc.

Purgar al menos semanalmente las válvulas de drenaje de las tuberías y de los acumuladores y abrir los grifos y duchas de instalaciones no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos.

La temperatura en los depósitos, o al menos en el último (cuando haya varios conectados en serie) no debe disminuir de 60° C. La temperatura en los grifos y elementos terminales no debe disminuir de 50 °C y como máximo se debe alcanzar en un período aproximado de 1 minuto, con el fin de evitar acumulaciones de agua

estancada a temperaturas de riesgo de proliferación de bacterias. En los sistemas que disponen de válvula mezcladora, se deberá garantizar al menos 50 °C antes de la propia válvula.

Esta temperatura es un compromiso entre la necesidad de ofrecer un nivel de temperatura aceptable para el usuario, para prevenir el riesgo de quemaduras, y la de alcanzar una temperatura suficiente para reducir la multiplicación de la bacteria.

### 4.3.2. Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento de agua. Se realizará con la periodicidad reflejada en la tabla siguiente:

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

ELEMENTO	PERIODICIDAD
<b>Funcionamiento de la instalación:</b> Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.	ANUAL
<b>Estado de conservación y limpieza de los depósitos y acumuladores:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones.	TRIMESTRAL
<b>Estado de conservación y limpieza de los puntos terminales (grifos y duchas):</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. Se realizará en un número representativo, rotatorio a lo largo del año de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.	MENSUAL
<b>Purga de válvulas de drenaje tuberías.</b>	MENSUAL
<b>Purga del fondo de acumuladores.</b>	SEMANTAL
<b>Apertura de grifos y duchas</b> de instalaciones no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos.	SEMANTAL
<b>Control de temperatura</b> en depósitos acumuladores y una muestra representativa de grifos "centinela".	DIARIO
<b>Equipos de tratamiento de agua.</b>	MENSUAL

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Si se detectan procesos de corrosión se sustituirá el elemento afectado y, conjuntamente, se realizará, si es preciso, un tratamiento preventivo adecuado para evitar que estos procesos vuelvan a reproducirse.

Durante las operaciones de revisión y mantenimiento se tendrá siempre presente que el agua que se envíe a consumo humano deberá cumplir en todo momento con los parámetros y criterios establecidos en la legislación de aguas de consumo humano. (Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano).

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los siguientes parámetros (Tabla 2):

Tabla 2. Parámetros de control de calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
Control de temperatura de elementos terminales (grifos y duchas).	Termómetro.	MENSUAL
Control de temperatura en depósitos y acumuladores.	Termómetro.	DIARIO
<i>Legionella sp.</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella sp.</i>	<b>MÍNIMO ANUAL</b> (Especificar periodicidad según el apartado 5. Evaluación de Riesgo). En instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es trimestral y en establecimientos lúdicos, turísticos y deportivos la periodicidad mínima recomendada es semestral.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de tratamiento del agua.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

#### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestras en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla siguiente se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados:

Tabla 3. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
Control de temperatura en depósitos y acumuladores.	El ensayo se realizara siempre “in situ” (el transporte no aplica).  En los depósitos, la temperatura se podrá medir en el punto de purga, alternativamente, se podrá leer directamente del termómetro integrado en el depósito. En pequeños depósitos tipo termo-acumulador, se podrá medir en el grifo mas cercano, dejando correr el agua el tiempo necesario, según la longitud de tubería.
Control de temperatura de elementos terminales (grifos y duchas).	En la red de distribución se medirá la temperatura en los puntos terminales de la red (duchas, grifos, lavamanos).  Abrir el grifo y dejar correr el agua aproximadamente 1 minuto.

<b>Legionella sp</b>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles. En cada muestra individual se medirá la presencia de cloro libre residual, y si se detecta, se añadirá un neutralizante del mismo (o de otro biocida si procede).</p> <p>En los depósitos se tomará un litro de agua de cada uno, preferiblemente de la parte baja del depósito, recogiendo, si existieran, materiales sedimentados. El punto de la toma de muestras estará alejado de la entrada de agua así como de cualquier adición de reactivos. Medir temperatura del agua y concentración de cloro libre y anotar en los datos de toma de muestra.</p> <p>En la red de distribución se tomarán muestras de agua de los puntos terminales de la red (duchas, grifos, lavamanos).</p> <p>Si se trata de un estudio tras la aparición de un brote o caso aislado de legionelosis, se tomará la muestra preferiblemente de habitaciones relacionadas con los enfermos, así como de algún servicio común, intentando elegir habitaciones no utilizadas en los días previos a la toma.</p> <p>En general, se deberán tomar muestras de la salida más cercana y de la más lejana al depósito, de la salida más cercana al punto de retorno y de otros puntos terminales considerados de interés. Si el resultado indica la presencia de <i>Legionella sp</i>, se aplicarán las acciones correctoras precisas en la totalidad de la red, y en el muestreo posterior de comprobación (aproximadamente 15 días después), se deberá analizar por separado cada punto de muestreo.</p> <p>Se tomará un litro de agua, recogiendo primero una pequeña cantidad (unos 100 ml) para después rascar el grifo o ducha con una torunda que se incorporará en el mismo envase y recoger el resto de agua (hasta aproximadamente un litro) arrastrando los restos del rascado.</p> <p>Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre y anotar en los datos de toma de muestra.</p> <p><b>Normas de transporte:</b></p> <p><b>Para las muestras de fluidos serológicos:</b> muestras clínicas y diagnósticas será de aplicación el Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), o el Reglamento sobre Mercancías Peligrosas de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional IATA-DGR. Se acondicionará para el transporte de forma que se contemplen los tres niveles de contención recomendados por la ONU y se especificará en el paquete externo «Especimen diagnóstico embalado con las instrucciones 650». Los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un embalaje secundario a prueba de filtraciones y un paquete externo que proteja al secundario y su contenido de agresiones externas. Según la norma UN 3373.</p> <p><b>Para las muestras ambientales (agua),</b> tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetas a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.</p>
<p>Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3, de octubre de 1996. "Guía para la conservación y la manipulación de muestras".</p>	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y de otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

#### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo tanto entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003, de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

1. Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento.
2. Limpieza y desinfección de choque.
3. Limpieza y desinfección en caso de brote.

##### 4.3.4.1 Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento

Existen numerosos tipos de instalaciones de ACS diferentes. Desde el punto de vista de las actuaciones para evitar el crecimiento de *Legionella*, distinguiremos:

###### **a) Instalaciones de ACS con lavabos y sin duchas ni otros elementos que produzcan aerosoles.**

Estas instalaciones generalmente al no producir aerosoles se puede considerar que están fuera del ámbito de aplicación del Real Decreto, pero por ser susceptibles de crear hábitats adecuados para el desarrollo de *Legionella*, es recomendable, al menos, realizar una analítica de *Legionella* anual y en caso de detectar presencia, realizar una limpieza y desinfección según protocolos detallados en las tablas 6 y 7. Dado que estos sistemas pueden ser reservorios de agua conectados a otras instalaciones es preciso cumplir los requisitos de temperaturas establecidos en el Real Decreto 865/2003.

###### **b) Instalaciones con generador de calor instantáneo y sin depósito acumulador con duchas u otros elementos que produzcan aerosoles:**

Al menos una vez al año, los elementos desmontables, como grifos y duchas, se limpiarán a fondo con los medios adecuados que permitan la eliminación de incrustaciones y adherencias. Se sumergirán en una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre, durante 30 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría; si por el tipo de material no es posible utilizar cloro, se deberá utilizar otro desinfectante apto para su uso en agua fría de consumo humano. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo y posteriormente se aclarará con agua fría.

Se realizará análisis de *Legionella* con periodicidad mínima anual, si el resultado es positivo se realizará una desinfección, térmica o química, de la red de ACS según protocolos detallados en las tablas 6 y 7. Aproximadamente quince días después se realizará analítica de *Legionella* para comprobar la efectividad de la desinfección.

Para los elementos terminales se deben cumplir los requisitos de temperaturas establecidos en el Real Decreto 865/2003 (> 50 °C).

###### **c) Instalaciones con acumulador y sin circuito de retorno (con duchas o elementos que producen aerosoles).**

Para definir el protocolo de limpieza y desinfección en estas instalaciones es preciso tener en cuenta tanto la capacidad como la accesibilidad y otras variables que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 4: Variables a tener en cuenta según el tamaño del depósito

	< 300 litros	300-750 litros	> 750 litros
<b>Accesibilidad</b>	Recomendable.	Mínimo boca de mano.	Obligatorio (> 400 mm) Boca de hombre.
<b>Temperatura operación</b>	Mantener T > 60 °C en depósito.	Mantener T > 60 °C en depósito.	Mantener T > 60 °C en depósito.
	Alcanzar T > 50 °C en puntos terminales en aproximadamente 1 minuto.	Alcanzar T ≥ 50 °C en puntos terminales en aproximadamente 1 minuto.	Alcanzar T ≥ 50 °C en puntos terminales en aproximadamente 1 minuto.
<b>Limpieza</b>	A través de la purga (*).	Anual.	Anual.
<b>Desinfección periódica</b>	Mínimo Anual Recomendado térmica mensual (70 °C).	Mínimo Anual Recomendado térmica mensual (70 °C).	Mínimo Anual Recomendado térmica mensual (70 °C).
<b>Purga</b>	Mínimo semanal. (*)	Mínimo semanal Disponer de desagüe de purga específica en el punto más bajo.	Mínimo semanal Disponer de desagüe de purga específica en el punto más bajo.

(\*) En estos depósitos (< 300 litros) cuando la purga coincida con la salida de agua a los puntos de consumo (grifos y duchas) la propia frecuencia de uso (mínimo semanal) permite la renovación frecuente del agua y minimiza la acumulación de suciedad en el fondo y la paredes del depósito.

Al menos una vez al año, los elementos desmontables, como grifos y duchas, se limpiarán a fondo con los medios adecuados que permitan la eliminación de incrustaciones y adherencias. Se sumergirán en una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre, durante 30 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría; si por el tipo de material no es posible utilizar cloro, se deberá utilizar otro desinfectante apto para su uso en agua fría de consumo humano. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo y posteriormente se aclarará con agua fría.

Se realizará análisis de *Legionella* con periodicidad mínima anual, en instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es trimestral, y en establecimientos lúdicos, turísticos y deportivos la periodicidad mínima recomendada es semestral.

Si se detecta presencia de *Legionella* se realizará una desinfección, preferiblemente térmica, de toda la instalación incluyendo la red de ACS según protocolos detallados en las tablas 6 y 7. Aproximadamente quince días después se realizará analítica de *Legionella* para comprobar la efectividad de la desinfección.

Se deben cumplir los requisitos de temperaturas establecidos en el Real Decreto 865/2003 (≥ 50 °C en elementos terminales y > 60 °C en depósitos acumuladores).

**d) Instalaciones con acumulador y circuito de retorno. (con duchas o elementos que producen aerosoles).**

Para definir el protocolo de limpieza y desinfección en estas instalaciones es preciso tener en cuenta tanto la capacidad como la accesibilidad y otras variables que se describen en la siguiente tabla:

Tabla 5: Variables a tener en cuenta según el tamaño del depósito

	≤ 750 litros	> 750 litros
<b>Accesibilidad</b>	Mínimo boca de mano.	Obligatorio (> 400 mm) Boca de hombre.
<b>Temperatura operación</b>	Mantener T > 60 °C en depósito.	
	Alcanzar T ≥ 50 °C en puntos finales en aproximadamente 1 minuto.	
<b>Limpieza</b>	Anual.	
<b>Desinfección periódica</b>	Mínimo Anual. Recomendado térmica mensual (70 °C).	
<b>Purga</b>	Mínimo semanal. Disponer de desagüe de purga específica en el punto más bajo.	

En todos los casos, se realizará desinfección anual, térmica o química, de la red completa de ACS, incluyendo acumulador, red de impulsión, red de retorno y elementos terminales.

Se realizará análisis de *Legionella* con periodicidad mínima anual, en instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es trimestral y en establecimientos lúdicos, turísticos y deportivos la periodicidad mínima recomendada es semestral.

Si se detecta presencia de *Legionella* se realizará una desinfección, química o preferiblemente térmica, de toda la instalación de ACS (acumulador, redes y elementos terminales) según protocolos detallados en las tablas 6 y 7. Aproximadamente quince días después se realizará analítica de *Legionella* para comprobar la efectividad de la desinfección. Se deben cumplir los requisitos de temperaturas establecidos en el Real Decreto 865/2003 (> 50 °C en elementos terminales y > 60 °C en depósitos acumuladores).

Además, todas las instalaciones de agua caliente sanitaria se limpiarán y desinfectarán cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión así lo aconseje o cuando lo determine la Autoridad Sanitaria.

#### 4.3.4.2 Limpieza y desinfección de choque

La desinfección anual de choque en caso de detección de *Legionella* de las instalaciones de agua caliente sanitaria se realizará mediante uno de los protocolos que figuran en la siguiente tabla.

Tabla 6. Protocolos de desinfección del agua en tratamiento de choque

DESINFECCIÓN QUÍMICA	DESINFECCIÓN TÉRMICA
<p><b>En el caso de usar cloro:</b> En el caso de existencia de depósito clorar el agua del mismo con 20-30 mg/l de cloro residual libre, manteniendo el agua por debajo de 30 °C y con un pH de 7-8, haciendo llegar a todos los puntos terminales de la red 1-2 mg/l de cloro. Si no existen depósitos, se entiende que debe clorarse el sistema para llegar a 1-2 mg/l en puntos de consumo no existiendo obligación de alcanzar 20-30 mg/l.</p> <p>Se mantendrá un periodo de 3-2 horas respectivamente.</p> <p>Como alternativa, se puede clorar el sistema con 4-5 mg/l, manteniendo estos niveles durante 12 horas.</p> <p>Neutralizar la cantidad de cloro residual libre y vaciar el agua del sistema.</p> <p>En sistemas con depósitos acumuladores (ver requisitos de accesibilidad en tablas 4 y 5) limpiar a fondo las paredes, si estos no son accesibles realizar una purga. Realizar las reparaciones necesarias en los mismos y aclararlos con agua limpia.</p> <p>Volver a llenar con agua y restablecer las condiciones de uso normales.</p> <p>Si es necesaria la recloración, ésta se realizará por medio de dosificadores automáticos.</p> <p><b>En caso de usar otro biocida químico</b> se seguirán las recomendaciones del fabricante. Es preciso asegurar que estos biocidas sean aptos para tratamiento de aguas de consumo humano.</p>	<p><b>En el caso de disponer de depósitos:</b> Vaciar el sistema, si son accesibles (ver requisitos de accesibilidad en tablas 4 y 5), limpiar a fondo las paredes de los depósitos de acumulación, en caso contrario, realizar una purga. Realizar las reparaciones necesarias en los mismos y aclararlos con agua limpia.</p> <p>Llenar el depósito y elevar la temperatura del agua hasta 70 °C y mantener durante 2 horas. Posteriormente dejar correr el agua en los puntos terminales de la red durante 5 minutos de forma secuencial de manera que se alcance en todos los puntos una temperatura de 60 °C.</p> <p>Vaciar los depósitos de acumulación y volver a llenarlos, restableciendo de este modo su funcionamiento habitual.</p> <p><b>En el caso de sistemas sin depósitos:</b> Elevar la temperatura y dejar correr el agua en los puntos terminales de la red de forma secuencial hasta que se alcance en todos los puntos una temperatura de 70 °C y mantener durante 1 minuto.</p> <p>Los equipos que no puedan alcanzar la temperatura requerida deberán realizar una desinfección química.</p>
<p><i>La desinfección no será efectiva si no va acompañada de una limpieza exhaustiva.</i></p>	

Los elementos desmontables, como grifos y duchas, se limpiarán a fondo con los medios adecuados que permitan la eliminación de incrustaciones y adherencias. Se sumergirán en una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre, durante 30 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría; si por el tipo

de material no es posible utilizar cloro, se deberá utilizar otro desinfectante apto para su uso en agua fría de consumo humano. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo y posteriormente se aclarará con agua fría.

#### 4.3.4.3 Limpieza y desinfección en caso de brote

En el caso de producirse un brote se realizará un tratamiento en todo el sistema de distribución de agua caliente sanitaria, tal y como se especifica en el anexo 3 del Real Decreto 865/2003.

Todas las actividades realizadas con motivo de la aparición de un brote de legionelosis en una instalación han de quedar reflejadas en el registro de mantenimiento de forma que estén siempre disponibles para las Autoridades Sanitarias.

Todos los elementos desmontables deberán tratarse según lo establecido en anteriores apartados, teniendo en cuenta que sólo puede utilizarse cloro, procediendo a la renovación de aquellos elementos de la red en los que se aprecie alguna anomalía, en especial los que se vean afectados por procesos de corrosión e incrustación.

La limpieza y desinfección del sistema de distribución de agua caliente sanitaria se podrá realizar mediante dos procedimientos distintos, tal y como figura en la siguiente tabla.

Tabla 7. Protocolo de desinfección del agua en caso de brote

DESINFECCIÓN QUÍMICA	DESINFECCIÓN TÉRMICA
<p>Clorar toda la red con 15 mg/l de cloro residual libre, manteniendo el agua por debajo de 30 °C y con un pH de 7-8. Se mantendrá durante un periodo de 4 horas.</p> <p>Como alternativa, se puede clorar el sistema con 20-30 mg/l, manteniendo estos niveles durante 3-2 horas respectivamente.</p> <p>Neutralizar la cantidad de cloro libre residual y vaciar el agua del sistema.</p> <p>Limpiar a fondo las paredes de los tanques de acumulación, realizar las reparaciones necesarias en los mismos y aclararlos con agua limpia.</p> <p>Reclarar con 4-5 mg/l de cloro libre residual y mantener durante 12 horas, abriendo de manera secuencial todos los terminales de la red comprobando que la concentración en estos puntos sea 1-2 mg/l.</p> <p>Vaciar los tanques de acumulación y volver a llenarlos.</p>	<p><b>En el caso de disponer de depósitos:</b></p> <p>Vaciar el sistema, limpiar a fondo las paredes de los tanques de acumulación, realizar las reparaciones necesarias en los mismos y aclararlos con agua limpia.</p> <p>Llenar el depósito acumulador y elevar la temperatura del agua hasta 70 °C durante 4 horas, dejando correr el agua en los puntos terminales de la red durante 10 minutos de forma secuencial de manera que se alcance en todos los terminales de la red una temperatura de 70 °C.</p> <p>Vaciar los depósitos de acumulación y volver a llenarlos.</p> <p><b>En el caso de sistemas sin depósitos:</b></p> <p>Elevar la temperatura y dejar correr el agua en los puntos terminales de la red de forma secuencial hasta que se alcance en todos los puntos una temperatura de 70 °C y mantener durante 3 minutos.</p> <p>Los equipos que no puedan alcanzar la temperatura requerida deberán realizar una desinfección química.</p>

#### 4.3.5 Criterios de valoración de resultados

En la tabla 8 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las actuaciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de los mismos.

Tabla 8. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctora en caso de incumplimiento	
Temperatura en acumuladores	60 °C	Incrementar el punto de consigna del sistema.	
Temperatura en elementos terminales o circuito de retorno	> 60 °C	Si la temperatura es, en algún punto del sistema, inferior a 50 °C, debe de incrementarse el punto de consigna o mejorar el aislamiento de los elementos y/o tuberías o incrementar la potencia del generador de calor.	
<i>Legionella sp</i>	Presencia (*)	< 1000 Ufc/L	Realizar limpieza y desinfección de choque y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.
		≥ 1000 Ufc/L	Realizar limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

(\*) El límite inferior de detección del método de análisis debe ser igual o menor a 100 Ufc/L.

#### 4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

Los principales problemas asociados a una instalación de agua caliente sanitaria son la regulación de los valores de temperatura en los puntos de almacenamiento y, sobre todo, en los consumos. Los sistemas de regulación y/o de mezcla deben de ser capaces de ofrecer una temperatura de confort, mezclando el agua acumulada a 60 °C con el agua fría.

Si el consumo es puntualmente elevado, mayor que la velocidad de puesta a temperatura de régimen del agua fría, la temperatura del agua del acumulador irá disminuyendo paulatinamente, hasta alcanzar niveles inferiores a los 60 °C. Si ésto sucede únicamente en transitorios de alta demanda, elevándose poco después la temperatura del agua hasta su punto de consigna habitual, el hábitat no será adecuado para el desarrollo de *Legionella*.

Los procesos de incrustaciones y/o corrosión pueden prevenirse determinando previamente el carácter incrustante, agresivo y/o corrosivo del agua frente a los componentes de la instalación.

Los procesos de incrustaciones calcáreas pueden tratarse mediante sistemas de descalcificación con resinas de intercambio iónico, mediante dosificación de inhibidores de incrustaciones y/o mediante equipos físicos.

Los procesos de corrosión pueden tratarse mediante la modificación de algún parámetro de la composición química del agua (por ejemplo, añadiendo un alcalinizante que eleve el valor del pH), dosificando un producto filmante (normalmente se utilizan monofosfatos, silicatos o silicofosfatos) que realiza una capa de protección en los elementos metálicos y mediante protección catódica para los acumuladores.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

#### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en estas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberán indicar:

##### a) Para las instalaciones catalogadas de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*:

- Plano señalizado con la descripción de flujos de agua y de las temperaturas de consigna en los diferentes puntos del sistema.
- Operaciones de mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis de agua realizados incluyendo registros de temperatura en los depósitos de acumulación.
- Certificados de limpieza-desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

##### b) Para las instalaciones catalogadas de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*:

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.

- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo

El contenido del registro y de los certificados de los tratamientos deberá ajustarse al Real Decreto 865/2003. No obstante, en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (Anexo 1).

## 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada instalación concreta es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003.

Las tablas 9, 10 y 11 que figuran a continuación permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación.

Las tablas comprenden factores estructurales, asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento, asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación; y factores de operación, asociados al funcionamiento de la instalación.

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice Global” que figura a continuación (tabla 12). Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El Índice Global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 9. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Depósito de acumulación</b>	No existe depósito acumulador.	Un único depósito con relación altura / diámetro > 2 ó varios conectados en serie.	No aplica. Es un factor de diseño, su impacto se paliará con medidas adicionales de prevención, o cuando se realicen cambios estructurales.	Un depósito con relación altura/diámetro < 2 ó varios depósitos conectados en paralelo.	Conectar los depósitos en serie.
<b>Accesibilidad a los depósitos (según tabla 4)</b>	No existe depósito acumulador o existen depósitos con boca de registro suficiente y de acceso sencillo.	Depósitos con acceso dificultoso a su interior.	Mejorar acceso o sustituir los depósitos.	Depósitos sin acceso a su interior.	Disponer acceso o sustituir los depósitos.
<b>Existencia de válvula de vaciado en los depósitos</b>	Existe una válvula de vaciado en el depósito que permite vaciar todo su contenido.	Existe una válvula que no permite vaciar todo su contenido.	Instalar una válvula en el punto más bajo del depósito.	No existe ninguna válvula de vaciado del depósito.	Instalar una válvula en el punto más bajo del depósito.
<b>Materiales</b> • Composición • Rugosidad • Corrosividad	Materiales metálicos y plásticos que resistan la acción agresiva del agua y biocidas.	Hormigón Materiales metálicos y/o plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación.	Sustitución de materiales o protecciones adecuadas. Adición de inhibidores de corrosión.	Otros materiales en contacto con el agua que favorezcan el desarrollo de bacterias.	Sustitución de materiales.
<b>Tipo de aerosolización</b> • Duchas • Otros sistemas	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	Sustituir el sistema de aerosolización.	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	Sustituir el sistema de aerosolización.
<b>Puntos de emisión de aerosoles</b>	Puntos individuales aislados (< 5 puntos).	Instalación con varios puntos de emisión (5-25 puntos).	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisión.	Instalación con un gran número de puntos de emisión (> 25 puntos).	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisión.
<b>Válvulas de drenaje del circuito hidráulico</b>	Existe una o varias válvulas de vaciado en el circuito que permiten vaciar todo su contenido en un corto periodo de tiempo (máximo aprox. 24 horas).	Existe una o varias válvulas pero no permiten vaciar todo su contenido o su dimensionado impide el vaciado en un corto periodo de tiempo (máximo aprox. 24 horas).	Instalar una o varias válvulas que permitan el vaciado completo del circuito y sus sedimentos.	No existe ninguna válvula de vaciado del circuito.	Instalar una o varias válvulas que permitan el vaciado completo del circuito y sus sedimentos.

Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada (incluyendo tramos de reserva)	Zonas de estancamiento mínimas (< 1 metro tubería).	Existen zonas donde el agua queda estancada. (1-5 metros).	Purgar periódicamente las zonas dejando correr el agua algunos minutos.	Existen zonas donde el agua queda estancada y tramos que no se utilizan. (> 5 metros).	Purgar periódicamente las zonas dejando correr el agua algunos minutos. Anular los tramos no utilizados.
---	---	--	---	--	--

Tabla 10. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Control de temperaturas en el acumulador final	Temperatura medida en el acumulador > 50 °C en todo momento.	Temperatura medida en el acumulador > 50 °C cuando el consumo es pequeño. La temperatura desciende de 60 °C en horas de alto consumo.	Incrementar el aislamiento de la instalación, y/o la potencia calorífica del sistema.	Temperatura medida en el acumulador < 50 °C.	Incrementar el aislamiento de la instalación, y/o la potencia calorífica del sistema.
Control de temperaturas en elementos terminales y retorno (después de 1 minuto de apertura del elemento terminal)	T > 50° C en todo momento.	Existen puntos en los que la temperatura desciende de 50 °C en momentos de alto consumo.	Incrementar el aislamiento de la instalación, y/o la potencia calorífica del sistema.	La temperatura de uno o varios elementos terminales, o del retorno es inferior a 50 °C.	Equilibrar el sistema hidráulicamente. Incrementar el aislamiento de la instalación, y/o la potencia calorífica del sistema.
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos no aparece presencia de <i>Legionella sp.</i>	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados, apartado 4.3.5.	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> ≥ 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados, apartado 4.3.5.
Estado higiénico de la instalación	La instalación se encuentra limpia, sin biocapa.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación, apartado 4.3.4.1.	La instalación presenta biocapa. y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección de choque de la instalación, apartado 4.3.4.2.
Estado mecánico de la instalación	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir, tratar y/o proteger los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar sistema de tratamiento y protección.	Mal estado general de conservación: Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o proteger los elementos afectados por corrosión y/o incrustaciones Verificar sistema de tratamiento y protección. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión o proteger correctamente.

Tabla 11. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura de consigna en el sistema	> 60 °C en el acumulador.	> 60 °C en el acumulador pero la temperatura medida en el acumulador desciende en horas de alto consumo.	Incrementar el punto de consigna en el sistema.	La temperatura de consigna es inferior a 60 °C o el sistema no tiene potencia para alcanzar más de 60 °C en el acumulador.	Incrementar el punto de consigna o aumentar la potencia calorífica del sistema.
Frecuencia de uso de las instalaciones	Las instalaciones se usan diariamente.	Las instalaciones se usan como mínimo semanalmente.	Aumentar frecuencia de uso. Dejar correr periódicamente el agua durante algunos minutos.	Las instalaciones se usan esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	Aumentar frecuencia de uso. Dejar correr periódicamente el agua durante algunos minutos.

Tabla 12. Índice global

Riesgo estructural	Bajo	Medio	Alto
Depósito de acumulación	0	8	16
Accesibilidad a los depósitos	0	5	10
Existencia de válvula de vaciado en los depósitos	0	6	12
Materiales	0	4	8
Tipo de pulverización	0	8	16
Puntos de emisión de aerosoles	0	5	10
Válvulas de drenaje del circuito hidráulico	0	6	12
Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada	0	8	16
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo de mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Control de temperaturas en el acumulador final	0	11	22
Control de temperaturas en elementos terminales y retorno	0	11	22
Contaminación microbiológica	0	12	24
Estado higiénico de la instalación	0	8	16
Estado mecánico de la instalación	0	8	16
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo Operacional	Bajo	Medio	Alto
Temperatura de consigna en el sistema	0	30	60
Frecuencia de uso de las instalaciones	0	20	40
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices, el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3 \cdot \text{IE} + 0,6 \cdot \text{IM} + 0,1 \cdot \text{IO}$$

## 5.2 Valoración del Índice Global

### INDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003 así como los especificados en apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

### INDICE GLOBAL $\geq 60 \leq 80$

Se llevaran a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice por debajo de 60.

Aumentar la frecuencia de revisión del sistema: Revisión trimestral.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 9,10 y 11.

### INDICE GLOBAL > 80

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán, en caso de ser necesario, la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección del sistema a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60. Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 9,10 y 11.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ .

## 5.3 Ejemplo de evaluación de riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las Tablas 13, 14 y 15:

Tabla 13. Ejemplo de evaluación de riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Depósito de acumulación	Varios depósitos conectados en paralelo.	ALTO
Accesibilidad a los depósitos	Depósitos de 500 litros sin acceso a su interior.	ALTO
Existencia de válvula de vaciado en los depósitos	No existe ninguna válvula de vaciado del depósito.	ALTO
Materiales	Los materiales resisten la acción agresiva del agua y biocidas y no favorecen el desarrollo de bacterias.	BAJO
Tipo de aerosolización	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	ALTO
Punto de emisión de aerosoles	Instalación con un gran número de puntos de emisión. (> 25 puntos).	ALTO
Válvulas de drenaje del circuito hidráulico	Existe una o varias válvulas de vaciado en el circuito que permiten vaciar todo su contenido en un corto periodo de tiempo (máximo aprox. 24 horas).	BAJO
Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada	Existen zonas donde el agua queda estancada (tramos 1-5 m.).	MEDIO

Tabla 14. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Control de temperaturas en el acumulador final	Temperatura > 60 °C cuando el consumo es pequeño. La temperatura desciende de 60 °C en horas de alto consumo.	MEDIO
Control de temperaturas en elementos terminales y retorno	La temperatura de uno o varios elementos terminales, o del retorno es inferior a 50 °C.	ALTO
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	MEDIO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	MEDIO
Estado mecánico de la instalación	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	MEDIO

Tabla 15 Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura de consigna en el sistema	≥ 60 °C en el acumulador pero la temperatura medida en el acumulador desciende en horas de alto consumo.	MEDIO
Frecuencia de uso de las instalaciones	Las instalaciones se usan diariamente.	BAJO

A partir de estos factores se calcularía el Índice Global tal y como se muestra en las tablas 16, 17 y 18, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo:

Tabla 16. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Depósito de acumulación	ALTO	16
Accesibilidad a los depósitos	ALTO	10
Existencia de válvula de vaciado en los depósitos	ALTO	12
Materiales	BAJO	0
Tipo de pulverización	ALTO	16
Puntos de emisión de aerosoles	ALTO	10
Válvulas de drenaje del circuito hidráulico	BAJO	0
Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada (incluyendo tramos de reserva)	MEDIO	8
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>72</b>

Tabla 17. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Control de temperaturas en el acumulador final	MEDIO	11
Control de temperaturas en elementos terminales y retorno	ALTO	22
Contaminación microbiológica	MEDIO	12
Estado higiénico de la instalación	MEDIO	8
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	8
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>61</b>

Tabla 18. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura de consigna en el sistema	MEDIO	30
Frecuencia de uso de las instalaciones	BAJO	0
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>30</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el siguiente resultado:

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*IE + 0,6*IM + 0,1*IO</b>	<b>61,2</b>
---	-------------

El índice global se encuentra por encima de 60, el índice de mantenimiento supera 50, lo cual nos obliga a tomar medidas, y además se deben corregir los incumplimientos al Real Decreto 865/2003.

En este caso se han detectado los siguientes incumplimientos del Real Decreto 865/2003, que deben ser corregidos necesariamente:

- Depósitos de 500 litros sin acceso a su interior.
- No existe ninguna válvula de vaciado del depósito.
- Aunque mantiene la temperatura >60 °C cuando el consumo es pequeño. La temperatura desciende de 60 °C en horas de alto consumo.
- La temperatura de uno o varios elementos terminales, o del retorno es inferior a 50 °C.

Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 19, 20 y 21. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores:

Tabla 19: Factores de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Accesibilidad a los depósitos</b>	Depósitos de 500 litros sin acceso a su interior.	Se facilita el acceso al interior de los depósitos.	<b>BAJO</b>
<b>Existencia de válvula de vaciado en los depósitos</b>	No existe ninguna válvula de vaciado del depósito.	Se instala purga de vaciado.	<b>BAJO</b>
<b>Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada</b>	Existen zonas donde el agua queda estancada.	Se modifica la instalación para suprimir estas zonas.	<b>BAJO</b>

Tabla 20: Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Control de temperaturas en el acumulador final</b>	Temperatura > 60 °C cuando el consumo es pequeño. La temperatura desciende de 60 °C en horas de alto consumo.	Incrementar el aislamiento de la instalación y/o la potencia calorífica.	<b>BAJO</b>
<b>Control de temperaturas en elementos terminales y retorno</b>	La temperatura de uno o varios elementos terminales, o del retorno es inferior a 50 °C.	Incrementar el aislamiento de la instalación y/o la potencia calorífica.	<b>BAJO</b>
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece: <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Limpieza y desinfección térmica. Remuestreo aproximadamente a los 15 días: Ausencia.	<b>BAJO</b>
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Limpieza.	<b>BAJO</b>
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Reparación y sustitución de elementos afectados.	<b>BAJO</b>

Tabla 21: Factores de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACION	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Temperatura de consigna en el sistema</b>	≥ 60 °C en el acumulador pero la temperatura medida en el acumulador desciende en horas de alto consumo.	Aumentar el punto de consigna hasta 65 °C. Se consigue mantener en todo momento la temperatura > 60 °C en acumulador y en > 50 °C en elementos terminales.	<b>BAJO</b>

Una vez realizadas las correcciones el Índice Global queda como se muestra en las siguientes tablas (22, 23 y 24):

Tabla 22. Índice de riesgo estructural corregido

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Depósito de acumulación	ALTO	ALTO	16	16
Accesibilidad a los depósitos	ALTO	BAJO	10	0
Existencia de válvula de vaciado en los depósitos	ALTO	BAJO	12	0
Materiales	BAJO	BAJO	0	0
Tipo de pulverización	ALTO	ALTO	16	16
Puntos de emisión de aerosoles	ALTO	ALTO	10	10
Válvulas de drenaje del circuito hidráulico	BAJO	BAJO	0	0
Zonas o áreas donde el agua puede quedar estancada (incluyendo tramos de reserva)	MEDIO	BAJO	8	0
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			72	42

Tabla 23. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Control de temperaturas en el acumulador final	MEDIO	BAJO	11	0
Control de temperaturas en elementos terminales y retorno	ALTO	BAJO	22	0
Contaminación microbiológica	MEDIO	BAJO	12	0
Estado higiénico de la instalación	MEDIO	BAJO	8	0
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	BAJO	8	0
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			61	0

Tabla 24. Índice de riesgo de operación corregido

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura de consigna en el sistema	MEDIO	BAJO	30	0
Frecuencia de uso de las instalaciones	BAJO	BAJO	0	0
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			30	0

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3 \cdot 42 + 0,6 \cdot 0 + 0,1 \cdot 0</math></b>	61,2	12,6
--	------	------

Con la aplicación de las medidas correctoras indicadas se ha conseguido reducir el Índice Global por debajo del valor 60 hasta un valor de 12,6 y el Índice de Mantenimiento se ha disminuido hasta un valor de 0, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

Aunque la disminución del Índice Estructural no ha sido tan drástica (72 a 42) controlando los factores de operación y mantenimiento se reduce el índice global de forma considerable.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO		ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento			No se observan anomalías	No se precisa
			Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones			Ausencia de incrustaciones	No se precisa
			Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión			Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
			Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad			Ausencia	No se precisa
			Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de los filtros			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de abundantes partículas	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección, protección catódica y del tratamiento del agua			Funcionamiento correcto	No se precisa
			Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

### II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

Fecha		
Tipo de operación		Limpieza del depósito
		Limpieza de la instalación
Producto utilizado	Nombre:	
	Número de registro:	
Protocolo seguido		

### III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Desinfección de choque
		Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre:	
	Nº de registro:	
Dosis aplicada		
Tiempo de actuación		
Protocolo seguido		

### IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento de la protección catódica de los acumuladores			
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

### V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de <i>Legionella</i>		< 100 Ufc/L	No se precisa
		≥ 100 Ufc/L	.....
		< 1000 Ufc/L	.....
		≥ 1000 Ufc/L	.....
Cloro libre residual			.....
pH			.....
Temperatura			.....
Otros controles analíticos			.....

# CAPÍTULO 4

## TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS

### 1. INTRODUCCIÓN

Las torres de refrigeración son sistemas mecánicos destinados a enfriar masas de agua en procesos que requieren una disipación de calor.

El principio de enfriamiento de estos equipos se basa en la evaporación, el equipo produce una nube de gotas de agua bien por pulverización, bien por caída libre que se pone en contacto con una corriente de aire. La evaporación superficial de una pequeña parte del agua inducida por el contacto con el aire, da lugar al enfriamiento del resto del agua que cae en la balsa a una temperatura inferior a la de pulverización.

El uso más habitual de estos equipos está asociado a los sistemas de refrigeración, tanto en aire acondicionado como en producción de frío (hostelería, alimentación, laboratorios, etc.), sin embargo, en el ámbito industrial estos equipos se usan para el enfriamiento de cualquier parte de un proceso que genere calor y deba ser disipado (por ejemplo, procesos de molienda que generan calor por fricción, enfriamiento de reacciones exotérmicas, disipación de calor residual en centrales de producción de energía eléctrica, etc.).

La figura 1 representa el esquema de una torre como parte de un sistema de refrigeración de un edificio y la figura 2 el esquema de una torre asociada a un proceso industrial genérico. Un gran número de torres se destinan a refrigeración de procesos industriales.

Los condensadores evaporativos son equipos, por estructura y función, muy similares a las torres de refrigeración pero la principal diferencia estriba en el uso y modo de funcionamiento. Los condensadores están destinados a la condensación de gases en general (butano, propano, butileno, pentano, CO<sub>2</sub>, vapor de agua, etc.), así como a la condensación de gases refrigerantes en los sistemas de acondicionamiento de aire y frío industrial. El agua se pulveriza directamente sobre un sistema de conductos en cuyo interior circula un refrigerante inicialmente en estado gaseoso y que por el enfriamiento del agua pasa a estado líquido. El refrigerante circula por un circuito totalmente independiente sin contacto con el agua.

En la figura 1 que corresponde a una torre como parte de un sistema de refrigeración de un edificio se aprecian tres circuitos:

1. El primer circuito mueve el agua de condensación almacenada en la balsa de la torre hasta el intercambiador de calor (condensador) donde el gas refrigerante se condensa. En la condensación el refrigerante cede calor al agua que se transporta a su vez de vuelta a la torre donde se pulveriza y se pone en contacto con la corriente de aire ascendente para conseguir su refrigeración por evaporación parcial. Este es el único circuito realmente peligroso desde el punto de vista de transmisión de legionelosis, ya que es el único que puede emitir aerosoles al ambiente.

2. El segundo circuito, transporta el refrigerante, un compuesto químico que tiene la particularidad de ceder o absorber gran cantidad de calor cuando cambia de estado. Para facilitar el cambio de estado se somete al refrigerante a cambios de presión, mediante un compresor se aumenta la presión del refrigerante en estado gaseoso y éste comienza a condensar cediendo calor que se absorbe a través del contacto indirecto con el agua fría procedente de la balsa de la torre. La presión se libera mediante una válvula de expansión que produce el cambio de líquido a gas del refrigerante en el evaporador, así como su enfriamiento. En este punto el refrigerante se pone en contacto con un tercer circuito de agua.

3. El tercer circuito es el encargado de transportar el agua refrigerada en el evaporador hasta las baterías de frío de las denominadas unidades de tratamiento de aire (UTA). Las baterías permiten el contacto indirecto (a

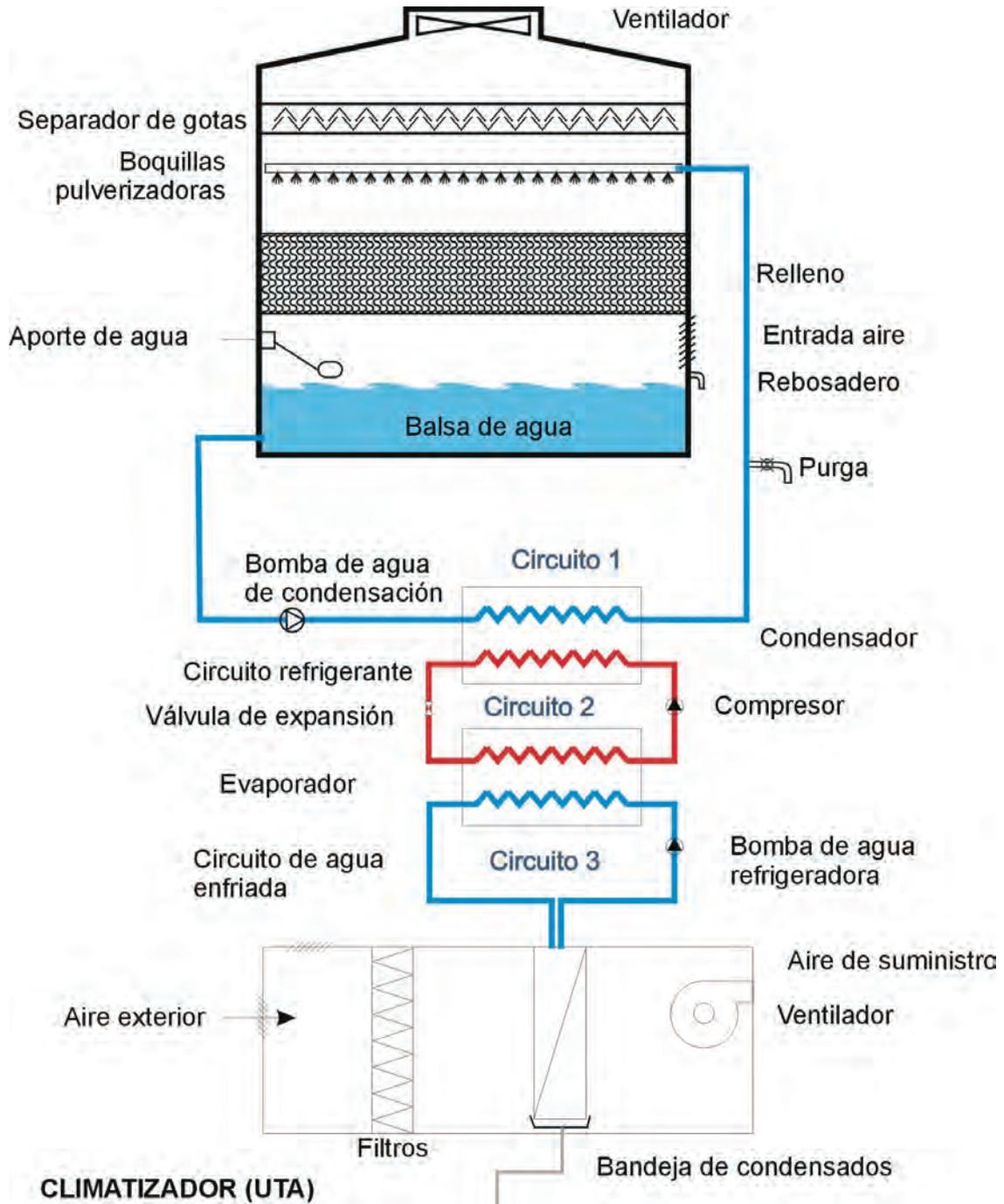


Figura 1. Esquema de una torre como parte de un sistema de refrigeración de un edificio

través de tubos y aletas similares a un radiador de vehículo) del agua refrigerada con el aire interior de las salas a climatizar, produciendo un continuo enfriamiento del aire.

En la figura 2 se aprecia un único circuito de agua que realiza constantemente un ciclo en el que se produce una pulverización para promover su evaporación parcial y por tanto disminuir su temperatura al caer a la balsa. El agua de la balsa refrigerada se envía al punto del proceso industrial que se desea refrigerar y se pone en contacto a través de un intercambiador de calor o sistema similar, normalmente no se produce mezcla del agua con los elementos a refrigerar sino que se realiza un contacto indirecto a través de tuberías, intercambiadores, camisas de refrigeración, baños, etc.

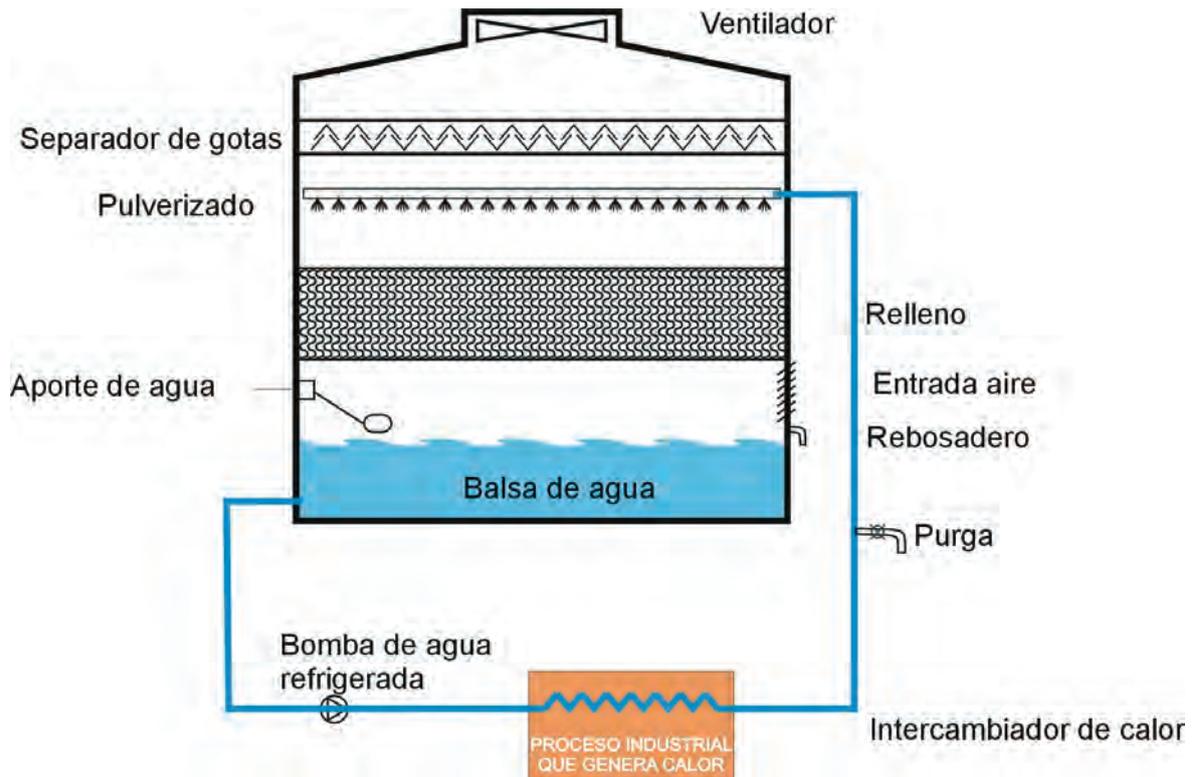


Figura 2. Esquema de una torre destinada a la refrigeración de un proceso industrial

## 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

Los sistemas de refrigeración por efecto de la evaporación de agua se han empleado con fines industriales y/o para el acondicionamiento del aire desde principios del siglo pasado. Los principios y técnicas no ha variado sustancialmente ya que la base del sistema es muy sencilla, sin embargo especialmente en los últimos años ha habido una evolución sustancial en cuanto a la calidad de los materiales y la accesibilidad de las instalaciones.

Actualmente los conocimientos técnicos han llevado a la eliminación del uso de rellenos de celulosa, madera o fibrocemento que anteriormente eran bastante comunes. La legislación vigente no permite la utilización de estos materiales porque favorecen el crecimiento microbiológico.

## 3. DESCRIPCIÓN

En este apartado se describen los tipos de torres por distintas categorías y la terminología específica de estas instalaciones.

### 3.1 Torres de refrigeración

Hay equipos de múltiples tamaños y estructuras según la potencia a disipar, el fabricante, los materiales, etc., sin embargo podríamos clasificar las torres de refrigeración en dos grandes categorías:

- Equipos de tiro natural
- Equipos con ventilación mecánica

### 3.1.1 Equipos de tiro natural

Hay varios tipos de equipos de tiro natural, entre ellos destacan:

#### 3.1.1.1 Equipos basados en efecto chimenea

En los que el agua pulverizada genera un punto caliente en la parte baja de la torre e induce el movimiento ascendente del aire habitualmente en contracorriente (figura 3).

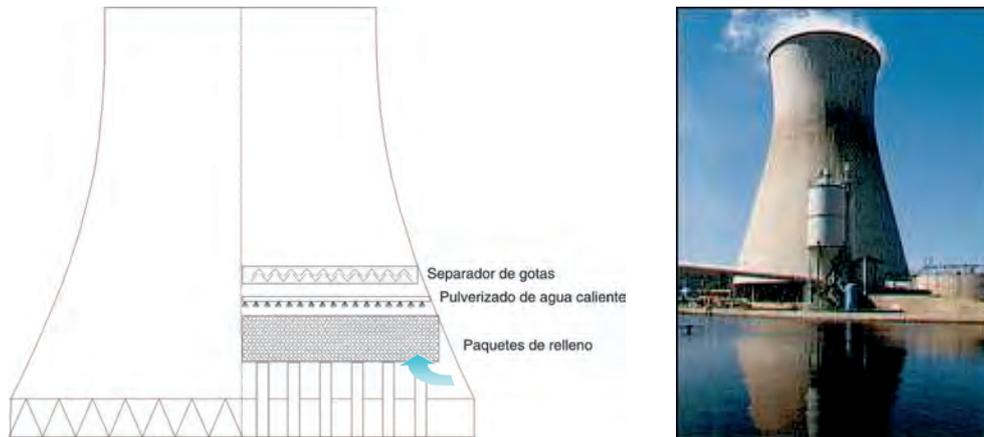


Figura 3. Equipos basados en efecto chimenea

Estos equipos se emplean casi exclusivamente en grandes industrias y en centrales de producción de energía eléctrica (térmicas, nucleares, etc.), en general, sistemas que necesitan mover y refrigerar grandes cantidades de agua.

Estas instalaciones habitualmente no disponen de separadores de gotas, debido a la elevada pérdida de carga que provocan estos elementos que disminuyen excesivamente el flujo de aire. No obstante, dada su elevada altura y geometría, la emisión de aerosoles es muy limitada.

#### 3.1.1.2 Los equipos de tiro natural por efecto venturi

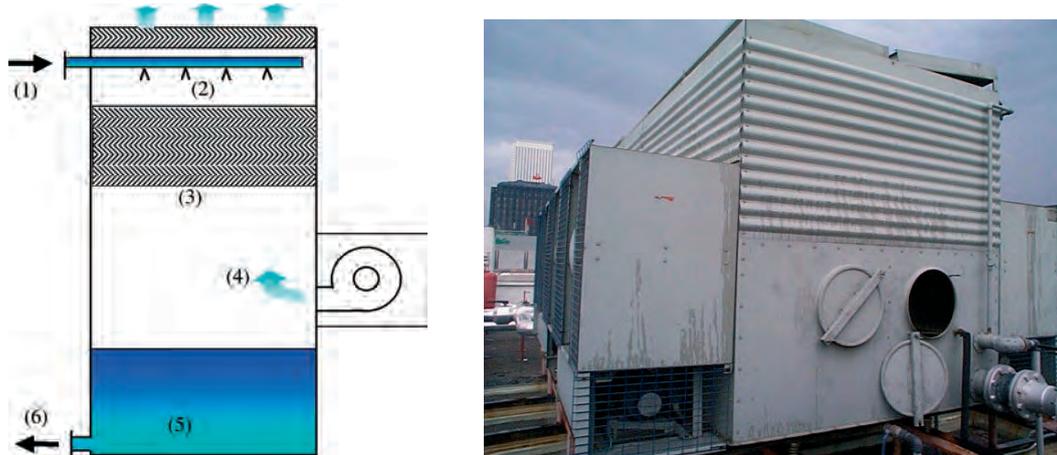
Son muy poco utilizados en España, pero sirven para disipación de cargas térmicas medias/bajas.

En cualquier caso las instalaciones de tiro natural se emplean en un pequeño porcentaje de las aplicaciones de torres de refrigeración en nuestro país.

### 3.1.2 Equipos con ventilación mecánica

#### 3.1.2.1 Equipos de tiro forzado

Los equipos con ventilación mecánica denominados de tiro forzado, disponen de ventiladores (normalmente de tipo centrífugo salvo en las instalaciones industriales que ocasionalmente son axiales) ubicados en la parte baja de la torre que impulsan el aire al interior de la misma sobrepresurizando e impulsando por tanto su salida por la parte superior a través del relleno, el esquema general y una foto de un típico equipo de estas características se puede ver en la figura 4.

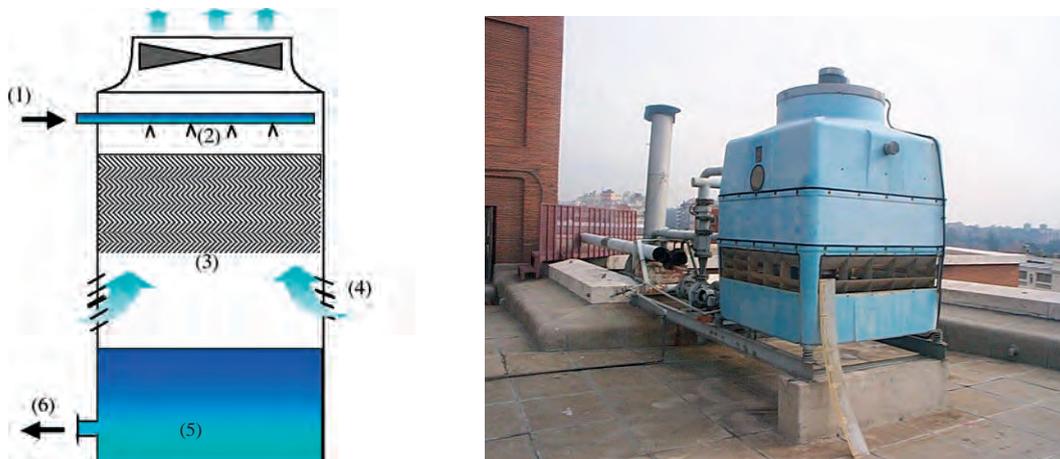


El agua de retorno procedente del punto de uso (1) es pulverizada por la parte superior de la torre (2) pasando a través del relleno (3), cuya misión es incrementar el tiempo de retención y por tanto el contacto con el aire ascendente (4) cuyo único punto de entrada es a través del ventilador. En el relleno se produce el enfriamiento, quedando el agua refrigerada en la balsa de la torre (5) que se impulsa (6) por medio de equipos de bombeo para reiniciar el ciclo de intercambio de calor en el punto de uso.

Figura 4. Torres de refrigeración de tiro forzado

### 3.1.2.2 Equipos de tiro inducido

Los equipos de tiro inducido a diferencia de los anteriores funcionan en depresión, es decir el ventilador, localizado en la parte superior de la torre, extrae aire del interior de la unidad que se renueva a través de aperturas localizadas en la parte baja de la misma, según se puede apreciar en la fotografía y el esquema mostrados en la figura 5.

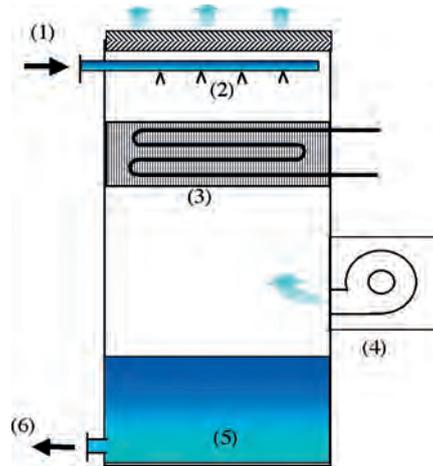


El agua de retorno procedente del punto de uso (1) es pulverizada por la parte superior de la torre (2) pasando a través del relleno (3), cuya misión es incrementar el tiempo de retención y por tanto el contacto con el aire ascendente (4) cuya zona de entrada es a través de las aperturas laterales. En el relleno se produce el enfriamiento, quedando el agua refrigerada en la balsa de la torre (5) que se impulsa (6) por medio de equipos de bombeo para reiniciar el ciclo de intercambio de calor en el punto de uso.

Figura 5. Torres de refrigeración de tipo inducido

### 3.2 Condensadores evaporativos/Torres a circuito cerrado

Los condensadores evaporativos y las torres a circuito cerrado son equipos en los que el relleno se sustituye por un serpentín que realiza la condensación directa del gas refrigerante en el caso de condensador evaporativo y actúa de intercambiador de calor en el caso de una torre a circuito cerrado, la figura 6 nos muestra un ejemplo de esquema junto a una fotografía exterior de un equipo.



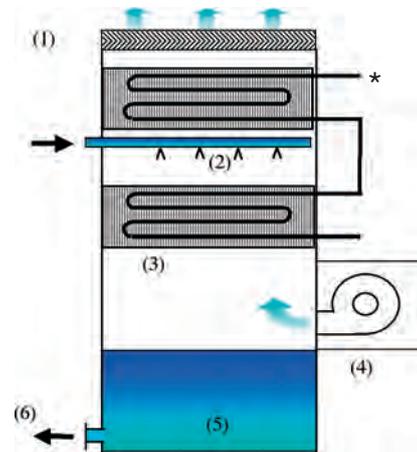
El agua (1) se pulveriza desde la parte superior del condensador/ torre a circuito cerrado (2) sobre el serpentín (condensador o intercambiador de calor) (3), en cuyo interior se condensa el refrigerante o se realiza el intercambio de calor. El aire se introduce sólo a través del ventilador (4). El agua de balsa de la torre (5) se impulsa (6) por medio de equipos de bombeo para reiniciar el ciclo (1).

Figura 6. Condensadores evaporativos

### 3.3 Equipos mixtos

Estos equipos disponen de un sistema de doble batería de condensación, se denominan mixtos porque pueden funcionar como condensadores por aire en las épocas frías y como condensadores evaporativos en épocas calidas. En la figura 7 se puede encontrar un esquema de este tipo de instalación, junto a una fotografía de un equipo.

Estos equipos disminuyen la visibilidad del penacho de emisión de gotas en época cálida y lo eliminan en modo condensación por aire. Su principal limitación es el alto coste de la inversión.



El agua (1) se pulveriza desde la parte superior de la torre (2) entre dos serpentines (intercambiador de calor) (3), en cuyo interior se condensa el refrigerante. El aire se introduce sólo a través del ventilador (4). El agua de balsa de la torre (5) se impulsa (6) por medio de equipos de bombeo para reiniciar el ciclo (1). El sistema puede operar sin pulverización de agua como sistema condensador por aire cuando las condiciones ambientales lo permiten.

Figura 7. Equipo de condensación mixto

La parte superior del condensador (\*) puede ayudar a limitar la salida de gotas de agua contribuyendo a la eficacia del separador de gotas.

Cuando la temperatura del aire lo permite, se puede prescindir de la pulverización, disminuyendo por tanto el riesgo de dispersión de *Legionella*. En todos los casos el agua pulverizada y el aire fluyen a contracorriente en el relleno o en el serpentín.

Existen otros tipos de equipos como las torres híbridas o equipos de flujo paralelo que no se describen en la presente guía dado que son de uso muy reducido en España.

Es preciso tener en consideración que estos equipos pueden estar largos periodos de tiempo con el agua estancada, si ese periodo supera el mes, de acuerdo al Real Decreto 865/2003 deben desinfectarse antes de su puesta en marcha, por tanto debería desactivarse el funcionamiento automático. Como solución práctica se puede instalar un sistema que active las bombas de recirculación de agua al menos durante 30 minutos al día dosificando desinfectante, independientemente de los requerimientos térmicos.

### 3.4 Usos especiales de torres de refrigeración

Algunas torres de refrigeración tienen usos especiales, que les confieren características que deben de ser tenidas en cuenta aisladamente, por tanto algunas de las recomendaciones que aparecen en esta guía no les son de aplicación.

Entre estos usos se pueden destacar los siguientes:

#### a) Torres que utilizan agua de mar

La evidencia científica actual indica que es altamente improbable el crecimiento de bacterias del tipo *Legionella* en el agua de mar, por tanto, las torres que utilizan exclusivamente agua de mar en su funcionamiento quedarían excluidas del ámbito de aplicación del Real Decreto. No obstante se recomienda realizar revisiones para comprobar su funcionamiento y estado higiénico-sanitario con la misma periodicidad establecida para el resto de las torres.

#### b) Torres que refrigeran aguas residuales en depuradoras

En algunos sistemas de depuración de aguas residuales se usan torres para disminuir la temperatura del agua, antes de proceder a su vertido para cumplir la legislación vigente. Estas suelen ser torres de circuito único, sin recirculación, en las que se airea el agua

Estas aguas suelen tener concentraciones elevadas de microorganismos que pueden dificultar el crecimiento de *Legionella* (tanto aerobios como anaerobios) y los parámetros físico-químicos se suelen mantener fuera de los rangos normales por su origen. Por tanto, en este tipo de torres no se deben considerar los análisis de parámetros físico-químicos y de aerobios totales en los controles habituales. Será suficiente garantizar niveles de *Legionella*, de acuerdo a los requisitos de esta guía.

### 3.5 Clasificación en función de la forma en que el aire atraviesa el relleno

- **Flujo en contracorriente:** El aire atraviesa de abajo a arriba el relleno de la torre.
- **Flujo cruzado:** El aire atraviesa de forma lateral el relleno de la torre.

A continuación se muestran los esquemas de los diferentes tipos de torres según la forma de los flujos de aire y agua (figura 8).



Figura 8. Tipos de torres

### 3.6 Terminología específica

En este apartado se presenta un listado de términos asociados a las torres de refrigeración y condensadores evaporativos, sus características, mantenimiento y tratamiento:

- **Balsa**

Recipiente (bandeja) ubicado en la parte inferior del equipo enfriador que recoge el agua una vez terminado su recorrido a través del proceso de refrigeración.

- **Intercambiador de calor**

Elemento de la instalación destinado a permitir la transferencia de calor entre dos fluidos sin que se produzca mezcla entre ellos.

- **Pérdidas por evaporación**

Caudal de agua evaporada en el proceso de enfriamiento.

- **Pérdidas por arrastre**

Cantidad de partículas líquidas arrastradas por la corriente de aire después de haber atravesado el separador de gotas.

- **Relleno**

Materiales que se insertan en la parte media de la torre con el fin de servir de soporte al agua pulverizada para incrementar el tiempo y la superficie de contacto con el aire ascendente.

- **Tiempo de circuito**

Es el tiempo que tarda en dar el agua una vuelta completa al circuito.

- **Tiempo de residencia**

Es el tiempo máximo que se mantiene en el circuito cualquier producto químico añadido al sistema.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

Este apartado incluye descripciones de las características técnicas óptimas de una instalación, así como de los protocolos, condiciones de operación, etc., siguiendo las diferentes fases del ciclo de vida útil de la misma.

### 4.1 Fase de diseño

En la fase de diseño de instalaciones, se procederá a seleccionar los equipos a instalar en función del dimensionamiento, determinado por los cálculos de cargas térmicas, en este punto se tienen en consideración criterios tanto de tipo técnico como económico.

Los puntos que se tendrán en consideración en este apartado serán los siguientes:

- Selección del tipo de condensación/refrigeración
- Localización del equipo
- Características técnicas de la torre: criterios de selección
  - Materiales
  - Facilidad de desmontaje para la limpieza completa
  - Facilidad de desaguado de la torre
  - Calidad del separador de gotas
- Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua

#### 4.1.1 Selección del tipo de condensación/refrigeración

La primera cuestión, evidentemente, es realizar un estudio para asegurar que el empleo de torres de refrigeración y/o condensadores evaporativos es, en efecto, la solución técnico-económica más adecuada, y debe tenerse

en consideración que las reglamentaciones actuales exigen un mantenimiento y control adecuado para los componentes de estas instalaciones.

En principio, como alternativa se puede considerar la condensación por aire, no obstante, la condensación por aire no siempre será más ventajosa, todos ellos, presentan ventajas e inconvenientes que se reflejan en la siguiente tabla 1:

Tabla 1. Ventajas y desventajas de diferentes sistemas de refrigeración

CONDENSACION POR AIRE	TORRES DE REFRIGERACION	CONDENSADORES EVAPORATIVOS/TORRES A CIRCUITO CERRADO	
No presenta riesgo de dispersión de <i>Legionella pneumophila</i> .	Permite gran flexibilidad al poder distanciar tanto como se precise las etapas de condensación y evaporación.	Presentan menor riesgo de emisión de gotas que las torres de refrigeración, especialmente en los de tipo mixto.	VENTAJAS
No tiene consumo de agua.		El riesgo de dispersión de <i>Legionella</i> se concentra exclusivamente en el circuito de balsa y pulverizado.	
Para cargas térmicas de hasta 1.000 kW se pueden usar sistemas autónomos condensados por aire, manteniendo las pérdidas energéticas dentro de niveles aceptables.	La inversión inicial suele ser más económica que otras opciones.	Al disminuir el tamaño del circuito de agua el condensador puede presentar menores problemas de corrosión que el intercambiador en las torres de refrigeración.	
		Consumen menos agua que las torres de refrigeración, ya que tienen un rendimiento de intercambio térmico superior.	
El funcionamiento no depende significativamente de las condiciones atmosféricas exteriores y por ello es mucho más fiable. Son equipos más eficaces que los basados en condensación por aire, el consumo energético global del sistema disminuye.			
Para disipar cargas térmicas elevadas, necesitan mucho espacio y son equipos ruidosos, lo cual debe considerarse en entornos urbanos con limitaciones de espacio y vecinos cercanos.	Requiere tuberías de agua que si no se tratan adecuadamente pueden suponer un reservorio para la bacteria.	La inversión inicial es elevada.	DESVENTAJAS
La eficiencia en la condensación depende de las condiciones climáticas exteriores.		A igualdad de cargas térmicas requieren un mayor tamaño de equipamiento.	
Elevado consumo eléctrico.	Requiere un mantenimiento higiénico y un control exhaustivo que precisa mayores recursos económicos y humanos.		
Las distancias de separación entre las etapas de condensación y evaporación son limitadas.	Existe riesgo de transmisión de <i>Legionella</i> al entorno cercano al utilizar agua en su funcionamiento.		

Estas son consideraciones generales que deben particularizarse para las circunstancias de cada caso concreto, pero constituyen una guía que puede ayudar a la selección del equipo mas adecuado.

### 4.1.2 Localización del equipo

Las torres de refrigeración han sido frecuentemente asociadas a la aparición de brotes comunitarios de legionelosis. La elevada producción de aerosoles, que pueden ser inhalados por los transeúntes, hace que su localización sea uno de los principales factores a tener en consideración a la hora de diseñar y montar una instalación.

Ya en la fase de diseño se debe realizar un pequeño estudio sobre la localización más adecuada, teniendo en cuenta que debe evitarse la proximidad a cualquier punto de riesgo como pueden ser tomas de aire exterior, ventanas practicables, zonas de paso de personas, etc. También debe prestarse especial cuidado al tipo de usos de los inmuebles del entorno cercano, presencia de hospitales o clínicas, centros geriátricos, colegios, etc.

La Norma UNE EN 100030 en su anexo A, incluye a título informativo un extracto de la norma ASHRAE 62-1989R, en la que se ofrece un método teórico de cálculo de la distancia de seguridad, que tiene en cuenta, entre otros factores, el caudal de expulsión de agua de la torre, la velocidad de descarga del efluente y el sentido de los vientos predominantes en la zona.

En general la mejor ubicación para la mayoría de las instalaciones en los edificios, con algunas excepciones, es la cubierta, ya que se encuentra alejada de zonas de paso de personas. Sin embargo, es preciso tener cuidado ya que ésta es también la mejor localización para las tomas de aire exterior del edificio. Por tanto, se ubicarán ambos elementos lo más alejados posible.

### 4.1.3 Criterios de selección

Tradicionalmente el criterio fundamental de selección era la carga térmica a disipar, actualmente con los conocimientos sobre las torres y condensadores evaporativos entendemos que se deben incluir algunos nuevos criterios, entre los que cabe destacar los siguientes:

#### a) Materiales

Los requisitos que debemos exigir a los materiales son de dos tipos; que sean resistentes a la acción de los biocidas, y que eviten o al menos no favorezcan la aparición de la biocapa.

En la tabla 2, se incluyen datos útiles para seleccionar y valorar los materiales, no solo de la propia torre sino también de las tuberías de aporte y distribución hasta los intercambiadores. También incluye un gran número de materiales, algunos de ellos no se suelen aplicar en torres o condensadores evaporativos, pero puede servir como referencia para otras instalaciones.

Tabla 2. Criterios de selección de materiales

	VENTAJAS	INCONVENIENTES	USOS
<b>Cobre</b>	Instalación sencilla. Admite desinfección térmica y por cloro y peróxidos. Limita la formación de biocapa por la acción bactericida de contacto.	Es difícil encontrar materiales normalizados para dimensiones grandes. Posibilidad de corrosión por “erosión/cavitación” en tubos recalentados mucho tiempo.	Tuberías. Soportes. Válvulas. Boyas. No muy usado en torres y condensadores.
<b>Acero inoxidable AISI 316L</b>	Adaptado a aguas corrosivas y agresivas. Soporta la desinfección química (mejor con peróxidos).	Coste muy elevado. Instalación difícil, solo personal altamente cualificado. La instalación se debe pasivar. Los productos de corrosión favorecen el crecimiento microbiano.	Tuberías. Soportes. Válvulas. No muy usado en torres y condensadores.

<b>Acero galvanizado</b>	Instalación sencilla. Disponibilidad de grandes diámetros.	Puede producirse degradación acelerada a partir de 60 °C, en función de la composición química del agua (Ver norma UNE 112-076 Prevención de la corrosión en circuitos de agua). Pérdidas de carga muy importantes en la red cuando se produce corrosión o depósitos calcáreos en el interior. La presencia de iones cobre en el agua favorece la corrosión galvánica. La desinfección química es poco eficaz en canalizaciones corroídas. Los productos de corrosión favorecen el crecimiento microbiano.	Tuberías. Soportes. Válvulas. Boyas. Carcasa de la torre. Relleno. Separadores de gotas. Uso habitual en torres y condensadores.
<b>Titanio</b>	Alta resistencia a la corrosión. Soporta la desinfección química. Buenas propiedades de intercambio térmico.	Coste muy elevado. Instalación difícil, solo personal altamente cualificado.	Tubos intercambiadores en equipos de usos especiales (Centrales térmicas, grandes instalaciones, etc.).
<b>Polibutileno (PB) y polipropileno (PP)</b>	Admite bien las aguas corrosivas. Soporta la desinfección térmica y química (cloro y peróxidos). No se fragiliza, permite su limpieza.	Coste elevado. No produce llama pero si humos. No es autoextinguible.	Tuberías. Relleno. Separadores de gotas. Uso habitual en torres y condensadores.
<b>Polivinil-Cloruro (PVC)</b>	Admite bien las aguas corrosivas. Material muy resistente. Material autoextinguible. Soporta la desinfección química (cloro y peróxidos).	Coste medio. Puede ser poco resistente al calor (> 60 °C) pero esto no es un inconveniente en los usos relativos a torres de refrigeración. Aceptable para su uso en torres de refrigeración. Produce gases tóxicos si se quema. Su eliminación inadecuada puede perjudicar el medioambiente.	Tuberías. Relleno. Separadores de gotas. Uso habitual en torres y condensadores.
<b>Poliétileno (PE) y Poliétileno de alta densidad (PEHD)</b>	Admiten bien las aguas corrosivas. Soportan la desinfección química (cloro y peróxidos) especialmente el de alta densidad. Muy fácil instalación.	Coste medio. Puede ser poco resistente al calor pero esto no es un inconveniente en los usos relativos a torres de refrigeración.	Tuberías. Relleno. Separadores de gotas. Carcasa. Uso habitual en torres y condensadores. Poco usado en España.
<b>Poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV)</b>	Admiten bien las aguas corrosivas. Resistentes. Soporta la desinfección química (cloro y peróxidos.)	Coste medio. Puede tener problemas de resistencia al calor (> 90 °C) pero esto no es un inconveniente en los usos relativos a torres de refrigeración.	Tuberías. Relleno. Separadores de gotas. Carcasa. Uso habitual en torres y condensadores.

#### **b) Facilidad de desmontaje para la limpieza completa**

La completa destrucción de la biocapa es una de las claves para asegurar que los tratamientos contra *Legionella* son totalmente efectivos.

La biocapa se puede destruir al menos parcialmente con productos químicos biodispersantes, pero la forma más efectiva de asegurar una limpieza completa es por medios mecánicos. Esto será imposible en las redes de tuberías y ahí es donde los biodispersantes químicos son más efectivos. La peor situación se da cuando las torres están construidas con puntos inaccesibles, especialmente en el relleno, por ello, una correcta limpieza requiere el desmontaje completo del relleno, y por tanto es preciso que éste sea fácilmente desmontable.

**c) Facilidad de desaguado de la torre**

El proceso de limpieza de una torre exige el uso de agua pulverizada para arrastrar la suciedad acumulada en las paredes, por tanto, es muy importante disponer de una adecuada pendiente y un desagüe suficiente que permita eliminar el agua fácilmente en el proceso de limpieza, así como que permita el rápido vaciado para minimizar el tiempo de la operación de limpieza.

La fotografía adjunta (Foto 1) muestra la balsa de una torre en la que el desagüe se encuentra en un lateral dificultando la eliminación de depósitos.

Foto1



**c) Calidad del separador de gotas**

Uno de los componentes de las torres al que anteriormente no se daba mucha importancia es el separador de gotas, sin embargo, este elemento permite una protección excelente frente a *Legionella*, un buen separador de gotas minimizará la salida de aerosoles y por tanto la posibilidad de que estos afecten a los individuos del entorno. Los separadores de gotas suelen estar fabricados con diversos tipos de plásticos o acero galvanizado.

De la estructura del separador dependerá la eficacia de retención del mismo. Los separadores más simples consisten en una malla metálica, que presenta el inconveniente de que no son muy eficaces. En España se usa muy poco este sistema.

Otros tipos de separadores disponen de lamas curvadas o quebradas, tanto metálicas como de diversos materiales plásticos, que consiguen parar las microgotas por simple impacto sobre su superficie, volviendo éstas a la balsa de la torre por gravedad.



Figura 9. Separador de gotas de 2 pliegues

A mayor número de pliegues (en la figura 9 se aprecia un separador de 2 pliegues) en la estructura del separador, mayor eficiencia. Los separadores convencionales existentes actualmente en el mercado (habitualmente de 2 pliegues) tienen una eficacia de retención<sup>1</sup> que oscila entre el 2 y el 12% de emisión sobre el flujo de agua evaporada, con un valor medio del 5%, que, por ejemplo, para un salto térmico de 5 °C, habitual en aire acondicionado, equivale aproximadamente al 0,05% sobre caudal circulante definido en el artículo 7.2.e) del Real Decreto 865/2003.

Estructuras con tres pliegues pueden llegar a alcanzar una eficacia de retención superior al 99%.

Otro aspecto de gran importancia es la colocación del separador de gotas, una colocación descuidada sobre el marco de soporte puede dar lugar a la salida de gotas, tal como se ve en la foto 2.

Foto 2



**4.1.4 Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua**

Mediante la desinfección se consigue controlar el crecimiento microbiano dentro de niveles que no causen efectos adversos. Desde la fase de diseño de una torre o condensador evaporativo se debe contemplar la necesidad de realizar desinfecciones, previendo, por tanto, todos los elementos que deben formar parte del equipamiento necesario para su realización.

<sup>1</sup> Para el cálculo de la eficacia de retención sobre el caudal circulante, debemos disponer de los siguientes datos: Eficacia del separador de gotas sobre el agua evaporada (dato facilitado por el fabricante del separador) y salto térmico (temperatura del agua caliente – temperatura del agua enfriada). Para calcular la eficacia puede aplicarse la siguiente fórmula:

$$\text{Eficacia sobre el caudal circulante (\%)} = \text{Eficacia del separador sobre el agua evaporada (\%)} * \text{Salto térmico (°C)} / 585 \text{ (Calor latente de vaporización del agua en Kcal/m}^3\text{)}.$$

Para el mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en condiciones normales de operación en una torre o condensador evaporativo se deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Control de incrustaciones.
- Control de crecimiento de algas.
- Control de biocapa.
- Control de crecimiento de microorganismos.
- Control de la corrosión.
- Control de sólidos disueltos en el agua.
- Control de sólidos en suspensión.

Para cada uno de estos aspectos, se describe la naturaleza del problema, los efectos y modos de prevención. Es importante tener en consideración que todos estos aspectos están interrelacionados y que deben controlarse conjuntamente.

### **a) Control de incrustaciones**

Las incrustaciones se manifiestan por la formación de cristales insolubles en las superficies de las instalaciones.

Los cristales que aparecen en las torres de refrigeración y condensadores evaporativos suelen ser carbonatos de calcio e hidróxidos de magnesio en la mayoría de los casos, aunque ocasionalmente también incluyen productos de corrosión como óxidos e hidróxidos de hierro.

La capacidad incrustante de un agua depende principalmente de la concentración de iones calcio y magnesio, para referirse a la cantidad de estos iones disueltos en el agua se ha desarrollado el término de dureza del agua.

Otros factores fisicoquímicos como la presencia de ión bicarbonato, la temperatura del agua y el pH determinan la posibilidad de formación de incrustaciones al influir en el equilibrio químico de los iones disueltos.

Para evaluar el carácter incrustante de un agua se han desarrollado varios índices que engloban los efectos combinados de todos estos parámetros, tal y como se describen en el punto 4.1.3 Prevención de incrustaciones calcáreas del capítulo 2 de Agua Fría de Consumo Humano

Para determinar qué tipo de medidas antiincrustación se deben implantar en una instalación, es necesario conocer la calidad del agua de aporte al sistema (dureza, conductividad, pH, bicarbonatos, alcalinidad, etc.) y las características de funcionamiento del sistema de refrigeración, tales como: Potencia en kW/h, volumen de la instalación, caudal de agua recirculada, salto térmico, temperatura máxima, etc.

A partir de los datos anteriores, se determinan el número de ciclos de concentración y el tratamiento antiincrustación más adecuado para optimizar el funcionamiento de la torre.

El tratamiento antiincrustación puede ser externo, para evitar la entrada de iones calcio o magnesio al sistema, o interno para evitar la precipitación de las sales en las superficies interiores del mismo.

Como norma general los tratamientos externos suelen utilizarse para aguas semiduras, duras o muy duras, aunque también se deben tener en cuenta otros factores, como el tamaño de la instalación, el tratamiento interno, etc.

Un tratamiento externo habitual consiste en la instalación de un sistema de descalcificación, dicho sistema esta basado en un lecho de resinas que capta los iones calcio o magnesio, intercambiándolos por iones sodio, estas resinas tienen una capacidad limitada de intercambio por lo que periódicamente se regeneran habitualmente de forma automática mediante cloruro sódico.

Los tratamientos internos suelen estar basados en el uso de aditivos químicos, como por ejemplo, fosfonatos, fosfatos o poliacrilatos que actúan interfiriendo el proceso de formación de cristales.

El uso de aditivos químicos en algunos casos se combina con la regulación del pH.

### **b) Control de crecimiento de algas**

El primer factor a tener en cuenta con respecto al crecimiento de algas es que se ve favorecido por la incidencia de la luz del sol que activa la producción de la fotosíntesis, y por tanto el desarrollo de algas verdes.

Las aperturas para la entrada de aire en algunos tipos de torres permiten el paso de la luz, así como los separadores de gotas más simples o incluso algunos tipos de mirillas de inspección que están localizadas en las paredes a la altura del relleno y por tanto facilitan el crecimiento en zonas que además son difíciles de limpiar.

Las algas, igual que los protozoos en general, facilitan cobijo y protección a *Legionella* frente a la acción de los productos biocidas en el agua, por tanto es recomendable su ausencia. Esto se puede conseguir mediante la minimización de la incidencia de la luz solar y mediante la limpieza periódica de las superficies interiores. Existen además biocidas químicos con efecto algicida que se pueden adicionar a la balsa normalmente en dosis de choque, aunque éstos sólo serán efectivos en las zonas donde el contacto del agua tratada con las superficies sea continuo o suficiente y difícilmente las evitará en zonas exteriores de la torre.

### c) Control de crecimiento de microorganismos

Para el control de crecimiento de microorganismos, principalmente bacterias aerobias y *Legionella*, se pueden emplear diversos tipos de tratamientos físicos, fisicoquímicos y químicos. Son tratamientos que por cualquiera de las vías anteriormente mencionadas destruyen o evitan el desarrollo de las bacterias en el agua. La presencia de una biocapa proporciona a las bacterias protección frente a los desinfectantes.

Los productos químicos biocidas utilizados en la desinfección del agua de torres deben estar inscritos en el Registro Oficial de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo (<http://www.msc.es>). Cuando se trate de procedimientos físicos o fisicoquímicos no requieren dicho registro, pero deberán ser de probada eficacia frente a *Legionella*.

El nivel de bacterias aerobias en un sistema es un indicador de su grado de desinfección, aunque no implique necesariamente la presencia de *Legionella*, la cual deberá confirmarse con una analítica posterior.

Dependiendo de posibles problemas detectados en particular de corrosión, es recomendable el control de bacterias específicas como las bacterias sulfatoredutoras que se desarrollan en ambientes anaerobios y son capaces de generar corrosiones graves y localizadas.

### d) Control de la biocapa

La biocapa, en general, está formada por sustancias de origen orgánico segregadas por las propias bacterias y otros microorganismos como mecanismo de defensa especialmente cuando las condiciones de supervivencia no son adecuadas para el desarrollo microbiano. Se forma un entorno endosimbionte en el que se produce un intercambio de nutrientes y protección mutua frente a agresiones externas.

La biocapa está formada principalmente por polisacáridos, y puede eliminarse mediante el uso de detergentes o biodispersantes. Estos se suelen emplear durante el proceso de higienización periódica de la torre, no obstante en torres con una gran tendencia a formar biocapa, por el tipo de materiales, temperaturas o cualquier otro factor puede resultar conveniente la adición de biodispersantes regularmente.

### e) Control de la corrosión

La corrosión consiste en el desgaste superficial de los metales ya sea por medios físicos, químicos o electroquímicos.

En torres de refrigeración la corrosión más importante se produce debido a la disolución del metal por el efecto de formación de pila electrolítica. Una parte de la superficie metálica actúa como cátodo, cediendo electrones al agua que los usa para generar grupos oxidrilo ( $\text{OH}^-$ ) y otra parte actúa como ánodo, la parte que se desgasta, y en la que el metal pasa al agua en forma de ión.

Por ejemplo, el hierro pasa a  $\text{Fe}^{2+}$  y posteriormente una vez en disolución, en concentración suficiente, acabará por formar hidróxido de hierro,  $\text{Fe}(\text{OH})_2$ , para pasar después a hidróxido férrico insoluble añadiendo una molécula de agua y oxígeno. Ésta última es la responsable de la capa parda característica de la corrosión en materiales férricos.

Para evitar este fenómeno, frecuentemente se dosifican productos que crean una película protectora sobre las superficies metálicas, como por ejemplo, poliaminas, fosfatos de zinc, silicatos, molibdatos, etc.

Para la evaluación del nivel de protección frente a la corrosión se pueden emplear las técnicas de la Norma ASTM D-2688-94 que describe los métodos para evaluar la corrosividad del agua por test de pérdida en peso en testigos de corrosión.

#### **f) Control de sólidos disueltos en el agua**

La evaporación constante de parte del agua en circulación en la torre aumenta la concentración de los iones presentes en el agua. Dichos iones provienen principalmente del agua de aporte al cual se incorporan la fracción soluble de las partículas que el agua recoge del aire en el proceso de pulverización y el tratamiento químico realizado mediante la adición de biocidas, algicidas, antiincrustantes, etc. Este fenómeno de concentración da lugar a un aumento de la salinidad que puede favorecer las incrustaciones y/o la corrosión. La presencia de iones disueltos incrementa el nivel de conductividad del agua, por tanto ésta es una medida indirecta de la calidad de la renovación del agua de la balsa de la torre.

Para valorar el nivel de conductividad en la balsa de una torre es necesario referirlo a la conductividad del agua de aporte, ya que ésta es muy variable según la procedencia de la misma. La relación entre la conductividad del agua en la balsa y la del agua de aporte nos permitirá establecer los ciclos de concentración.

Habitualmente según estos factores se determina un nivel máximo admisible que nos servirá a efectos de valor de control para definir el nivel de purga adecuado.

La purga de agua puede fijarse mediante una apertura en el retorno, de manera que siempre que la bomba de recirculación funcione se produzca una salida de agua y por tanto una renovación de la misma (en este caso es recomendable que la válvula no sea manipulable fácilmente para evitar el cierre accidental de la misma), se puede disponer de una válvula temporizada de manera que se abra periódicamente. La apertura fija o periódica de la válvula debe estar basada en un estudio previo de la evolución de la conductividad del agua de la torre.

El medio más recomendable, es mediante una sonda conductimétrica que comande a su vez una válvula de purga automática.

Independientemente del medio empleado es preciso tener en consideración que la determinación del nivel de purga debe estar basada en un estudio que tenga en consideración la calidad del agua de aporte, la adición de productos químicos, el régimen de funcionamiento y las pérdidas por evaporación, que podrán variar mucho según la zona climática y geográfica.

#### **g) Control de sólidos en suspensión**

La pulverización del agua sobre una corriente de aire ascendente provoca el constante ensuciamiento de la misma con las partículas del ambiente exterior. Estas partículas en suspensión se valoran mediante el grado de turbidez del agua. La turbidez se mide en Unidades Nefelométricas de Formacina (UNF, también se usan las siglas en inglés NTU).

Es importante mantener el agua libre de partículas, ya que entre éstas hay muchas de origen vegetal y animal que aportan materia orgánica y por lo tanto potenciales nutrientes a las bacterias.

Las partículas naturales, unidas a productos de corrosión e incrustaciones, contaminantes de proceso en caso de torres industriales, etc., crean fangos que tienden a depositarse en los puntos de disminución de la velocidad de circulación del agua.

El control de este fenómeno, se hace de forma indirecta al diluir con agua nueva la balsa de la torre, y por otra parte retirando físicamente las partículas en suspensión mediante sistemas de filtración, de arena u otros medios similares como filtros de tipo ciclón.

Se pueden instalar filtros de partículas en suspensión en las tomas de aire exterior de los ventiladores. En la fotografía (foto 3), se observa el ventilador de aire protegido para limitar la emisión de ruido y con un sistema de filtros. En España no es habitual este tipo de instalaciones. Si no es posible evitar la presencia de partículas en suspensión en el agua, se puede limitar la formación de fangos, mediante cambios en la velocidad del agua o usando biodispersantes que evitan la aglomeración de la materia sólida.

Como regla general todos los productos químicos empleados para el tratamiento de los fenómenos referidos anteriormente deben aplicarse en puntos en los que se asegure la mezcla adecuada con el agua circulante, como por ejemplo el tramo de tubería de succión de la bomba de recirculación y de la forma mas automatizada posible.

Foto 3



## 4.2 Fase de instalación y montaje

Es importante asegurar que en la fase de instalación se consideran y respetan las características del diseño adecuado para la torre, especial importancia adquiere en este punto la localización final del equipo, ya que este aspecto no suele quedar perfectamente fijado en el diseño inicial y la ubicación última puede depender de la evolución de la obra. El responsable de ejecución debe asegurarse que la ubicación final del equipo cumple con los requisitos legales y en cualquier caso, la torre debe ubicarse lo más alejada posible de cualquier área de riesgo (consultar el apartado 4.1 Fase de Diseño).

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha.

Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria. La instalación del separador de gotas es de gran importancia y debe cuidarse la correcta fijación sobre los marcos de soporte de forma que no aparezcan puntos que faciliten el escape de cantidades importantes de agua.

## 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

Habitualmente las condiciones de temperatura en un sistema de refrigeración por agua no pueden modificarse, este parámetro depende de las características de diseño del sistema y de las condiciones ambientales. Sin embargo, cuando los requisitos exteriores lo permitan el sistema puede hacer su función de refrigeración del agua sin necesidad de poner en funcionamiento los ventiladores, esto supone un ahorro energético y al mismo tiempo una disminución del riesgo de dispersión de *Legionella*, ya que si no se ventila no se impulsa aire cargado de gotas de agua al exterior.

Existe la posibilidad de establecer un sistema automatizado que vaya incrementando el caudal de aire en función de la temperatura del agua, teóricamente incluso se podría plantear el uso de ventiladores con variadores de velocidad, aunque en la práctica, por cuestiones económicas, estas medidas no son comunes.

Cuando la instalación no funcione en continuo, permaneciendo parada en periodos inferiores a un mes se recirculara agua con biocida diariamente, si es posible con los ventiladores apagados, para asegurar la correcta distribución del biocida.

### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La revisión de todas las partes de una instalación para comprobar su buen funcionamiento, se realizará con la siguiente periodicidad (Tabla 3).

Tabla 3. Periodicidad de las revisiones

Elementos de la instalación	Periodicidad
<b>Bandeja:</b> Debe comprobarse que no presenta suciedad general, algas, lodos, corrosión, o incrustaciones. El agua debe estar clara y limpia.	<b>MENSUAL</b>
<b>Relleno:</b> Debe verificarse la ausencia de restos de suciedad, algas, lodos, etc. Asimismo, debe comprobarse su integridad.	<b>SEMESTRAL</b>
<b>Tuberías y condensador:</b> Para facilitar la inspección conviene disponer de algún punto desmontable que permita revisar las superficies interiores al menos en un punto como representación del conjunto de las tuberías.	<b>SEMESTRAL</b>
<b>Separador de gotas:</b> No debe presentar restos de suciedad, algas o lodos y debe estar correctamente colocado sobre el marco soporte. Dada su importancia, se asegurará su correcta instalación e integridad después de cada limpieza y desinfección.	<b>MÍNIMO ANUAL</b> (recomendado Semestral)

Filtros y otros equipos de tratamiento del agua: Revisar que se encuentran correctamente instalados y en buenas condiciones higiénicas.	Filtro aporte	SEMESTRAL
	Filtro recirculación	MENSUAL
	Otros equipos	MENSUAL
Exterior de la unidad: No debe sufrir corrosión y debe presentar integridad estructural.		ANUAL

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los siguientes parámetros (Tabla 4).

Tabla 4. Parámetros de control de calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
Nivel de cloro ó Biocida utilizado	Según principio activo.	DIARIO
Temperatura	Termómetro de inmersión de lectura directa.	MENSUAL
pH	Medidor de pH de lectura directa o colorimétrico.	
Conductividad	Sonda electroquímica de lectura directa	
Turbidez	Turbidímetro.	
Hierro total	Espectrofotométrico o colorimétrico.	
Recuento total de aerobios en el agua de la balsa	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo.*	MENSUAL
<i>Legionella sp</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	Adecuada al nivel de peligrosidad de la instalación según el algoritmo de evaluación de riesgo.  Mínimo: TRIMESTRAL  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

\* La norma ISO 6222 especifica dos niveles de temperatura. A efectos de torre de refrigeración y condensadores evaporativos será suficiente el análisis a 36° C dado que es la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de mantenimiento de tratamiento del agua.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla siguiente se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados:

Tabla 5. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
<b>Nivel de cloro ó Biocida utilizado</b>	<p>La muestra debe ser representativa de la concentración de biocida en el circuito. El punto de toma de muestras estará alejado del aporte de agua y del punto de inyección de biocida:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Si el biocida se adiciona en un punto de circulación del sistema fuera del depósito principal, la muestra se recogerá en la balsa principal.</li> <li><input type="checkbox"/> Si el biocida se adiciona en la balsa principal, la muestra se recogerá en el retorno de agua a la torre.</li> </ul> <p>Se deberá tener en cuenta el régimen de adición de los biocidas:</p> <p>Cuando por el tipo de biocida utilizado es conveniente mantener una concentración residual mínima la muestra se tomará, preferentemente, instantes antes de la adición.</p> <p>En el caso de adiciones de choque, como el caso de biocidas no oxidantes, en los que no es necesario mantener una concentración residual mínima, la toma de muestras se deberá realizar un tiempo significativo después de su adición en función del volumen del agua de la balsa y del caudal de recirculación de la instalación.</p>
<b>pH</b>	Se medirá en el mismo punto que el utilizado para el análisis de biocida
<b>Temperatura</b>	Directamente de la balsa en un punto alejado de la entrada de agua de red o en el circuito de retorno en función de las características de la instalación o de la evaluación del riesgo.
<b>Hierro total</b>	
<b>Conductividad</b>	
<b>Turbidez</b>	
<b>Recuento total de aerobios</b>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al biocida utilizado.</p> <p>Una parte de la muestra de agua se tomará de la balsa (en un punto alejado del aporte y de la inyección del biocida) y otra parte del retorno, constituyendo una única muestra para proceder al análisis.</p>

<b><i>Legionella sp</i></b>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al biocida utilizado.</p> <p>Una parte de la muestra de agua se tomará de la balsa (en un punto alejado del aporte y de la inyección del biocida) y otra parte del retorno, constituyendo una única muestra para proceder al análisis. El volumen total de muestra recogida deberá ser al menos de 1 litro. Recoger posibles restos de suciedad e incrustaciones de las paredes de la balsa mediante una torunda estéril que se añadirá al mismo envase de recogida.</p> <p>Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre y anotar en los datos de toma de muestra.</p> <p><b>Normas de transporte:</b></p> <p><b>Para las muestras ambientales (agua)</b>, tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR 2003), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetas a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.</p>
<p>Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. “Guía para la conservación y la manipulación de muestras”.</p>	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo. Por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

#### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo, tanto entre el personal que realice los tratamientos, como para los usuarios de las instalaciones.

En general, para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de legionelosis, Orden SCO 317/2003, de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

1. Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento
2. Limpieza y desinfección de choque
3. Limpieza y desinfección en caso de brote

##### 4.3.4.1 Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento

Se corresponderá con los programas de tratamiento continuado del agua especificados en el artículo 8.1 del Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*. Puede realizarse con cloro, con cualquier otro tipo de biocida autorizado, sistemas físicos o físico-químicos de probada eficacia.

Los biocidas se suministran habitualmente en forma líquida o sólida y se adicionan por dosificación en continuo. La dosificación en continuo debe ser entendida como sistemas de adición mediante bombas dosificadoras de líquidos o la dilución en continuo de productos sólidos que aseguren, en ambos casos, una aportación automática sin intervención manual para proporcionar un residual continuo mínimo de biocida, especificado por el fabricante y que sea eficaz para la desinfección de agua frente a *Legionella*.

La dosificación puede realizarse mediante bomba dosificadora temporizada, proporcional al caudal de agua de entrada al sistema o comandada por una sonda de medición de residual de biocida. No está permitida la adición manual periódica directa a la balsa del biocida.

El anexo 4 del Real Decreto 865/2003 exige determinar el nivel de biocida o cloro utilizado en la desinfección diaria. Técnicamente algunos biocidas, como es el caso de los no oxidantes, actúan por desinfección de choque puntual en el momento de adición, agotándose al cabo de algunas horas; periódicamente se pueden realizar varias adiciones para asegurar la desinfección continua del agua. Esto implica que la concentración residual irá variando, por tanto el nivel detectado es diferente según el momento en que se tome la muestra del agua para análisis.

Para controlar la buena dosificación de este tipo de biocidas se deberá disponer de los sistemas de registros adecuados, electrónicos o escritos, de las cantidades diarias de biocida añadidas acorde a las indicaciones del fabricante y del aplicador.

### **4.3.4.2 Limpieza y desinfección de choque**

Se corresponderá con las limpiezas preventivas anuales especificadas en el Anexo 4B Procedimiento General, del Real Decreto 865/2003.

En dicho anexo se incluye un protocolo para el caso de utilizar cloro; en caso de utilización de otros biocidas, estos deberán estar autorizados específicamente para su uso en tratamientos de choque, y quedará constancia del protocolo utilizado según las indicaciones del fabricante y del aplicador.

Acorde con el principio general del Real Decreto 865/2003, de que una desinfección sin limpieza exhaustiva no será efectiva, siempre se debe parar la instalación y eliminar la suciedad físicamente. En casos particulares en los que sea imposible la parada se podrá realizar una desinfección de choque según el protocolo definido en Anexo 4B del Real Decreto 865/2003, en caso de usar cloro, para equipos que no puedan cesar su actividad.

En el caso de uso de otro tipo de biocidas, estos deberán estar autorizados específicamente para su uso en tratamientos frente a *Legionella* en esa instalación, y quedará constancia del protocolo utilizado según las indicaciones del fabricante y del aplicador. Este protocolo deberá contemplar la adición de concentraciones y/o tiempo de recirculación (es decir, el tiempo que se mantiene la concentración de choque del biocida) superiores a los empleados en instalaciones que pueden parar para compensar la falta de limpieza.

### **4.3.4.3 Limpieza y desinfección en caso de brote**

Se corresponderá con las limpiezas especificadas en el Anexo 4C del Real Decreto 865/2003 Procedimiento en caso de brote. En este caso sólo está autorizado el uso de cloro como biocida.

En la tabla 6, se describe un cuadro resumen de todos los procedimientos de limpieza y desinfección usando cloro que se encuentran descritos en el anexo 4 del Real Decreto 865/2003.

Tabla 6. Resumen de procedimientos de limpieza y desinfección usando cloro

	<b>ANEXO 4 B: Procedimiento general</b>		<b>ANEXO 4 C:</b>
	<b>Instalaciones que pueden parar</b>	<b>Instalaciones de funcionamiento continuo</b>	<b>Procedimiento en caso de brote</b>
<b>PRIMERA ETAPA</b>			
<b>Concentración desinfectante</b>	5 mg/l de cloro residual libre + biodispersantes y anticorrosivos pH: 7-8	5 mg/l de cloro residual libre + biodispersantes y anticorrosivos pH: 7-8	20 mg/l de cloro residual libre + biodispersantes y anticorrosivos pH: 7-8
<b>Tiempo de recirculación</b>	3 horas Comprobación de nivel de cloro residual libre cada hora	4 horas Comprobación de nivel de cloro residual libre cada hora	3 horas Comprobación de nivel de cloro residual libre cada hora
<b>Neutralizado y vaciado</b>	SI	A criterio del responsable	SI
<b>Limpieza física</b>	SI - Piezas desmontables: 15 mg/l -20 min.	SI- Piezas accesibles o desmontables.	SI - Piezas desmontables: 15 mg/l -20 min.
<b>SEGUNDA ETAPA</b>			
<b>Concentración desinfectante</b>	NO APLICA	NO APLICA	20 mg/l de cloro + biodispersantes y anticorrosivos pH: 7-8
<b>Tiempo de recirculación</b>			2 horas comprobación de nivel de cloro residual libre cada _ hora
<b>Neutralizado y vaciado</b>			SI
<b>Limpieza física</b>			NO
<b>CONDICIONES NORMALES</b>			
<b>Concentración desinfectante</b>	2 mg/l de cloro residual libre en continuo + anticorrosivos.	Dispositivos de dosificación en continuo 2 mg/l de cloro residual libre en continuo +	2 mg/l de cloro residual libre en continuo + anticorrosivos

### 4.3.5 Criterios de valoración de resultados

En la Tabla 7 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las actuaciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviaciones de los mismos.

Tabla 7. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctora en caso de incumplimiento
<b>Nivel de cloro</b>	2 mg/l Cloro residual libre. Usar dispositivo automático, añadiendo anticorrosivo compatible con el cloro, en cantidad adecuada.	Revisar y ajustar el sistema de dosificación de cloro o biocida cuando la concentración se encuentre por debajo del valor de referencia.
<b>Biocida utilizado</b>	Según fabricante.	
<b>Temperatura</b>	Según condiciones de funcionamiento.	No aplicable.
<b>pH</b>	6,5-9,0	Se valorará este parámetro a fin de ajustar la dosis de cloro a utilizar (UNE 100030) o de cualquier otro biocida. Se recomienda calcular el índice de Ryznar o de Langelier para verificar la tendencia agresiva o incrustante del agua.
<b>Índice de Langelier</b>	> 0 Agua incrustante 0 Equilibrio < 0 Agua agresiva	Se valorará este parámetro a fin de determinar el programa de tratamiento del agua de modo que ésta en ningún momento podrá tener características extremadamente incrustantes ni corrosivas.
<b>Índice de Ryznar</b>	< 6 Agua incrustante 6-7 Equilibrio > 7 Agua agresiva	
<b>Conductividad</b>	Debe estar comprendida entre los límites que permitan la composición química del agua (dureza, alcalinidad, cloruros, sulfatos, otros) de tal forma que no se produzcan fenómenos de incrustación y/o corrosión.	El sistema de purga se debe automatizar en función a la conductividad máxima permitida en el sistema indicado en el programa de tratamientos del agua.
<b>Turbidez</b>	< 15 NFU	Diluir con agua de aporte de la torre Retener físicamente las partículas en suspensión mediante sistemas de filtración, de arena u otros medios similares como filtros de tipo ciclón por la recirculación de una parte del agua del sistema (entre un 10 y 20% del caudal recirculado)
<b>Hierro total</b>	< 2 mg/l	Revisar el programa de tratamiento anticorrosivo
<b>Recuento total de aerobios</b>	< 10000 Ufc/ml	Con valores superiores a 10000 Ufc/ml será necesario comprobar la eficacia de la dosis y tipo de biocida utilizado y realizar un muestreo de <i>Legionella</i> .

<i>Legionella sp</i>	$\geq 1000 \leq 10000$ Ufc/L (*)	Revisar el programa de mantenimiento y realizar las correcciones oportunas. Remuestreo aproximadamente a los 15 días.
	$> 1000 \leq 10000$ Ufc/L	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras que disminuyan la concentración de <i>Legionella</i> . Limpieza y desinfección de acuerdo con el anexo 4 B (Real Decreto 865/2003) Confirmar el recuento, a los 15 días. Si esta muestra es menor de 100 Ufc/L, tomar una nueva muestra al cabo de un mes. Si el resultado de la segunda muestra es $< 100$ Ufc/L continuar con el mantenimiento previsto. Si una de las dos muestras anteriores da valores $\geq 100$ Ufc/L, revisar el programa de mantenimiento e introducir las reformas estructurales necesarias. Si supera las 1000 Ufc/L, proceder a realizar una limpieza y desinfección de acuerdo con el anexo 4 (Real Decreto 865/2003). Y realizar una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.
	$> 10000$ Ufc/L	Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema en su caso. Limpiar y realizar un tratamiento de acuerdo con el anexo 4 C (Real Decreto 865/2003), antes de reiniciar el servicio y realizar una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

(\*) El límite inferior de detección del método de análisis debe ser igual o menor a 100 Ufc/L.

#### 4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

Ocasionalmente, se dan casos en las torres de refrigeración y condensadores evaporativos, de gran persistencia en la presencia de *Legionella sp* incluso después de haber realizado tratamientos de choque una vez detectada su presencia. En estos casos es necesario revisar la instalación en busca de tramos de tubería de poco uso, ramales estancados, tramos ubicados por debajo del nivel del punto de desagüe, o que por alguna razón no se puedan desaguar adecuadamente.

Algunas instalaciones disponen de tramos de tubería by-pass, que sólo se abren ocasionalmente, estos se deben abrir para asegurar el tratamiento del agua interior cuando se realiza la desinfección de circuitos.

Asimismo, la obstrucción de pulverizadores puede crear puntos de estancamiento en los tramos de conducto de pulverizado. Algunas instalaciones disponen de equipos de reserva, a menudo con un sistema automático de funcionamiento que se activa de forma alterna. La desinfección debe garantizar que todos estos equipos y sus tramos asociados han sido tratados. También es útil, en estos casos, cambiar el principio activo del desinfectante, usando uno diferente al que se este empleando en continuo en la instalación.

#### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en estas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberán indicar:

- Plano señalizado de la instalación con la descripción de flujos de agua.
- Operaciones de mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis de agua en la balsa realizados incluyendo registros de biocida diarios (añadido o residual) en aquellas instalaciones que los utilicen.
- Certificados de limpieza-desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados de los tratamientos efectuados deberá ajustarse al Real Decreto 865/2003. No obstante en el Anexo 1 de este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento.

## 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada instalación concreta es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero, por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003.

Las tablas 8, 9 y 10 a continuación permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación

Las tablas presentan factores estructurales, asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento, asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación; y factores de operación, asociados al funcionamiento de la instalación.

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice Global” que figura en la tabla 11. Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del inspector pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 8. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Procedencia del agua	Agua fría de consumo humano.	Captación propia tratada.	Controlar con la frecuencia indicada en la sección. Revisar el correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Captación propia no tratada. Procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.	Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica e introducir equipos de tratamiento, como mínimo filtración y desinfección.

<b>Agua estancada</b>	El agua se mueve en tuberías y balsas constante o periódicamente de tal forma que el biocida accede a todos los puntos de la instalación.	Existen elementos que por características técnicas mantienen ocasionalmente el agua estancada. (Bombas de reserva, by-pass, etc.)	Establecer un programa de movimiento periódico del agua en dichos elementos. Se ha de garantizar el acceso del biocida a todos los puntos de la instalación.	Existen tramos muertos, depósitos o equipos en desuso, by-pass, etc. sin justificación técnica.	Eliminar dichos tramos.
<b>Materiales</b> • Composición • Rugosidad • Corrosividad	Materiales metálicos y plásticos que resistan la acción agresiva del agua y biocidas.	Hormigón. Materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación.	Sustitución de materiales o recubrimiento con materiales adecuados. Adición de inhibidores de corrosión.	Cuero. Madera. Celulosa. Otros. materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias.	Sustitución de materiales.
<b>Tipo de aerosolización</b>	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	Disponer de separador de gotas asegurando que cumple los requisitos del Real Decreto 865/2003, artículo 7 2.e).	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	Disponer de separador de gotas asegurando que cumple los requisitos del Real Decreto 865/2003, artículo 7 2.e).
<b>Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre</b>	Instalación totalmente aislada de elementos a proteger.	Existen elementos a proteger pero se hallan alejados del punto de emisión, o se dispone de barreras de protección.	Ajustar distancia según norma UNE 100 030 (Anexo informativo) cuando sea aplicable.	Próximo a elementos a proteger (tomas de aire exterior, ventanas, etc.)	Ajustar distancia según norma UNE 100 030 (Anexo informativo) cuando sea aplicable.
<b>Condiciones atmosféricas</b> • Vientos • Humedad relativa • Temperaturas ambientales	El efecto de las condiciones atmosféricas no es significativo. Se han tomado medidas paliativas (apantallamiento, minimización de emisión, etc.).	Los vientos dominantes dirigen el aerosol a zonas de baja o media densidad de población.	Cuando sea posible cambiar la localización de la torre a sotavento. Si es imposible, tomar medidas de apantallamiento y/o minimización de la emisión.	Existencia de vientos dominantes que dirijan el aerosol a zonas de alta densidad de población o elementos a proteger.	Cambiar la localización de la torre a sotavento. Si es imposible, tomar medidas de apantallamiento y minimización de la emisión.
<b>Ubicación de la instalación</b>	Zona alejada de áreas habitadas: rurales, industriales, etc.	Zona urbana de baja o media densidad de población.	No aplica. Este factor es una condición impuesta, su impacto se paliará con medidas adicionales de prevención.	Zona urbana de alta densidad. Zona con puntos de especial riesgo: Hospitales, residencias de ancianos, etc.	No aplica. Este factor es una condición impuesta, su impacto se paliará con medidas adicionales de prevención.

Tabla 9. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	Cumple las especificaciones del Real Decreto 865/2003 (Tabla 1 Anexo 4).	No cumple algunas de las especificaciones del Real Decreto 865/2003 (Tabla 1 Anexo 4), o el incumplimiento es puntual.	Repetir el ensayo. Adoptar acciones correctoras específicas según el parámetro.	No cumple las especificaciones del Real Decreto 865/2003 (Tabla 1 Anexo 4).	Revisar el programa de tratamiento del agua y adoptar acciones correctoras específicas para cada parámetro.
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales < 10000 Ufc/ml y - <i>Legionella sp</i> < 100 Ufc/L.	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales 10000-100000 Ufc/ml o - <i>Legionella sp</i> 100-1000 Ufc/L.	Según Real Decreto 865/2003 Anexo 4 Tablas 2 y 3.	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml o - <i>Legionella sp</i> > 1000 Ufc/L.	Según Anexo 4 Tablas 2 y 3 del Real Decreto 865/2003.
<b>Presencia de algas</b>	No hay presencia de algas.	Presencia ligera de algas.	Eliminar las algas. Aplicar algicidas Proteger el agua de la radiación solar.	Presencia elevada de algas.	Eliminar las algas. Aplicar algicidas Proteger el agua de la radiación solar.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación no presenta lodos, biocapa, turbidez, etc.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección preventiva de la instalación. Según Anexo 4B del Real Decreto 865/2003.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar sistema de tratamiento.	Mal estado general de conservación. Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.
<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección</b>	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado, funcionando correctamente.	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado, pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	Instalar el sistema de tratamiento y desinfección.

Tabla 10. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura del agua en balsa	< 20 °C  > 50 °C	20-< 35 °C  > 37-50 °C	No aplica. Este factor es una condición impuesta, su impacto se paliará con medidas adicionales de prevención.	35-37 °C	No aplica. Este factor es una condición impuesta, su impacto se paliará con medidas adicionales de prevención.
Frecuencia de funcionamiento	La torre funciona en continuo o realiza recirculaciones de agua con biocida diarias.	La torre permanece parada por periodos inferiores a un mes.	Poner diariamente en marcha las bombas de recirculación junto con el sistema de dosificación de biocida, para asegurar la correcta distribución del biocida (recircular al menos 2 volúmenes de sistema).	La torre permanece parada por periodos superiores a un mes.	Limpiar y desinfectar antes de volver a poner en marcha.  Si se desea rebajar el nivel de riesgo poner diariamente en marcha las bombas de recirculación junto con el sistema de dosificación de biocida, para asegurar la correcta distribución del biocida (recircular al menos 2 volúmenes de sistema).

Tabla 11. Índice global

Riesgo estructural	Bajo	Medio	Alto
Procedencia del agua	0	8	16
Agua estancada	0	5	10
Materiales	0	4	8
Tipo de aerosolización	0	11	22
Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre	0	10	20
Condiciones atmosféricas	0	4	8
Ubicación de la instalación	0	8	16
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo de mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Parámetros fisicoquímicos	0	8	16
Contaminación microbiológica	0	11	22
Presencia de algas	0	5	10
Estado higiénico de la instalación	0	11	22
Estado mecánico de la instalación	0	7	14
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	0	8	16
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo de operación	Bajo	Medio	Alto
Temperatura del agua en balsa	0	20	40
Frecuencia de funcionamiento	0	30	60
<b>TOTAL: Índice Operacional (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgo el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{INDICE GLOBAL: } 0,30*IE+0,60*IM+0,1*IO$$

## 5.2 Acciones correctoras en función del Índice Global

### INDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003 así como los especificados en el apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

### INDICE GLOBAL $\geq 60 \leq 80$

Se llevaran a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice.

Aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral.

Un ejemplo de posibles acciones correctoras se recoge en las tablas 8, 9 y 10.

### INDICE GLOBAL > 80

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán, en caso de ser necesario, la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice. Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación con periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ .

En el caso concreto que nos ocupa, torres de refrigeración, dado el riesgo potencial de estas instalaciones, es preciso tener en consideración que con un Índice de Riesgo Estructural mayor de 50 y especialmente si la ubicación o el punto de emisión de aerosoles es de riesgo alto (hospitales y residencias de ancianos), se debe garantizar una desinfección permanente del circuito. Para ello, además de maximizar los cuidados generales de mantenimiento y limpieza, se utilizaran biocidas cuya concentración sea fácilmente controlable en continuo, dispongan de efecto residual y que se dosifiquen automáticamente de tal forma que se disponga permanentemente de una concentración mínima residual efectiva frente a *Legionella*.

## 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las tablas 12, 13 y 14:

Tabla 12. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Agua de la red de distribución pública.	BAJO
Agua estancada	Existen elementos que mantienen ocasionalmente el agua estancada: 1 bomba de reserva y 4 metros de tubería by-pass.	MEDIO
Materiales	Las tuberías de impulsión y retorno del condensador son de acero galvanizado.	MEDIO
Tipo de aerosolización	Se observa visualmente la emisión de gotas de agua grandes que caen por gravedad.	MEDIO
Punto de emisión de aerosoles Entorno cercano a la torre	La torre se encuentra próxima (5 metros) a las tomas de aire exterior del sistema de climatización del edificio.	ALTO
Condiciones atmosféricas	Los vientos dominantes dirigen el aerosol hacia unas zonas ajardinadas no muy utilizadas.	MEDIO
Ubicación de la instalación	En la zona se encuentra ubicada una residencia de ancianos.	ALTO

Tabla 13. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros fisicoquímicos	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: Turbidez: 50 NTU. Fe total: 5 mg/l.	ALTO
Contaminación microbiológica	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: - Aerobios totales: 100000 Ufc/ml. - <i>Legionella sp</i> : 100 Ufc/L.	MEDIO
Presencia de algas	Se observa una ligera presencia de algas.	MEDIO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta suciedad en el relleno, la balsa y el resto de los componentes.	ALTO
Estado mecánico de la instalación	El agua presenta una coloración marrón y se observan piezas metálicas (soportes) con corrosión visible.	MEDIO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	ALTO

Tabla 14. Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura del agua en balsa	La temperatura en el agua de la balsa es de 29 °C.	MEDIO
Frecuencia de funcionamiento	Las instalaciones se usan continuamente.	BAJO

A partir de estos factores se calcularía el Índice Global tal y como se muestra en las tablas 15, 16 y 17 aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 15. Índice estructural

ESTRUCTURAL	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	BAJO	0
Agua estancada	MEDIO	5
Materiales	MEDIO	4
Tipo de aerosolización	MEDIO	11
Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre	ALTO	20
Condiciones atmosféricas	MEDIO	4
Ubicación de la instalación	ALTO	16
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>60</b>

Tabla 16. Índice de mantenimiento

MANTENIMIENTO	FACTOR	VALOR
Parámetros fisicoquímicos	ALTO	16
Contaminación microbiológica	MEDIO	11
Presencia de algas	MEDIO	5
Estado higiénico de la instalación	ALTO	22
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	7
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	ALTO	16
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>77</b>

Tabla 17. Índice operacional

OPERACIÓN	FACTOR	VALOR
Temperatura del agua en balsa	MEDIO	20
Frecuencia de funcionamiento	BAJO	0
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>20</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el resultado siguiente:

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*IE + 0,6*IM + 0,1*IO</b>	<b>66,2</b>
---	-------------

El índice global se encuentra por encima de 60, el índice de mantenimiento supera 50, lo cual nos obliga a tomar medidas, y además se deben corregir los incumplimientos al Real Decreto 865/2003.

En este caso se han detectado una distancia insuficiente con respecto a las tomas de aire exterior, de acuerdo a la norma UNE 100030, por tanto el valor de ubicación es alto. Asimismo, se han detectado otros incumplimientos tanto estructurales como de mantenimiento y de operación, en los que prácticamente todos los parámetros deben de ser corregidos.

Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 18, 19 y 20. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 18. Factores de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Agua estancada</b>	Existen elementos que mantienen ocasionalmente el agua estancada: 1 bomba de reserva y 4 metros de tubería by-pass.	Se establece un plan de apertura periódica de los elementos que mantienen el agua estanca, y de rotación de las bombas.	<b>BAJO</b>
<b>Tipo de aerosolización</b>	Se aprecia y se observa visualmente la emisión de gotas de agua grandes que caen por gravedad.	Se cambia el separador de gotas por otro más eficiente.	<b>BAJO</b>
<b>Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre</b>	La torre se encuentra próxima (5 metros) a las tomas de aire exterior del sistema de climatización del edificio.	Se colocan pantallas que aseguran una separación superior a 2 metros en altura.	<b>MEDIO</b>

Tabla 19. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Parámetros fisicoquímicos	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: Turbidez: 50 NTU Fe total: 5 mg/l.	Se instala un sistema de filtración de agua y un sistema de dosificación de anticorrosivo. Tras las reformas los niveles se corrigen.	BAJO
Contaminación microbiológica	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: - Aerobios totales: 100000 Ufc/ml - <i>Legionella sp.</i> : 100 Ufc/L	Los niveles se corrigen tras la instalación de un sistema automatizado de dosificación de biocida.	BAJO
Presencia de algas	Se observa una ligera presencia de algas.	Se realiza una limpieza de la torre y las algas desaparecen. La dosificación en continuo de biocida-algicida ayudará a evitar la reaparición.	BAJO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta suciedad en el relleno, la balsa y el resto de los componentes.	Se desmonta y se limpia el relleno cambiando las piezas rotas.	BAJO
Estado mecánico de la instalación	Se observan piezas metálicas (soportes) con corrosión visible.	Se reparan las piezas y se instala un sistema de dosificación de anticorrosivo.	BAJO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	Se instala un sistema automatizado de dosificación de biocida.	BAJO

Tabla 20. Factores de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACION	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
No se consideran cambios			

Una vez realizadas las correcciones el Índice Global queda como se muestra en las tablas 21, 22 y 23.

Tabla 21. Índice de riesgo estructural corregido

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Procedencia del agua	BAJO	BAJO	0	0
Agua estancada	MEDIO	BAJO	5	0
Materiales	MEDIO	MEDIO	4	4
Tipo de pulverización y tamaño de gotas	MEDIO	BAJO	11	0
Punto de emisión de aerosoles. Entorno cercano a la torre.	ALTO	MEDIO	20	10
Condiciones atmosféricas	MEDIO	MEDIO	4	4
Ubicación de la instalación	ALTO	ALTO	16	16
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			60	34

Tabla 22. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Parámetros fisicoquímicos	ALTO	BAJO	16	0
Contaminación microbiológica	MEDIO	BAJO	11	0
Presencia de algas	MEDIO	BAJO	5	0
Estado higiénico de la instalación	ALTO	BAJO	22	0
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	BAJO	7	0
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	ALTO	BAJO	16	0
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			77	0

Tabla 23. Índice de riesgo operacional corregido

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura del agua en balsa	MEDIO	MEDIO	20	20
Frecuencia de funcionamiento	BAJO	BAJO	0	0
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			20	20

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*IE + 0,6*IM + 0,1*IO</b>	66,2	12,2
---	------	------

Con la aplicación de las medidas correctoras indicadas se ha conseguido reducir el Índice Global desde 66,2 hasta un valor de 12,2 y el Índice de Mantenimiento se ha disminuido hasta un valor de 0, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

Aunque la disminución del Índice Estructural no ha sido tan drástica (60 a 34) controlando los factores riesgo de mantenimiento se reduce el índice global de forma considerable.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I -- OPERACIONES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Desinfección de choque
		Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre:	
	Nº de registro:	
Dosis aplicada		
Tiempo de actuación		
Protocolo seguido		

### II - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

III - OPERACIONES DE REVISIÓN Y CONTROL DE LA CALIDAD FISICO-QUIMICA DEL AGUA

HOJA DE REVISION ANUAL/SEMESTRAL  
IDENTIFICACION DE LA TORRE

CONCEPTO	ANUAL	ESTADO		ACCIÓN REALIZADA			
Revisión general del funcionamiento			No se observan anomalías	No se precisa			
			Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)			
Revisión del separador de gotas			Buena integridad y correctamente colocado	No se precisa			
			Incorrectamente colocado	..... (acción realizada)			
			Roturas o defectos	(acción realizada)			
Revisión de incrustaciones			Ausencia de incrustaciones	No se precisa			
			Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)			
Revisión de corrosión			Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa			
			Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)			
CONCEPTO	PRIMER SEMESTRE	ESTADO	ACCIÓN REALIZADA	SEGUNDO SEMESTRE	ESTADO	ACCIÓN REALIZADA	
Estado del condensador			Correcto. Sin roturas			Correcto. Sin roturas	
			Oxido, obstrucciones, roturas			Oxido, obstrucciones, roturas	
Estado del relleno			Aceptable integridad			Aceptable integridad	
			Piezas defectuosas			Piezas defectuosas	
Estado de las boquillas pulverizadoras			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa		Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de obstrucciones	(describir acción realizada)		Presencia de obstrucciones	..... (acción realizada)
Estado de los filtros de aporte			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa		Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de partículas	(describir acción realizada)		Presencia de partículas	..... (acción realizada)

IV - RESULTADOS ANALÍTICOS Y REVISIONES

HOJA DE REVISION MENSUAL/TRIMESTRAL  
IDENTIFICACION DE LA TORRE

PARAMETRO	Nivel de referencia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<i>Legionella sp</i> (Ufc/L)	<100												
Aerobios totales (Ufc/ml)	<10.000												
Tª (°C)	No aplica												
pH	Según biocida												
Hierro total (Fe) - (mg/l)	<2												
Turbidez (NTU)	<15												
Conductividad (µS/cm)	Según sistema												
Inspección de la balsa	Limpia												
Filtros de recirculación y otros equipos de tratamiento del agua	Funcionamiento correcto												

Método de ensayo de *Legionella pneumophila* ISO 11731 Water Quality Detection and enumeration of *Legionella pneumophila*.



# CAPÍTULO 5

## CENTRALES HUMIDIFICADORAS INDUSTRIALES

### 1. INTRODUCCIÓN

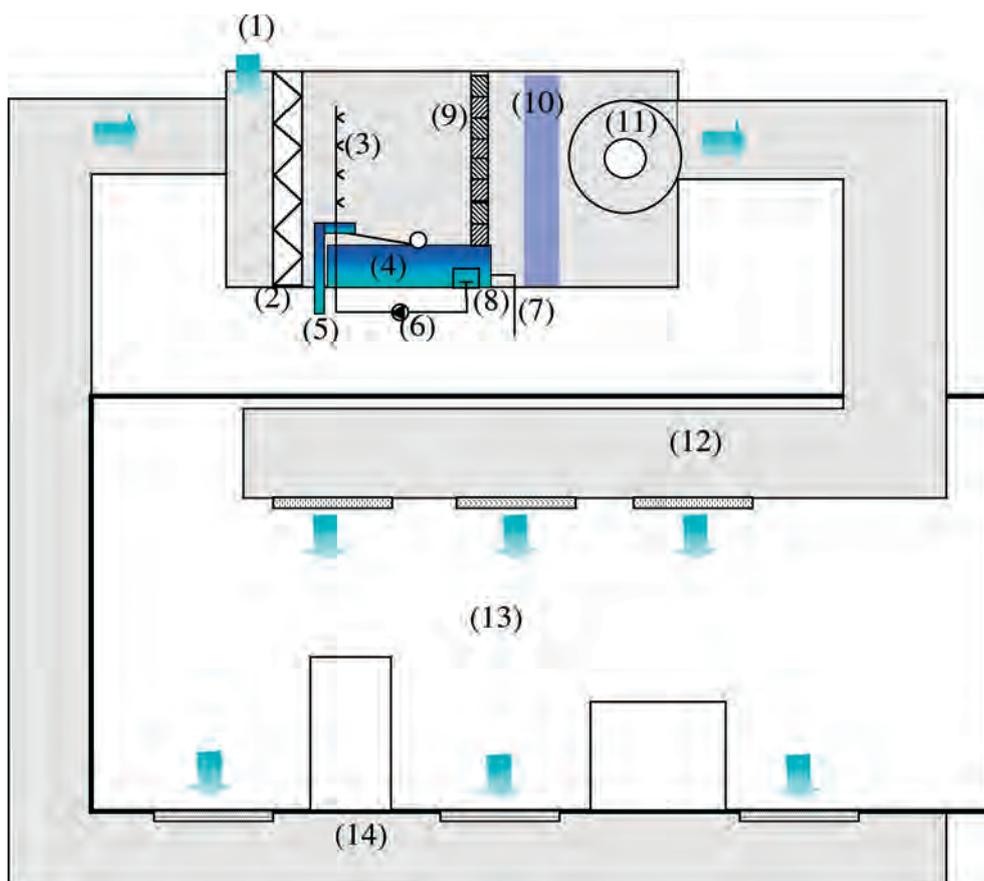
Las centrales humidificadoras industriales, son sistemas de refrigeración adiabática que tienen como campo de aplicación todos aquellos procesos de fabricación que requieran una refrigeración y humidificación para el proceso productivo.

En el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis, se incluyen a las centrales humidificadoras industriales dentro de las “instalaciones de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella” pero no se desarrollan en ningún artículo ni anexo del mismo. En este tipo de sistemas los posibles aerosoles generados afectan únicamente el aire del interior de instalaciones industriales donde pueden estar trabajando incluso más de 100 trabajadores durante toda su jornada laboral, por tanto debe considerarse como un posible riesgo de salud laboral.

Debido al potencial alto riesgo sanitario, se ha creído conveniente desarrollar técnicamente estas instalaciones que aunque puedan afectar exclusivamente a un grupo específico de población, su posible efecto sobre éste puede ser mayor ya que está expuesto en su lugar de trabajo al aire que se ha refrigerado o humidificado por contacto directo con el agua. Este agua en muchas ocasiones está recirculada y con unas condiciones higiénico-sanitarias precarias.

No existe posibilidad de que el aerosol creado por el equipo sea emitido al ambiente exterior y por tanto no hay riesgo para la población ajena al entorno de trabajo.

En la figura 1 se muestra un esquema de instalación de central humidificadora con recirculación de agua.



(1)	Toma de aire exterior	(8)	Filtro de agua
(2)	Filtros	(9)	Separador de gotas
(3)	Pulverizadores	(10)	Batería de calor
(4)	Piscina/Balsa	(11)	Ventilador de impulsión
(5)	Aporte de agua	(12)	Conducto de impulsión
(6)	Bomba de recirculación	(13)	Área a humidificar
(7)	Purga	(14)	Conducto o plenum de retorno

Figura 1: Esquema de instalación de central humidificadora industrial con recirculación de agua

## 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

Los sistemas de refrigeración adiabática, fueron desarrollados hace aproximadamente cincuenta años por una firma con sede en Suiza, teniendo como objetivo la climatización en el sector textil, para conseguir una mejora en el proceso productivo al acondicionar la humedad y temperatura en las salas de las hilaturas.

Por este motivo la mayoría de las instalaciones de este tipo que hay en España están ubicadas en Cataluña, Comunidad Valenciana y en general todo el levante español.

Actualmente se utilizan en todo el mundo y en varios sectores industriales, aunque mayoritariamente en el textil y alimentario.

Desde su desarrollo inicial los sistemas han ido evolucionando periódicamente. Los avances técnicos más importantes que se han realizado en este tipo de plantas, se han basado en:

- Aumento en el rendimiento de los elementos de pulverización (reducción de costes energéticos en bombas de pulverización).

- Aumento de la velocidad de paso de aire a través de las aletas separadoras de gotas (reducción de superficies constructivas).
- Sistemas de filtración de aire automáticos (aumento de la eficiencia de filtración y mayor duración de los elementos filtrantes).
- Sistemas de nebulización a alta presión (reducción de costes energéticos y eliminación de agua recirculada y aumento en el rendimiento de absorción de agua por el aire).
- Sistemas de control ambiental.

### 3. DESCRIPCIÓN

Estas centrales están basadas en la evaporación parcial del agua pulverizada directamente sobre la corriente de aire. Con este fenómeno se consiguen dos efectos, refrigerar el aire y humidificarlo, aunque su principal objetivo es la humidificación.

A nivel de prevención de la legionelosis vale la pena diferenciar las centrales humidificadoras industriales con o sin recirculación de agua.

En los sistemas sin recirculación el agua fluye constantemente, desde la captación o el depósito intermedio a los pulverizadores, sin puntos de acumulación.

En los sistemas con recirculación el agua alimenta la piscina de acumulación y posteriormente se impulsa a las boquillas pulverizadoras. Parte del agua se evaporará junto con el aire y la sobrante caerá de nuevo a la piscina de acumulación.

Como etapas del proceso en recirculación podríamos establecer en general:

- Entrada de agua al sistema desde depósito o red directa.
- Acumulación en balsa de recirculación.
- Impulsión de agua.
- Aerosolización.

En los sistemas sin recirculación se debe controlar la adecuada desinfección del agua que llegará a los pulverizadores, especialmente si previamente a su pulverización el agua se acumula en algún depósito.

Si no existe depósito de acumulación y la fuente de aporte de agua es adecuada (el agua fría de consumo humano en la red generalmente mantiene una concentración de cloro libre residual de entre 0,2 y 1 mg/l), el riesgo de proliferación de *Legionella* será muy bajo en éstos sistemas, ya que el agua fluye de forma constante sin retención en ningún punto y a una temperatura baja.

En los sistemas con recirculación, en primer lugar se debería controlar que el agua de aporte proviniese de una fuente segura o en caso contrario, proceder a su desinfección previamente a su entrada al equipo.

Habitualmente se aporta agua a la piscina de recirculación mediante un control de nivel y se acumula. Durante la acumulación debe asegurarse una adecuada desinfección ya que el tiempo de residencia puede ser largo (dependiendo del volumen de agua, caudal de circulación y caudal de purga) y, a pesar de que la temperatura es baja, pueden darse las condiciones que faciliten el crecimiento bacteriano.

Desde aquí las bombas de recirculación captan el agua y la impulsan a las diferentes boquillas pulverizadoras que deberán ser revisadas periódicamente con el fin de evitar la acumulación de incrustaciones.

El agua no evaporada volverá a caer a la piscina de acumulación y por tanto se producirá una concentración de sales en el sistema.

A continuación se describen varios tipos de centrales humidificadoras, así como la terminología específica de las mismas:

#### 3.1 Sistemas de saturación parcial del aire con bombas centrífugas:

Los sistemas de saturación parcial con bombas centrífugas a baja presión, han sido los usados habitualmente hasta nuestros días. Su base de funcionamiento es la de pulverizar agua en el aire, por medio de una serie de boquillas pulverizadoras, de un diámetro aproximado de 1,1 a 1,3 mm, con la finalidad de saturarlo. Este sistema

pulveriza entre el 60 y el 70% de agua con respecto al volumen de aire a una presión de entre 2 a 3,5 bares. Se caracteriza por la recuperación en una piscina del agua no absorbida por el aire y su recirculación en el circuito de pulverización.

Mientras que la gran ventaja de este tipo de instalaciones con recirculación es el ahorro de agua, a nivel de prevención de la legionelosis, son las de mayor riesgo potencial.

### 3.2 Sistemas de saturación parcial del aire con bombas a alta presión (bombas de pistones o alternativas)

El sistema a alta presión se basa en el mismo principio que el de baja presión, es decir, en el intercambio aire-agua. La gran diferencia que existe se encuentra en el sistema de pulverización de agua. El agua se pulveriza por medio de bombas del tipo alternativo a una presión de entre 50 y 80 bares, logrando un efecto de nebulización. Con la alta presión se ha podido aumentar la saturación del aire con una menor aportación de agua. Esto se consigue mediante el aumento de presión en las boquillas pulverizadoras, de tamaño aproximadamente cinco veces inferior al sistema anterior, disminuyendo de esta forma el tamaño de las gotas aportadas al aire a consecuencia de lo cual se consigue una mayor absorción del agua en el aire.

El sistema se caracteriza por no utilizar piscinas de recuperación de agua evitando de esta forma, la posible contaminación del agua de aportación al aire, siendo especialmente indicado para la prevención de la legionelosis al no utilizar agua recirculada.

Aproximadamente un 35% del agua pulverizada no se evapora. Por la cantidad de partículas de suciedad que recoge durante el proceso, el agua no suele ser recirculada en el sistema, no obstante, puede ser reutilizada para otros usos.

### 3.3 Sistemas de sobresaturación del aire con bombas a alta presión (bombas de pistones o alternativas)

Básicamente son iguales al anterior sistema, pero en este caso se basan en la eliminación de los separadores de gotas, para que la humedad contenida en el aire sobresaturado de agua, al contacto con el aire ambiente más cálido se evapore. El sistema se caracteriza en su utilización por conseguir una mayor aportación de humedad en el ambiente con un menor caudal de aire.

### 3.4 Sistemas de saturación parcial del aire con vapor

Los humidificadores de vapor funcionan mediante la evaporación por calor de la masa de agua a aportar en la corriente de aire. No se realiza pulverización y por tanto no se producen aerosoles, lo cual las excluye del ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003.

Además, el agua alcanza temperaturas superiores a los 100 °C muy por encima de la temperatura de destrucción de *Legionella* (70 °C).

### 3.5 Sistemas de saturación parcial del aire con ultrasonidos

Habitualmente estos sistemas utilizan agua fría desmineralizada. Mediante osciladores que vibran a frecuencias ultrasónicas se produce una niebla con tamaños de gota de hasta 0,5 µm. Aunque por el tamaño de gota es difícil que se pueda transportar *Legionella*, el Center for Disease Control (CDC-Atlanta, EEUU) ha descrito algún caso de legionelosis asociado a este tipo de equipos.

Respecto a los sistemas humidificadores de vapor, éstos sistemas representan un ahorro de gasto de mantenimiento y energético.

Los sistemas con ultrasonidos pueden incorporar una desinfección automática del agua (por ejemplo mediante U.V.) y deben disponer un sistema de drenaje que garantice el vaciado de la cámara de pulverización si el humidificador no se utiliza.

### 3.6 Terminología específica

- **Cámara de pulverización o de lavado del aire:** Local donde se realiza la pulverización del agua y por donde pasa el aire para su saturación, los locales están contruidos actualmente, con chapas de acero inoxidable selladas herméticamente contra fugas de agua (foto 1).

- **Enderezador de flujo de aire:** Son elementos montados a la entrada de la cámara de pulverización y tienen la función de encauzar el aire en toda la superficie de la cámara de lavado para conseguir una total saturación del aire, se trata de una serie de lamas de perfil aerodinámico construidas en material plástico y montadas a una corta distancia una de otra.

Foto 1



- **Bombas de pulverización:** Elemento cuya función es impulsar el agua a los pulverizadores (foto 2), pueden ser de tipo centrifugas ó alternativas.

Foto 2



- **Sistemas de control ambiental:** Equipo destinado a medir la humedad relativa en el ambiente actuando sobre el aporte de agua y/o entrada de aire. La transmisión de la señal puede ser de tipo neumático ó eléctrico.

- **Ventiladores de impulsión de aire:** Equipo destinado a distribuir el aire desde la central humidificadora hasta las áreas de trabajo. Pueden ser de tipo axial ó centrífugo (Foto 3).

Foto 4



- **Ventiladores de retorno de aire:** Equipo destinado a distribuir el aire desde las áreas de trabajo hasta la central humidificadora. Pueden ser de tipo axial ó centrífugo.

Foto 4



- **Filtros para el aire:** Elementos diseñados para retener las partículas del aire.

- **Compuertas de regulación de aire:** Sistema destinado a controlar el caudal de aire circulante (foto 4).

- **Conductos, difusores y rejillas de distribución y retorno de aire.**

- **Conjunto de elementos destinado a transportar el aire desde la central humidificadora hasta las salas de trabajo y viceversa (foto 5).**

Foto 5



- **Tiempo de residencia:** Es el tiempo que cualquier sustancia o elemento que se aporte al agua del sistema, se mantiene en el agua recirculada, se calcula en base a la relación Volumen del sistema/ Purga del sistema.

- **Piscina/Balsa:** Recipiente que acumula el agua no evaporada en el proceso de humidificación y de la que se vuelve a impulsar a la cámara de pulverización. Este término se aplica solo en centrales con recirculación de agua.

- **Pérdidas por evaporación:** Caudal de agua evaporada en el proceso de humidificación.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

En este apartado se incluyen descripciones de las características técnicas óptimas de una instalación, así como de los protocolos, condiciones de operación, etc., siguiendo las diferentes fases del ciclo de vida útil de la misma.

### 4.1 Fase de diseño

Las bases del proyecto se determinarán por las necesidades específicas de aplicación dependiendo del tipo de sector industrial (textil, alimentario, etc.), e incluirán los siguientes aspectos:

- Criterios de selección.
- Características técnicas.
  - Materiales
  - Facilidad de desmontaje para la limpieza completa
  - Facilidad de desaguado
  - Calidad del separador de gotas
  - Conductos
- Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua.

#### 4.1.1 Criterios de selección

Para la selección de una central humidificadora se deberán tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Grado de humedad relativa del aire en el ambiente que se necesita mantener en el local de trabajo.
- Condiciones climáticas externas.
- Dimensiones del local a climatizar.
- Tipología de muros, suelos y techos.
- Cantidad de calor disipada en el ambiente por las máquinas de producción.
- Calidad del agua de aporte.

Al diseñar un nuevo equipo, tendrán preferencia los sistemas de menor riesgo de proliferación de la bacteria y se intentarán evitar los que acumulen y recirculen agua. Siempre que sea posible se instalarán sistemas de humidificación por inyección de vapor.

#### 4.1.2 Características técnicas

En el diseño o remodelación de sistemas con recirculación de agua se deben considerar los siguientes aspectos:

##### a) Materiales

Los materiales que se utilicen en la construcción de la instalación no deberían facilitar el crecimiento microbiológico y en lo posible limitar procesos corrosivos.

No es aconsejable el uso de hormigón (debería cubrirse con pintura adecuada para evitar el acantonamiento de bacterias en oquedades) ni derivados celulósicos. En la medida de lo posible y debido a que no existe intercambio térmico con ningún proceso industrial se debería evitar el uso de partes metálicas susceptibles de corrosión. Utilizar preferiblemente materiales plásticos (policloruro de vinilo (PVC), poliéster, polietileno, polipropileno, etc.) para conducciones, depósitos y boquillas pulverizadoras.

En el apartado 4.1.3 “Criterios técnicos y protocolos de Actuación. Criterios de selección” del capítulo 3 de Torres de refrigeración y condensadores evaporativos, pueden revisarse las recomendaciones de selección de materiales que puedan ser aplicables a centrales humidificadoras.

### **b) Facilidad de desmontaje para la limpieza completa**

Todos los elementos deben ser fácilmente accesibles para realizar su revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección. Especialmente los siguientes:

- i. Piscina
- ii. Boquillas pulverizadoras. Deben ser desmontables.
- iii. Separadores de gotas
- iv. Conductos, difusores y rejillas
- v. Filtros de aire y agua
- vi. Cámaras de retorno e impulsión de aire

### **c) Facilidad de desaguado**

La piscina deberá tener un punto que asegure el vaciado rápido y total. Las piscinas o bandejas de recogida de agua dispondrán de una pendiente en el fondo adecuada (superior al 1 %) y dirigida hacia el punto de vaciado con el fin de facilitar la retirada de los posibles residuos, sólidos y/o lodos acumulados. El diámetro del tubo de vaciado se dimensionará para permitir el paso de dichos residuos.

### **d) Calidad del separador de gotas**

Estos sistemas deberán disponer de separadores de gotas de alta eficacia. En todo caso el aire se introduce en los locales ocupados generalmente a través de una serie de conductos que minimizan el transporte de las gotas.

### **e) Conductos**

En cuanto al diseño de conductos de aire se deben tener en cuenta las indicaciones de las Normas UNE 100030 y UNE-ENV 12097 ya que debe minimizarse el riesgo de condensaciones en el interior. Además, deberán disponer de registros y trampillas de acceso adecuadas.

## **4.1.3 Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua**

Mediante la desinfección se consigue controlar el crecimiento microbiano dentro de niveles que no causen efectos adversos.

Desde la fase de diseño de la central humidificadora se debe contemplar la necesidad de realizar desinfecciones, previendo, por tanto, todos los elementos que deben formar parte del equipamiento necesario para su realización.

Para el mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en una central humidificadora se deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Control de incrustaciones.
- Control de crecimiento de microorganismos.
- Control de la corrosión.
- Control de sólidos disueltos en el agua.
- Control de sólidos en suspensión.

Dado que el agua se pulveriza directamente sobre la corriente de aire de aporte a las áreas de trabajo, en general se deberá tener en consideración que no se pueden adicionar productos químicos al agua del sistema que resulten peligrosos por inhalación para las personas expuestas.

Para cada uno de estos aspectos, se describe la naturaleza del problema, los efectos y modos de prevención.

### **a) Control de incrustaciones**

Los sistemas que recirculan agua favorecen la concentración de sales en la misma y por tanto la aparición de incrustaciones, especialmente en boquillas pulverizadoras.

Por tanto, deberán adoptarse medidas para evitar la aparición de incrustaciones en las instalaciones, principalmente basadas en la descalcificación del agua de aporte ya que las medidas antiincrustación por adición de productos químicos estarían limitadas por las características del sistema. El agua se pulveriza en la corriente de aire y podría transportar los productos químicos a la zona de trabajo donde pueden ser inhalados por los trabajadores.

### **b) Control de crecimiento de microorganismos**

Tal como se explicó en el punto anterior el aire pasa directamente al ambiente interior de trabajo, y por tanto en estas instalaciones, nunca deben adicionarse productos peligrosos por inhalación ni productos derivados del cloro, para evitar intoxicaciones de los trabajadores.

No todos los productos químicos autorizados por el Ministerio de Sanidad y Consumo para el tratamiento del agua frente a *Legionella* son adecuados para el uso en centrales humidificadoras industriales, ya que deberá figurar este uso específico en la resolución de inscripción en el Registro Oficial de Plaguicidas de la Dirección General de Salud Pública.

Una de las sustancias biocidas de elección, para este tipo de instalaciones, por su capacidad desinfectante y su inocuidad al descomponerse en el aire, es el peróxido de hidrógeno catalizado.

Asimismo, se pueden utilizar métodos físicos o físico-químicos alternativos como la radiación ultravioleta o tratamientos equivalentes de probada eficacia frente a *Legionella*.

### **c) Control de la corrosión**

La corrosión consiste en el desgaste superficial de los metales ya sea por medios físicos, químicos o electroquímicos.

Para evitar este fenómeno, dado que en este tipo de instalaciones no es recomendable dosificar productos químicos, es preferible utilizar materiales no corrosibles, tales como plásticos o similares. También es posible aplicar sistemas de protección de las superficies, tales como pinturas o revestimientos anticorrosión.

### **d) Control de sólidos disueltos en el agua**

En las instalaciones con recirculación la evaporación de parte del agua en circulación aumenta la concentración de los iones presentes en la misma. Este fenómeno de concentración da lugar a un aumento de la salinidad que puede favorecer las incrustaciones y/o la corrosión. La presencia de iones disueltos incrementa el nivel de conductividad del agua, por tanto ésta es una medida indirecta de la calidad de la renovación del agua de la piscina de la central humidificadora.

Para valorar el nivel de conductividad en la piscina de la central humidificadora es necesario referirlo a la conductividad del agua de aporte, ya que ésta es muy variable según la procedencia de la misma. La relación entre la conductividad del agua en la piscina y la del agua de aporte nos permitirá establecer los ciclos de concentración.

Habitualmente, según estos factores, se determina un nivel máximo admisible que nos servirá a efectos de valor de control para definir el nivel de purga adecuado.

El control de la purga del sistema deberá ser automático y en caso contrario se deberá vaciar el aparato y utilizar agua nueva cada día como recomienda la Norma UNE 100030.

### **e) Control de sólidos en suspensión**

Foto 6



La pulverización del agua sobre una corriente de aire provoca el constante ensuciamiento de la misma con las partículas del ambiente. Estas partículas en suspensión se valoran mediante el grado de turbidez del agua. El control de este fenómeno, se hace de forma indirecta al diluir con agua nueva la piscina de la central, y por otra parte retirando físicamente las partículas en suspensión mediante sistemas de filtración.

Como ejemplo aplicable para la industria textil, se pueden instalar filtros rotatorios de partículas o fibras en suspensión en el agua, tal como se aprecia en la foto 6.

Foto 7



Especialmente, en sistemas sin recirculación si la calidad del agua de aporte lo requiere, se podría instalar un filtro previo a la pulverización para protección de boquillas pulverizadoras (Foto 7).

#### 4.2 Fase de instalación y montaje

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha.

Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria.

La instalación del separador de gotas es de gran importancia y debe cuidarse la correcta fijación sobre los marcos de soporte, de forma que no aparezcan puntos que faciliten el escape de cantidades importantes de agua.

#### 4.2 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

##### 4.2.1 Criterios de funcionamiento

La finalidad principal de estos equipos es mantener un grado de humedad determinado en el interior de las salas, quedando en un segundo plano la cuestión de la temperatura.

Según los usos industriales a los que va destinado el sistema el grado de humedad necesario varía; a continuación se exponen algunos ejemplos:

- Papel (55%).
- Tabaco (60-70%).
- Algodón (50-60 %).
- Fabricación de prendas (65-75 %).
- Lana (80 %).
- Imprenta (50-65 %).
- Alimentario (Variable).

En el caso de la industria textil, la manipulación de fibras sintéticas aconseja trabajar a temperaturas inferiores a 27-28° C, por tanto el aire húmedo se hace pasar por baterías refrigeradoras; en invierno, con temperaturas externas muy bajas es necesario subir la temperatura del aire, para este fin se utilizan baterías calefactoras. En función de las condiciones de humedad y temperatura exterior y las cargas térmicas interiores se producen grandes variaciones en la cantidad de agua a aportar en el flujo de aire.

La variabilidad en el régimen de funcionamiento (caudales de agua aportados y horas de funcionamiento) por tanto es muy grande, y debe particularizarse en cada caso.

##### 4.2.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La revisión de todas las partes de una instalación para comprobar su buen funcionamiento, se realizará con la siguiente periodicidad (tabla 1).

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento	Periodicidad	
<b>Piscina:</b> Debe comprobarse que no presenta suciedad general, algas, lodos, corrosión, o incrustaciones. El agua debe estar clara y limpia.	MENSUAL	
<b>Pulverizadores:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea.	MENSUAL	
<b>Separador de gotas:</b> No debe presentar restos de suciedad, algas o lodos, debe estar correctamente colocado sobre el marco soporte. Dada su importancia, se asegurará su correcta instalación e integridad después de cada limpieza y desinfección.	ANUAL	
<b>Filtros y otros equipos de tratamiento de agua:</b> Revisar que se encuentran correctamente instalados y en buenas condiciones higiénicas.	<b>Filtro aporte</b>	SEMESTRAL
	<b>Filtro recirculación</b>	MENSUAL
	<b>Otros equipos</b>	MENSUAL
<b>Conductos de aire:</b> Revisar que se encuentran en buenas condiciones higiénicas.	SEMESTRAL	

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los siguientes parámetros (tabla 2):

Tabla 2. Parámetros de control de calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<b>EQUIPOS CON RECIRCULACION</b>		
<b>Temperatura</b>	Termómetro de inmersión de lectura directa.	MENSUAL
<b>pH</b>	Medidor de pH de lectura directa o colorimétrico.	
<b>Conductividad</b>	Sonda electroquímica de lectura directa.	
<b>Turbidez</b>	Turbidímetro.	
<b>Hierro total *</b>	Espectrofotométrico o colorimétrico.	
<b>Índice de Ryznar</b>	Cálculo.	Se realizará un estudio previo y posteriormente siempre que se esperen cambios en la calidad del agua.
<b>Recuento total de aerobios</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo**.	MENSUAL
<b>Legionella sp</b>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	MENSUAL Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

EQUIPOS SIN RECIRCULACION (excepto agua fría de consumo humano procedente directamente de red, sin acumulación)		
<b>Recuento total de aerobios</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo.**	<b>MENSUAL</b>
<i>Legionella sp</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	<b>TRIMESTRAL</b> Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

\* Solo debe analizarse hierro si existen materiales férricos en el sistema en contacto con el agua.

\*\* La norma ISO 6222 especifica dos niveles de temperatura. A efectos de centrales humidificadoras, en general, será suficiente el análisis a 22° C dado que es la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación. No obstante se verificará la temperatura del agua en la instalación y se realizará el análisis a 36°C si es la temperatura más cercana.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de mantenimiento de tratamiento del agua.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida.

La periodicidad mensual del análisis de *Legionella sp* en las instalaciones con recirculación es debida al alto riesgo de exposición permanente de los trabajadores al respirar el aire humedecido

La temperatura del agua debería mantenerse lo más baja posible, inferior a 20 °C, si las condiciones climatológicas lo permiten. De esa forma se minimiza el crecimiento de la *Legionella* que depende en gran manera de la temperatura del agua. En general en éstas instalaciones, cuya misión no es extraer calor de ningún proceso sino humidificar el aire, no existen temperaturas de agua muy elevadas y pueden mantenerse generalmente por debajo de ese nivel.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

#### 4.2.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 3 se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados.

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
<b>Nivel de biocida utilizado</b>	<p>La muestra debe ser representativa de la concentración de biocida en el sistema.</p> <p>Si el sistema dispone de piscina, la muestra se recogerá directamente de la misma en un punto alejado de la entrada de agua de aporte. Si ésta no existe, el circuito debe disponer de, al menos, un punto de toma de muestra (pulverizadores, purga, etc.).</p> <p>Se deberá tener en cuenta el régimen de adición de los posibles desinfectantes utilizados apropiados para este tipo de instalaciones.</p> <p>Cuando por el tipo de biocida utilizado sea conveniente mantener una concentración residual mínima, la muestra se tomará, preferentemente, instantes antes de la adición.</p> <p>En el caso de adiciones de choque, en los que no es necesario mantener una concentración residual mínima, la toma de muestras se deberá realizar un tiempo después de su adición en función del volumen del agua de la balsa y del caudal de recirculación de la instalación.</p>
<b>pH</b>	Se medirá en el mismo punto que el utilizado para el análisis de biocida.

<b>Temperatura</b>	Directamente de la balsa en un punto alejado de la entrada de agua de aporte.
<b>Hierro total</b>	Considerar el valor del parámetro más desfavorable para el algoritmo de determinación del riesgo.
<b>Conductividad</b>	
<b>Turbidez</b>	
<b><i>Legionella sp</i></b>	
Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. "Guía para la conservación y la manipulación de muestras".	

Tabla 3. Toma de muestras

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

#### 4.2.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo, tanto entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003 de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

1. Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento
2. Limpieza y desinfección de choque
3. Limpieza y desinfección en caso de brote

##### 4.2.4.1 Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento

Se corresponderá con los programas de tratamiento continuado del agua especificado en el artículo 8.1 Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*.

En estos sistemas, tal como se describe en el apartado 4.1.2.b) Control de crecimiento microbiano, hay restricciones importantes en el uso de biocidas.

#### **4.2.4.2 Limpieza y desinfección de choque**

El protocolo de limpieza-desinfección expresado en el anexo 4 B) del Real Decreto 865/2003 también puede ser válido para las centrales humidificadoras con recirculación de agua y piscina de acumulación si se utiliza cloro como desinfectante.

En caso de utilizar un desinfectante diferente al cloro, se seguirá el procedimiento indicado por el fabricante. Se debe tener en cuenta que la limpieza de la instalación es necesaria independientemente del biocida empleado.

Es importante tener en cuenta que en este tipo de instalaciones la desinfección de choque exige siempre la parada de la instalación. En cualquier caso deben tomarse las medidas adecuadas para que las limpiezas o desinfecciones no afecten a los trabajadores u ocupantes de la zona de trabajo en general. En los sistemas que no disponen de recirculación, se realizará mediante la limpieza y desinfección de cada una de las partes desmontables.

Todas las partes desmontables de la instalación, tras su limpieza, se sumergirán en una solución clorada con 20 mg/l de cloro residual libre durante al menos 30 minutos u otro desinfectante autorizado según recomendaciones del fabricante, y tras su aclarado se volverán a montar.

Los depósitos de agua existentes previos a la pulverización deberán ser vaciados, limpiados y desinfectados (mediante pulverización con solución clorada a concentración 20 mg/l o con otro desinfectante autorizado) y posteriormente aclarados.

Los elementos en contacto con el agua que no puedan ser fácilmente desmontados (separador de gotas, filtros, etc.), deberán ser impregnados por pulverización con una solución desinfectante en las mismas condiciones que en el párrafo anterior.

Estos tratamientos deben llevarse a cabo con una periodicidad mínima semestral.

#### **4.2.4.3 Limpieza y desinfección en caso de brote**

En centrales con recirculación de agua y piscina de acumulación se podrá utilizar el protocolo expresado en el anexo 4 C) del Real Decreto 865/2003 siempre con la indicación de que se use cloro como desinfectante, ya que es el único permitido para estos casos.

En centrales sin recirculación de agua, utilizando cloro como desinfectante, se procederá tal y como se describe a continuación:

##### **a) Con depósito acumulador**

- Clorar el depósito de agua con 20 mg/l de cloro residual libre, manteniendo el pH entre 7 y 8 y la temperatura por debajo de 30 °C.
- Hacer llegar a los pulverizadores la solución desinfectante. Se minimizará la generación de aerosoles, desmontando boquillas o utilizando cualquier otro procedimiento adecuado.
- Mantener residuales de cloro como mínimo durante 3 horas verificando al menos 2 mg/l en los puntos finales de la red (pulverizadores).
- Neutralizar el cloro residual libre del sistema y vaciar.
- Limpiar a fondo las paredes del depósito eliminando lodos e incrustaciones.
- Aclarar con agua limpia y restablecer las condiciones habituales en el sistema.
- Los depósitos de agua existentes previos a la pulverización deberán ser vaciados, limpiados y desinfectados (mediante pulverización con solución clorada).

##### **b) Sin depósito acumulador**

- Dosificar 20 mg/l de cloro residual libre, manteniendo el pH entre 7 y 8 y la temperatura por debajo de 30 °C en el agua de aporte mediante una bomba dosificadora.

- Hacer llegar a los pulverizadores la solución desinfectante. Se minimizará la generación de aerosoles, desmontando boquillas o utilizando cualquier otro procedimiento adecuado.
- Mantener residuales de cloro como mínimo durante 3 horas verificando al menos 2 mg/l en los puntos finales de la red (pulverizadores).
- Neutralizar el cloro residual libre.
- Aclarar con agua limpia y restablecer las condiciones habituales en el sistema.

**c) En ambos casos:**

- Todas las partes desmontables de la instalación, tras su limpieza, se sumergirán en una solución clorada con 20 mg/l de cloro residual libre durante al menos 30 minutos, tras su aclarado se volverán a montar.
- Los elementos en contacto con el agua que no puedan ser fácilmente desmontados (separador de gotas, filtros, etc.), deberán ser impregnados por pulverización con una solución clorada en las mismas condiciones que en el párrafo anterior.

**4.2.5 Criterios de valoración de resultados**

En la tabla 4 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las actuaciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de las mismas.

Tabla 4. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctiva en caso de incumplimiento
<b>Temperatura</b>	Según condiciones de funcionamiento	No aplicable.
<b>pH</b>	6,5-9,0	Se valorará este parámetro a fin de ajustar la dosis de cloro (sólo en desinfecciones de choque o brote) a utilizar (UNE 100030) o de cualquier otro biocida.  Se recomienda calcular el índice de Ryznar o de Langelier para verificar la tendencia agresiva o incrustante del agua.
<b>Índice de Langelier</b>	> 0 Agua incrustante 0 Equilibrio < 0 Agua agresiva	Se valorará este parámetro a fin de determinar el programa de tratamiento del agua, de modo que, ésta en ningún momento podrá tener características extremadamente incrustantes ni corrosivas.
<b>Índice de Ryznar</b>	< 6 Agua incrustante 6-7 Equilibrio > 7 Agua agresiva	
<b>Conductividad</b>	Debe estar comprendida entre los límites que permitan la composición química del agua (dureza, alcalinidad, cloruros, sulfatos, otros) de tal forma que no se produzcan fenómenos de incrustación y/o corrosión.	La purga se debe realizar en función a la conductividad máxima permitida en el sistema indicado en el programa de tratamientos del agua.
<b>Turbidez</b>	< 15 UNF (6 NTU)	Diluir con agua de aporte la piscina.  Retener físicamente las partículas en suspensión mediante sistemas de filtración, de arena u otros medios similares como filtros de tipo ciclón por la recirculación de una parte del agua del sistema (entre un 10 y 20% del caudal recirculado).

<b>Hierro total</b>	< 2 mg/l	Identificar y sustituir el elemento afectado por la corrosión.
<b>Recuento total de aerobios</b>	< 1000 Ufc/ml	Con valores superiores a 1000 Ufc/ml será necesario comprobar el programa de mantenimiento.
<i>Legionella sp</i>	Presencia (*)	Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema en su caso. < 1000 Ufc/L Limpiar y realizar un tratamiento de choque de acuerdo con lo indicado en el apartado 4.2.4.1 Limpieza y desinfección de choque antes de reiniciar el servicio. > 1000 Ufc/L  Limpiar y realizar un tratamiento en caso de brote de acuerdo con lo indicado en la sección 4.2.4.2 Limpieza y desinfección de choque antes de reiniciar el servicio.  En ambos casos realizar una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

(\*) El límite inferior de detección del método de análisis debe ser igual o menor a 100 Ufc/L.

#### 4.2.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

En los sistemas con recirculación de agua, la concentración de sales disueltas debido al fenómeno de la evaporación, puede llegar a superar el producto de solubilidad de algunas de ellas, produciéndose incrustaciones, lodos y fangos, que obturan las boquillas pulverizadoras y favorecen el crecimiento microbiano. Se debe, por tanto, establecer un régimen de purgas en función de la conductividad del agua adecuado para cada instalación en función de las características físico-químicas del agua de aporte.

Con el fin de evitar incrustaciones, en caso necesario, se puede realizar un tratamiento antiincrustante que ayude a mantener las superficies del sistema libres de incrustaciones y lodos. El tratamiento antiincrustación generalmente será externo, para evitar la entrada de iones calcio o magnesio al sistema.

Un tratamiento externo habitual consiste en la instalación de un sistema de descalcificación, dicho sistema esta basado en un lecho de resinas que capta los iones calcio o magnesio, intercambiándolos por iones sodio. Estas resinas tienen una capacidad limitada de intercambio, por lo que periódicamente se regeneran de forma automática mediante cloruro sódico.

En estos sistemas, especialmente los instalados en la industria textil, se recircula el aire del interior del recinto, haciéndolo pasar de nuevo por la pulverización de agua. El aire del interior de las salas puede contener restos del tejido utilizado en el proceso industrial y en ocasiones restos de alguno de los productos usados para mejorar el comportamiento del tejido (suavizantes, etc.). Estos sistemas, deberán disponer de un filtro de aire adecuado, para retener estos restos de tejido antes de que puedan llegar a la cámara de pulverización, para evitar su acumulación en las piscinas donde pueden aumentar el riesgo de proliferación de bacterias y por tanto de *Legionella*.

#### 4.2.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en estas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberán indicar:

- Plano señalizado de la instalación con la descripción de flujos de agua.
- Operaciones de mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis de agua de la piscina realizados, incluyendo registros de biocida diarios (añadido o residual), en aquellas instalaciones que los utilicen.
- Certificados de limpieza-desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados de tratamiento efectuados deberá ajustarse a lo dispuesto en el Real Decreto 865/03. No obstante, en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (anexo 1).

## 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada instalación concreta es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003 de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003.

Las tablas 5, 6 y 7 permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación.

Describen factores estructurales, asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento, asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación; y factores de operación, asociados al funcionamiento de la instalación.

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice Global” que figura a continuación (tabla 8). Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de aplicar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso, siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador y no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 5. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

Factores de riesgo estructural	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Agua fría de consumo humano.	Captación propia tratada.	Controlar el correcto funcionamiento de los equipos del tratamiento.	Captación propia sin tratar.	Cambiar la captación. Tratar el agua de aporte.
<b>Acumulación previa</b>	Entrada directa de red sin acumulación previa.	Acumulación previa en depósito que se renueva totalmente en menos de 24 horas.	Estudiar la viabilidad de no usar acumulación, o disminuir el tamaño del depósito.	Acumulación previa en depósito que NO se renueva totalmente en menos de 24 horas.	Estudiar la viabilidad de no usar acumulación, o disminuir el tamaño del depósito.
<b>Recirculación</b>	Sistema sin recirculación.	Sistema con recirculación El agua de recirculación se renueva totalmente en menos de 24 horas.	Estudiar la viabilidad de usar sistemas sin recirculación, o disminuir el volumen del agua almacenada para recirculación.	Sistema con recirculación. El agua de recirculación NO se renueva totalmente en menos de 24 horas.	Estudiar la viabilidad de usar sistemas sin recirculación, o disminuir el volumen de agua almacenada para recirculación.
<b>Materiales</b>	Materiales plásticos y metálicos que resistan la acción agresiva del agua y no favorezcan el desarrollo de microorganismos.	Hormigón y materiales metálicos que favorecen oquedades y productos de la corrosión en el agua circulante.	Sustitución o recubrimiento de materiales.	Celulosa y materiales que favorezcan el crecimiento fúngico y/o bacteriano.	Sustitución de materiales.
<b>Sistema de retención de gotas</b>	Existe un sistema de retención de gotas de alta eficacia.	Existe un sistema de retención de gotas de baja eficacia.	Instalar sistema de retención de gotas de alta eficacia.	No existe sistema de retención de gotas.	Instalar sistema de retención de gotas si es aplicable.
<b>Longitud de los conductos de aire</b>	Conductos de aire de impulsión de recorrido largo sin acumulación de gotas por decantación.	Conductos de aire de impulsión con recorrido largo con acumulación de gotas por decantación.	Evitar acumulaciones de agua.	Conductos de aire de impulsión con recorrido corto y con acumulación de gotas por decantación.	Evitar acumulaciones de agua.

Tabla 6. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

Factores de riesgo mantenimiento	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Parámetros físico-químicos	Valores de índice de Ryznar del agua circulante entre 5 y 7.	Valores de índice de Ryznar del agua circulante $\geq 4 < 5$ y $> 7 \leq 8$ .	Realizar un tratamiento adecuado del agua. Utilización de agua de aporte diferente. Incremento de régimen de purgas.	Valores de índice de Ryznar del agua circulante $< 4$ y $> 8$ .	Realizar un tratamiento adecuado del agua. Utilización de agua de aporte diferente. Incremento de régimen de purgas.
Parámetros microbiológicos <i>Legionella sp</i>	Ausencia.	100 – 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados.	$> 1000$ Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados.
Parámetros microbiológicos Aerobios totales	$< 1000$ Ufc/ml.	1000 – 10000 Ufc/ml.	Según criterio de valoración de resultados.	$> 10000$ Ufc/ml.	Según criterio de valoración de resultados.
Estado higiénico de la instalación	Instalación limpia.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección de la instalación.
Estado mecánico de la instalación	Buen estado de conservación. Sin restos de corrosión ni incrustación.	Algunos elementos presentan corrosión y/o incrustación.	Realizar un tratamiento adecuado del agua. Sustituir los elementos con corrosión. Realizar desincrustación de las partes afectadas.	Mal estado general de conservación. Corrosión e incrustación generalizadas.	Realizar un tratamiento adecuado del agua. Sustituir elementos con corrosión. Utilizar materiales adecuados. Realizar desincrustación.

Tabla 7. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

Factores de riesgo operación	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura del agua de aporte	$\leq 20$ °C.	$> 20 - < 30$ °C.	Aislar correctamente las tuberías y/o aljibes.	$\geq 30$ °C.	Aislar correctamente las tuberías y/o aljibes.
Temperatura del agua en el sistema	$\leq 20$ °C.	$> 20 - < 30$ °C.	Aumentar el régimen de purgas.	$\geq 30$ °C	Aumentar el régimen de purgas.
Tiempo de residencia del agua en el sistema	$\leq 24$ h.	$> 24$ h – 48 h.	Aumentar el régimen de purgas / vaciados.	$\geq 48$ h.	Aumentar el régimen de purgas/vaciados.

Tabla 8. Índice global

<b>RIESGO ESTRUCTURAL</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Procedencia del agua	0	10	20
Existencia de acumulación previa	0	6	12
Existencia de recirculación	0	13	26
Materiales	0	5	10
Sistema de retención de gotas	0	11	22
Conductos de aire	0	5	10
<b>INDICE ESTRUCTURAL (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>RIESGO DE MANTENIMIENTO</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Parámetros físico-químicos	0	7	14
Parámetros microbiológicos <i>Legionella sp</i>	0	20	40
Parámetros microbiológicos Aerobios totales	0	8	16
Estado higiénico de la instalación	0	10	20
Estado mecánico de la instalación	0	5	10
<b>INDICE DE MANTENIMIENTO (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>RIESGO DE OPERACIÓN</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Temperatura del agua de aporte	0	10	20
Temperatura del agua en el sistema	0	20	40
Tiempo de residencia del agua en el sistema (la acumulación previa no se considera parte del sistema)	0	20	40
<b>INDICE OPERACIONAL (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>INDICE GLOBAL: <math>0,3*IE+0,6*IM+0,1*IO</math></b>
---

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgos el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente formula:

## 5.2 ACCIONES CORRECTORAS EN FUNCION DEL INDICE GLOBAL

### INDICE GLOBAL < 60

Cumplir requisitos según el apartado 4.2: Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

### $60 \leq$ INDICE GLOBAL $\leq 80$

Se llevarán a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice.

Aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 5, 6 y 7.

### INDICE GLOBAL > 80

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán, en caso de ser necesario, la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ .

5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las siguientes tablas (9,10 y 11).

Tabla 9. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Captación propia tratada.	MEDIO
Acumulación previa	Acumulación previa en depósito que no se renueva totalmente en menos de 24 horas ( $V= 8m^3$ ).	ALTO
Existencia de recirculación	Sistema con recirculación, que se renueva en 48 horas.	ALTO
Materiales	Balsa de recirculación de hormigón conducciones de acero al carbono.	MEDIO
Sistema de retención de gotas	Existe un sistema de retención de gotas de baja eficacia.	MEDIO
Conductos de aire	Los conductos son largos aunque se pueden formar condensaciones en algunos puntos.	MEDIO

Tabla 10. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros físico-químicos	Valores de Índice de Ryznar $< 5$ .	MEDIO
Parámetros microbiológicos: <i>Legionella sp</i>	Último control analítico <i>Legionella sp</i> $> 1000$ Ufc/L.	ALTO
Parámetros microbiológicos: Aerobios totales	Último control analítico Aerobios totales 5000 Ufc/ml.	MEDIO
Estado higiénico	Aparecen restos de biocapa y lodos abundantes en la balsa de recirculación.	ALTO
Estado mecánico	Algunos elementos (boquillas pulverizadas) presentan incrustaciones.	MEDIO

Tabla 11. Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura del agua de aporte	23 °C.	MEDIO
Temperatura del agua circulante	28 °C.	MEDIO
Tiempo de residencia del agua en el sistema (la acumulación previa no se considera parte del sistema)	La instalación tiene un volumen de $3 m^3$ y el caudal de purga se estima en $2 m^3/día$ : renovación en 36 horas.	MEDIO

A partir de estos factores se calcularía el Índice Global tal y como se muestra en las siguientes tablas 12, 13 y 14:

Tabla 12. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	MEDIO	10
Acumulación previa	ALTO	12
Existencia de recirculación	ALTO	26
Materiales	MEDIO	5
Sistema de retención de gotas	MEDIO	11
Conductos de aire	MEDIO	5
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>69</b>

Tabla 13. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Parámetros físico-químicos	MEDIO	7
Parámetros microbiológicos: <i>Legionella sp</i>	ALTO	40
Parámetros microbiológicos: Aerobios totales	MEDIO	8
Estado higiénico	ALTO	20
Estado mecánico	MEDIO	5
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>80</b>

Tabla 14. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura del agua de aporte	MEDIO	10
Temperatura del agua circulante	MEDIO	20
Tiempo de residencia del agua en el sistema (la acumulación previa no se considera parte del sistema)	MEDIO	20
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el resultado siguiente:

<b>INDICE GLOBAL = <math>0,3*69+0,6*80+0,1*50</math></b>	<b>73,7</b>
--	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el Índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el Índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ . En este caso el Índice es de 80 por lo que sería necesario actuar en este apartado.

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO”, a potenciar el mantenimiento de la instalación. Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas (15, 16 y 17). Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 15. Factores de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Acumulación previa</b>	Depósito que no se renueva en menos de 24 horas.	Instalación de un depósito de uso exclusivo para la central de 1m <sup>3</sup> de volumen.	<b>BAJO</b>
<b>Existencia de recirculación</b>	Sistema con recirculación.	La única acción posible sería la sustitución total del sistema. Dado que a corto plazo puede no ser viable técnica y económicamente. Es preciso potenciar el control de los otros factores de riesgo.	<b>ALTO</b>
<b>Sistema de retención de gotas</b>	Sistema de retención de baja eficacia.	Instalación de un sistema de retención de alta eficacia.	<b>BAJO</b>
<b>Conductos de aire</b>	Conductos largos con acumulación de agua de condensación en puntos determinados.	Aislamiento correcto de los conductos y/o instalación de puntos de vaciado para evitar acumulación de agua de condensación.	<b>BAJO</b>

Tabla 16. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Parámetros físico-químicos	Valores del índice de Ryznar < 5.	Revisar el programa de tratamiento del agua hasta conseguir valores por debajo de los índices de riesgo bajo.	BAJO
Parámetros microbiológicos: aerobios totales	Último control analítico Aerobios totales 5000 Ufc/ml.		BAJO
Parámetros microbiológicos: <i>Legionella sp</i>	<i>Legionella sp</i> > 1000 Ufc/L.	Como resultado de las acciones correctoras <i>Legionella sp</i> < 100.	BAJO
Estado mecánico	Algunos elementos (boquillas pulverizadas) presentan incrustaciones.	Se sustituyen los elementos con corrosión utilizando materiales adecuados.	BAJO

Tabla 17. Factores de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO DE OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Temperatura del agua de aporte	23 °C.	Aislar correctamente las tuberías y aljibes.	BAJO
Temperatura del agua circulante	28 °C.	Aumentar el régimen de purgas de forma significativa, no superior a 24 horas.	BAJO
Tiempo de residencia del agua en el sistema	Tiempo de residencia de 48 h.	Aumentar el régimen de purgas de forma significativa, no superior a 24 horas.	BAJO

Una vez realizadas las correcciones el Índice Global queda como se muestra en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18. Índice de riesgo estructural corregido

FACTORES ESTRUCTURALES	FACTOR		VALOR	
	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA
Procedencia del agua	MEDIO	MEDIO	10	10
Acumulación previa	ALTO	BAJO	12	0
Existencia de recirculación	ALTO	ALTO	26	26
Materiales	MEDIO	MEDIO	5	5
Sistema de retención de gotas	MEDIO	BAJO	11	0
Conductos de aire	MEDIO	BAJO	5	0
<b>Total: Índice Estructural (IE)</b>			69	41

Tabla 19. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

FACTORES MANTENIMIENTO	FACTOR		VALOR	
	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA
Parámetros físico-químicos	MEDIO	BAJO	7	0
Parámetros microbiológicos: <i>Legionella sp</i>	ALTO	BAJO	40	0
Parámetros microbiológicos: Aerobios totales	MEDIO	BAJO	8	0
Estado higiénico	ALTO	BAJO	20	0
Estado mecánico	MEDIO	BAJO	5	0
<b>Total: Índice Mantenimiento (IM)</b>			80	0

Tabla 20. Índice de riesgo operacional corregido

FACTORES DE OPERACIÓN	FACTOR		VALOR	
	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA
Temperatura del agua de aporte	MEDIO	BAJO	10	0
Temperatura del agua circulante	MEDIO	BAJO	20	0
Tiempo de residencia del agua en el sistema	MEDIO	BAJO	20	0
<b>Total: Índice Operación (IO)</b>			50	0

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3*41 + 0,6*0 + 0,1*0</math></b>	<b>72,2</b>	<b>12,3</b>
--	-------------	-------------

Con la aplicación pues de las medidas correctora indicadas se ha conseguido reducir el Índice Global muy por debajo del valor 60 y el Índice de Mantenimiento a cero, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO	ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento		No se observan anomalías	No se precisa
		Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
Revisión de la forma de pulverización		Pulverización uniforme	No se precisa
		Pulverización no homogénea	..... (acción realizada)
		Altura / alcance de los chorros reducido	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones		Ausencia de incrustaciones	No se precisa
		Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión		Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
		Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad		Ausencia	No se precisa
		Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de las boquillas		Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
		Presencia de obstrucciones	..... (acción realizada)
Estado de los filtros si existen		Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
		Presencia de abundantes partículas.	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y tratamiento del agua		Funcionamiento correcto	No se precisa
		Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

## II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Lavado manual de los filtros
		Vaciado y limpieza del depósito previo
		Vaciado y limpieza de la piscina de recirculación
Protocolo seguido		

## III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Desinfección de choque
		Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre:	
	Nº de registro:	
Dosis aplicada		
Tiempo de actuación		
Protocolo seguido		

## IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

## V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de <i>Legionella</i>		< 100 Ufc/L	No se precisa
		100-1000 Ufc/L	.....
		> 1000 Ufc/L	.....
Otros controles analíticos			.....

# CAPÍTULO 6

## SISTEMAS DE AGUA CLIMATIZADA CON AGITACIÓN CONSTANTE Y RECIRCULACIÓN A TRAVÉS DE CHORROS DE ALTA VELOCIDAD O LA INYECCIÓN DE AIRE

### 1. INTRODUCCIÓN

Son instalaciones de uso público destinadas al ocio y relajación que están diseñadas para dirigir hacia el cuerpo humano agua mezclada con aire o agua a presión. Una característica de estas instalaciones es la temperatura del agua a la que funcionan, que generalmente se encuentra entre 28 y 45° C, además presentan una constante agitación del agua a través de chorros de alta velocidad y/o a la inyección de aire.

Estas instalaciones cuando se encuentran ubicadas en viviendas particulares, están excluidas del ámbito de aplicación del 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. No obstante, dado que se trata de una instalación de riesgo de proliferación y dispersión de *Legionella*, sería recomendable que dispongan de un programa de mantenimiento acorde a los requisitos del citado Real Decreto.

Estas instalaciones pueden ser con o sin recirculación, de uso individual o colectivo y pueden estar ubicadas en el interior o exterior de edificios. Las de uso individual generalmente son sin recirculación y las de uso colectivo con recirculación.

De acuerdo al Real Decreto 865/2003 todas las instalaciones se consideran de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*, sin embargo, las instalaciones de uso individual presentan un riesgo notablemente inferior pues se destinan a una o dos personas y terminado el servicio se vacía el vaso y se procede a una limpieza a fondo, por tanto se consideran instalaciones de uso interrumpido. Presentan el fenómeno de pulverización en función de la simultánea entrada de agua y aire a presión. El agua de aporte a estos sistemas procede normalmente del sistema de ACS y por tanto además de cumplir los requisitos del Anexo 5 del Real Decreto 865/2003, debe cumplir todos los requisitos exigidos al ACS.

Por el contrario, las instalaciones con recirculación de uso colectivo suelen ser de uso ininterrumpido y presentan un mayor riesgo que las individuales sin recirculación.

Es frecuente encontrar este tipo de instalaciones en balnearios, centro de talasoterapia, “spas” urbanos, clubes de alterne, gimnasios y clubes polideportivos, hoteles, cruceros, etc.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

La tendencia es que este tipo de instalaciones se utilicen cada vez más. Progresivamente asistimos a la apertura de nuevas y más sofisticadas instalaciones destinada al ocio, la relajación y las terapias con agua templada.

El tratamiento del agua se realiza habitualmente mediante el uso de biocidas halogenados. No obstante, se están introduciendo progresivamente otras alternativas como la adición de iones plata/cobre, empleo de luz ultravioleta, ozonización, etc., para reducir las molestias que origina el uso de biocidas halogenados en los usuarios.

### 3. DESCRIPCIÓN

Estas instalaciones presentan diferencias según su tamaño, uso y condiciones de funcionamiento. Un esquema de este tipo de instalaciones se muestra en la figura 1.

A efectos de la presente guía, se consideran dos tipos de vaso según el tamaño:

- Bañeras, destinadas a un número reducido de usuarios simultáneamente.
- Piscinas, destinadas a un uso colectivo.

Según el uso, las instalaciones pueden ser:

- Terapéuticas (hidroterapia).
- Recreativas (hidromasaje).

Y en función de las condiciones de funcionamiento:

- Sin reutilización del agua, el agua se desecha después de cada uso.
- Con reutilización del agua, el agua se recircula a través de un sistema de tratamiento siendo empleada para varios usos.

De acuerdo con estas clasificaciones, en principio podrían darse ocho tipos diferentes de instalaciones, pero en la práctica, los sistemas más comunes se describen a continuación al igual que la terminología específica para este tipo de instalaciones.

#### 3.1 Bañeras de hidroterapia o “whirlpool”

Normalmente trabajan sin reutilización del agua. Son bañeras de llenado y vaciado en las que el agua debe cambiarse para cada usuario, por lo que no disponen de sistemas de desinfección en continuo.

Estas instalaciones presentan grandes variaciones de tamaño, que van desde las pequeñas instalaciones para uso terapéutico localizado de una articulación (rodilla, codo, tobillo, etc.) hasta sistemas de mayor tamaño para la inmersión de todo el cuerpo. Pueden encontrarse en hospitales, centros de rehabilitación, balnearios y otros centros de tratamiento.

#### 3.2 Bañera de hidromasaje o “jacuzzi”

Normalmente trabajan sin reutilización del agua. Son bañeras de llenado y vaciado en las que el agua debe cambiarse para cada usuario, por lo que no disponen de sistemas de desinfección en continuo.

Son bañeras con inyección de aire o agua con fines recreativos e higiénicos ubicados en habitaciones de hoteles, o residencias privadas (foto1).

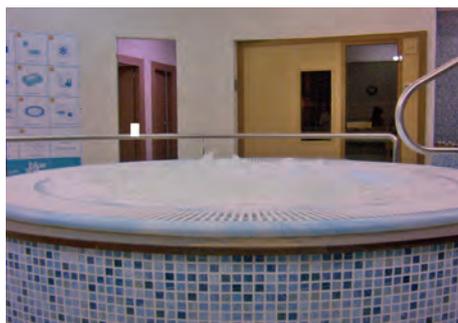
Foto 1



#### 3.3 Piscinas de hidromasaje o “whirlpool spa”

Son instalaciones de uso recreativo con reutilización del agua. El agua no se sustituye a la salida del usuario sino que se filtra para retener las partículas y se trata habitualmente por medios químicos como cloro o bromo para conseguir un control microbiológico del agua.

Foto 2



Sistemas diseñados para mantenerse sentado o tumbado en lugar de nadar, son de forma circular o poligonal, no muy profundas, generalmente de menos de 1,3 m. Los más pequeños pueden ser de fibra de vidrio moldeada y los de mayor tamaño de hormigón con un acabado plástico o recubrimientos cerámicos (foto 2).

El agua se mantiene normalmente a una temperatura de entre 30 y 42 °C, rango que incluye la temperatura óptima (35 - 37 °C) para la multiplicación de *Legionella* y otros microorganismos. Por otra parte con estas temperaturas se acelera la pérdida de biocida por lo que se hace necesario su control automático con vigilancia simultánea del pH si éste

influyera en su eficacia. Se debe advertir que los niveles eficaces de algunos biocidas pueden ocasionar molestias para un buen número de los usuarios.

A lo anterior se añade la importante turbulencia conseguida, que produce un burbujeo manifiesto con el consiguiente proceso de formación de aerosoles con posible incorporación al aire de microorganismos en importante proporción.

Muchas de las gotículas pueden tener menos de 5  $\mu\text{m}$  y se hallan sobre la superficie del agua pudiendo alcanzar medio metro de altura y afectar a las zonas adyacentes al vaso, según las corrientes de aire, sobre todo si la humedad es elevada. Los usuarios, terapeutas y los transeúntes ocasionales que pasan cerca y respiran ese aire tienen riesgo de adquirir la enfermedad.

Suponiendo que se cumple la limitación prevista y establecida sobre el número de usuarios simultáneos, se da la circunstancia en este tipo de instalaciones que la cantidad de agua per capita disponible es del orden de 30 veces menor que en una piscina convencional. Esto representa que el agua alcanza con rapidez un alto grado de contaminación que incluye grasas corporales, escamas de piel, lociones bronceadoras, bacterias, hongos y otras materias orgánicas. Todo este tipo de nutrientes favorecen la proliferación de microorganismos y un aumento de la demanda de biocida disminuyendo la cantidad del mismo disponible. Los filtros usados son parte importante de la instalación y requieren un cuidado mantenimiento.

Si la desinfección no se realiza adecuadamente, se hace probable la presencia de Legionella en este tipo de instalaciones. Además de esta bacteria en este tipo de piscinas no hay que olvidar, al igual que en las piscinas convencionales, la posible presencia de bacterias patógenas, virus y protozoos.

Normalmente en estas instalaciones no se prevé elevar la temperatura del agua por encima del rango deseado para el uso en continuo. Sin embargo, aquellas instalaciones que dispongan para la preparación del agua de llenado de un sistema de mezcla de agua caliente a 60° C y agua fría de consumo humano procedente de la red, podrían disponer de la posibilidad de desinfección por choque térmico con agua a 70° C, siempre que dispongan de potencia térmica suficiente para el calentamiento de todo el volumen de agua necesario en un tiempo razonable. Dentro de esta categoría se incluyen las piscinas tipo "spa".

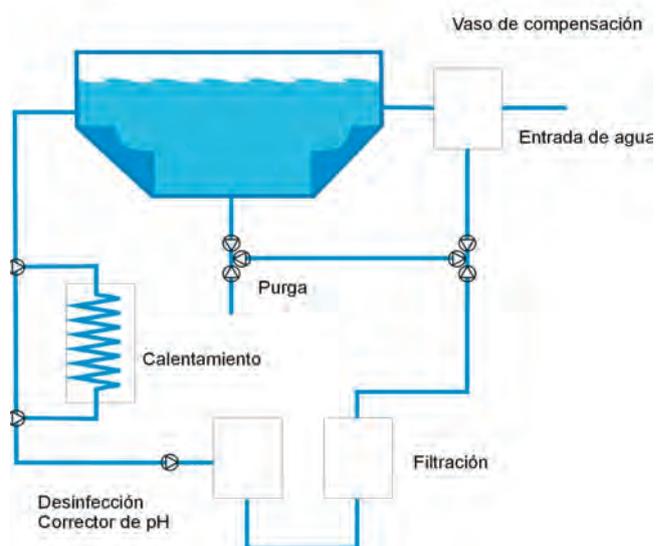


Figura 1. Esquema de una instalación de agua climatizada Con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire

### 3.4 Terminología específica

- **Balneario:** Edificio público destinado al uso de aguas minero-medicinales y/o termales con fines terapéuticos y/o recreativos.
- **SPA urbano:** Edificio público con piscinas o bañeras de hidromasaje.
- **Skimmer:** Accesorio de recogida del agua del vaso para su recirculación en el sistema.
- **Vaso:** Cubeta de las piscinas o bañeras, que contiene el agua destinada a inmersión total o parcial de los usuarios.
- **Vaso de compensación:** Cubeta dotada de un grifo con boya destinada a mantener el nivel de agua mínimo requerido por la instalación.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

A estas instalaciones les será aplicada, en su caso, la normativa estatal y/o autonómica relativa a piscinas, baños públicos; balnearios, baños termales y establecimientos de talasoterapia, pero además los siguientes criterios técnicos y protocolos de actuación relacionados con la prevención de la legionelosis.

#### 4.1 Fase de diseño

En aquellas instalaciones que lo permitan, diseñar sistemas para el calentamiento del agua de llenado mediante mezcla de agua precalentada a más de 60 °C y agua fría.

Se debe evitar la formación de zonas de estancamiento del agua, como tuberías de desviación, equipos y aparatos en reserva, tramos de tuberías con fondo ciego, etc. Los tramos de tubería en los que no se pueda asegurar una circulación del agua no pueden tener una longitud superior a 5 metros o un volumen de agua almacenado superior a 3 litros.

Las redes de tuberías deben estar dotadas de válvulas de drenaje en todos los puntos bajos. Los drenajes se deberían conducir a un lugar visible y estar dimensionados para permitir la eliminación de los detritos acumulados. Utilizar materiales, en contacto con el agua, capaces de resistir una desinfección mediante elevadas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en el interior de la instalación.

Ver en el capítulo 2 Agua Fría de Consumo Humano, el apartado 4, “Criterios técnicos y protocolos de actuación” las recomendaciones de selección de materiales que pueden ser útiles para este tipo de instalaciones.

Todos los equipos y aparatos deben ser fácilmente accesibles para la revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección.

Si el sistema dispone de depósitos, como mínimo estos estarán dotados de una boca de registro para la limpieza interior y de válvula de vaciado y en todo caso deberán cumplir los requisitos establecidos en el Real Decreto 865/2003.

Cuando el agua de aporte proceda de captación propia o de red de abastecimiento que no garantice el suficiente nivel de agente desinfectante, deberá instalarse un sistema que asegure su desinfección. Para ello es recomendable instalar un depósito previo en el que se realizará la desinfección del agua mediante métodos físicos, físico-químicos o químicos. En este último caso se realizará una desinfección automática con una prehalogenación mínima equivalente a 0,8 mg/l de cloro libre residual (2 mg/l – 4 mg/l en caso de bromo), manteniendo un pH entre 7,2 y 7,8.

De acuerdo con el Real Decreto 865/2003, todos los sistemas con reutilización del agua deberán contar con un sistema de depuración del agua que, como mínimo, constará de filtración y desinfección automática en continuo. Se recomienda una prefiltración, previa a la desinfección y corrección de pH.

En las piscinas destinadas a hidromasaje, la bomba de recirculación y los filtros deben de estar dimensionados para garantizar un tiempo de recirculación máximo de 30 minutos. Esto significa que la división del volumen del vaso expresado en m<sup>3</sup> y el caudal de recirculación de la bomba expresado en m<sup>3</sup>/h no puede ser superior a 0,5.

En piscinas para usos lúdicos en las cuales existan áreas destinadas a hidromasaje, para el cálculo del caudal de recirculación se deberán tener en consideración las normativas estatales y autonómicas aplicables para piscinas. En cualquier caso el tiempo de recirculación no debería ser superior a 4 horas (la división del volumen de la piscina expresado en m<sup>3</sup> y el caudal de recirculación de la bomba expresado en m<sup>3</sup>/h no puede ser superior a 4) y, preferiblemente debería ser inferior a 2 horas (la división del volumen de la piscina expresado en m<sup>3</sup> y el caudal de recirculación de la bomba expresado en m<sup>3</sup>/h no puede ser superior a 2), tal y como se resume en la tabla1.

Tabla 1. Tiempo de recirculación según la capacidad

Capacidad (m <sup>3</sup> )	Tiempo máximo recomendado de recirculación
< 5 m <sup>3</sup>	30 minutos
5 a 10 m <sup>3</sup>	2 horas
> 10 m <sup>3</sup>	4 horas

Los sistemas de filtración en este tipo de instalaciones son críticos para el aseguramiento de las condiciones higiénicas del agua, por la razón, ya comentada, de la relación usuarios/volumen de agua.

Se recomienda utilizar los siguientes caudales según el tipo de filtro empleado:

- Filtros multiestrato: 5,5 a 12,5 l/s por m<sup>2</sup> de filtro.

- Filtros de arena: 3,5 a 6,0 l/s por m<sup>2</sup> de filtro.
- Filtros de diatomeas: 1 l/s por m<sup>2</sup> de filtro.
- Filtros de cartuchos o malla: 0,25 l/s por m<sup>2</sup> de filtro.

#### 4.2 Fase de instalación y montaje

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En la puesta en marcha se realizará una limpieza y desinfección. Se procederá a una limpieza rigurosa y una desinfección con 100 mg/l de cloro durante tres horas o 15 mg/l de cloro durante veinticuatro horas. Se deberá poner en marcha la instalación y dejarla funcionar hasta comprobar que todos los elementos del sistema han sido limpiados y desinfectados.

Los elementos nuevos incorporados como recambio deben ser desinfectados con una solución de 20 a 30 mg/l de cloro durante un tiempo mínimo de treinta minutos y posteriormente se procederá a su aclarado.

#### 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

En este tipo de instalaciones se deberá tener en cuenta el mantenimiento higiénico sanitario de los sistemas de ACS y AFCH asociados, de forma que se coordinen las actuaciones y se unifiquen los registros de mantenimiento.

Las siguientes recomendaciones están dirigidas principalmente a equipos con reutilización del agua.

##### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

El número máximo de personas que pueden permanecer simultáneamente en el agua debe calcularse en función de la superficie disponible, correspondiendo a cada usuario al menos 0,75 a 1 metro cuadrado de superficie libre. En el caso de 1 m<sup>2</sup>/persona, representa, para un vaso circular de 2,5 m de diámetro que se permita un máximo de 5 usuarios al mismo tiempo.

En piscinas para uso recreativo en las cuales existen áreas destinadas a hidromasaje, a la hora de calcular el aforo se tendrá en cuenta la normativa aplicable a las piscinas.

Se deberá vigilar para que se respete en todo momento el nivel máximo de ocupación, que se recomienda figure reflejado claramente en lugar visible para puntual información de los usuarios. Igualmente se informará al usuario la obligación de pasar por la ducha antes de entrar en la piscina.

La renovación de agua debe ser continua en función del número de usuarios tal como indica el Anexo 5 apartado b.1 del Real Decreto 865/03, o bien por su volumen, de acuerdo las siguientes tablas 2 y 3:

Tabla 2. Renovación agua en función de la capacidad

Capacidad (m <sup>3</sup> )	Periodicidad renovación total
< 5 m <sup>3</sup>	Dos veces por semana
5 a 10 m <sup>3</sup>	Dos veces al mes

Para instalaciones de mayor capacidad, se considerará la siguiente tasa de renovación:

Tabla 3. Renovación agua en función de la capacidad

Capacidad (m <sup>3</sup> )	Periodicidad renovación total
>10m <sup>3</sup>	5% de renovación diaria.

Estas recomendaciones son orientativas y en todo caso estarán sujetas a la posible normativa sobre uso racional del agua vigente en cada Comunidad Autónoma. En situaciones de restricción de agua se maximizarán las medidas de higiene y desinfección del agua.

El mantenimiento de los filtros incluye la limpieza a contra-corriente para eliminar regularmente la acumulación de detritus orgánicos. La frecuencia de esta limpieza se ajustará a las indicaciones del fabricante y a título de

orientación se sugiere una limpieza diaria, si el uso de la instalación es continuado. Los cartuchos de los filtros también deben ser limpiados o cambiados al menos una vez por semana.

#### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento de agua, se realizará con la siguiente periodicidad (tabla 4).

Tabla 4: Periodicidad revisiones

Elemento	Periodicidad
<b>Revisión general de la instalación</b> , especialmente el estado de los diferentes elementos, tales como tuberías, grifos, duchas, filtros, boquillas de impulsión, etc. sustituyendo aquellos que hayan podido deteriorarse.	<b>SEMESTRAL</b>
<b>Estado de conservación y limpieza de los depósitos auxiliares:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones.	<b>MENSUAL</b>
<b>Filtros y otros equipos de tratamiento del agua:</b> Comprobar su correcto funcionamiento	<b>DIARIA</b>
<b>Abrir los grifos y duchas</b> de instalaciones asociadas no utilizadas, dejando correr el agua unos minutos	<b>SEMANAL</b>
<b>Estado de conservación y limpieza del vaso:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presenta suciedad general, desperfectos o incrustaciones.	<b>DIARIA</b>
<b>Equipos de desinfección del agua:</b> Comprobar su correcto funcionamiento.	<b>DIARIA</b>

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación. Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los siguientes parámetros (tabla 5):

Tabla 5. Parámetros de control de calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<b>Nivel de cloro o bromo residual libre. U otro biocida autorizado</b>	Medidor de cloro libre o combinado de lectura directa o colorimétrico (DPD) o kit específico.	<b>DOS VECES AL DIA</b>
<b>pH</b>	Medidor de pH de lectura directa o colorimétrico.	<b>DOS VECES AL DIA</b>
<b>Temperatura</b>	Termómetro de inmersión de lectura directa	<b>DOS VECES AL DIA</b>
<b>Transparencia</b>	Análisis visual	<b>DOS VECES AL DIA</b>

Turbidez	Turbidímetro	MINIMA SEMANAL
<i>Legionella sp</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	<p><b>MINIMA SEMESTRAL</b></p> <p>Especificar periodicidad según el apartado 5. Evaluación de Riesgo.</p> <p>En instalaciones especialmente sensibles en hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc., la periodicidad mínima recomendada es trimestral.</p> <p>Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.</p>

Además de los controles anteriormente indicados, se deberán, asimismo, tener en consideración las normativas estatal y autonómicas aplicables, que fijan valores máximos permisibles para los siguientes parámetros:

Parámetros microbiológicos: Recuento de aerobios totales, Coliformes totales, Coliformes fecales, E. Coli, Pseudomonas aeruginosas, Estafilococo aureus, etc.

Parámetros físico-químicos: Conductividad, Oxidabilidad, etc.

Parámetros químicos: Amoniac, hierro, cobre, nitratos, etc.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de tratamiento del agua.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

#### 4.3.3 Protocolo de toma de muestra

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 6 se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados.

Tabla 6. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestra
Nivel de cloro libre residual o bromo total u otro biocida autorizado	La muestra debe ser representativa de la concentración de biocida en el circuito. La toma se realizara a una distancia y profundidad de 40-50 cm respecto al borde del vaso. El punto de toma de muestras estará alejado del aporte de agua.
pH	Se medirá en el mismo punto que el utilizado para el análisis de biocida.
Temperatura	Directamente en el vaso. El punto de toma de muestras estará alejado del aporte de agua.
Turbidez	Directamente en el vaso aproximadamente 4 horas después de máxima afluencia. El punto de toma de muestras estará alejado del aporte de agua.

<b>Legionella sp</b>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al biocida utilizado, directamente del vaso o en puntos significativos del circuito.</p> <p>El volumen total de muestra recogida deberá ser al menos de 1 litro. Recoger posibles restos de suciedad e incrustaciones de las paredes del vaso mediante una torunda estéril que se añadirá al mismo envase de recogida.</p> <p>Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre o biocida utilizado y anotar en los datos de toma de muestra. El punto de toma de muestras estará alejado del aporte de agua.</p> <p><b>Normas de transporte:</b></p> <p><b>Para las muestras ambientales (agua)</b>, tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetos a estas disposiciones.</p> <p>Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.</p>
<p>Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. "Guía para la conservación y la manipulación de muestras".</p>	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo. Por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

#### 4.3.4 Limpieza y programa de desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003 de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento
- Limpieza y programa de desinfección de choque
- Limpieza y programa de desinfección en caso de brote

#### 4.3.4.1 Limpieza y programa de desinfección de mantenimiento

Se corresponderá con los programas de tratamiento continuado del agua especificados en el artículo 8.1 del Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*.

La periodicidad para la limpieza y desinfección se realizará de acuerdo con la presentada en la tabla 7:

Tabla 7. Periodicidad de la limpieza

Capacidad	Periodicidad de limpieza del vaso	
Cualquier volumen de agua	Dos veces al año se vaciara, desinfectará y limpiará el vaso manualmente o con agua a presión. (*)	Diariamente limpiar revestimiento del vaso con limpia-fondos.

\*En piscinas de elevado volumen de agua (> 5 m<sup>3</sup>) se puede reducir la frecuencia de vaciado a una vez al año si se garantizan las operaciones de limpieza y desinfección y la calidad del agua mediante el adecuado tratamiento.

Para la desinfección del agua si se utiliza cloro o bromo se recomienda mantener las siguientes concentraciones residuales (tabla 8):

Tabla 8. Concentraciones de desinfectante

Desinfectante	Concentración recomendada	Valor mínimo
Cloro libre	4 a 5 mg/l.	3 mg/l en espacio abierto y 2 mg/l en cerrado.
Bromo	4 a 6 mg/l.	4 mg/l en espacio abierto y 3 mg/l en cerrado.

En el caso de utilizar un biocida químico en el agua, se deberá exigir el empleo de sistemas de dosificación automática que monitoricen y ajusten un nivel de desinfectante adecuado, siendo recomendable que además registren dichos valores.

Es muy importante recordar que el pH deberá mantenerse entre 7,2 y 7,8. En el caso de estas instalaciones se ha comprobado que el pH tiende a superar estos valores por lo que debe controlarse con la misma periodicidad que el nivel de biocida.

#### 4.3.4.2 Limpieza y programa de desinfección de choque

El Real Decreto 865/2003 establece una desinfección diaria con cloro o bromo hasta alcanzar en el sistema 5 mg/l recirculando el agua un mínimo de 4 horas por todo el circuito, dado que la desinfección de mantenimiento en continuo para este tipo de sistemas, generalmente ya alcanza estos valores, se considera suficiente para mantener las condiciones higiénico-sanitarias y en estos casos no se considera necesaria la realización rutinaria de desinfecciones de choque.

#### 4.3.4.3 Limpieza y programa de desinfección en caso de brote

Para realizar la desinfección en caso de que la instalación sea asociada a un brote, una vez la instalación se encuentre cerrada al público, se deberá añadir cloro o bromo hasta alcanzar en el sistema 15 mg/l recirculando el agua un mínimo de 4 horas por todo el circuito. Neutralizar y recircular hasta obtener los valores de cloro del régimen de mantenimiento, vaciar y limpiar los revestimientos del vaso manualmente o con agua limpia a presión. Rellenar y volver a las condiciones de uso.

Se deberá proceder asimismo, a realizar esta desinfección en el caso de obtener resultados de *Legionella sp* por encima de los valores de referencia establecidos en el apartado 4.3.5 “Criterios de valoración de resultados”.

Para garantizar la eficacia del tratamiento se procederá a una nueva comprobación microbiológica aproximadamente a los 15 días del tratamiento.

#### 4.3.5 Criterios de valoración de resultados

En la tabla 9 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las actuaciones correctoras que puedan adoptarse en caso de desviación de los mismos.

Tabla 9. Acciones correctoras en función de los parámetros

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctora en caso de incumplimiento
Nivel de desinfectante en el vaso	Cloro	Mínimo 2 mg/l. Máximo 5 mg/l.
	Bromo	Mínimo 3 mg/l. Máximo 6 mg/l.
	Otros	Según especificaciones fabricante.
pH en el vaso	7,2 – 7,8 (Según normativa y tipo de biocida).	Añadir ácido o base para ajustar el pH.
Turbidez (En el vaso 4 horas después de máxima afluencia)	0,5–2 NTU <sup>(*)</sup> .	Mejorar el sistema de filtración. Purgar y diluir con agua de aporte.
<i>Legionella sp</i>	Ausencia <sup>(**)</sup> .	Realizar limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

(\*) El límite del Real Decreto es de 0,5 NTU, no obstante pueden alcanzarse niveles de turbidez ligeramente superiores, hasta un límite de 2.

(\*\*) El límite inferior de detección del método de análisis debe ser igual o menor a 100 Ufc/L.

#### 4.3.6 Resolución de problemas asociados

El principal problema asociado a este tipo de instalaciones es el mantenimiento y la regulación de los valores de desinfectante residual en el vaso, fundamentalmente por la elevada temperatura del sistema y la alta densidad de ocupación de las piscinas o bañeras.

Las elevadas concentraciones de biocida requeridas pueden, en algunos casos, causar molestias en ojos, piel, mucosas y tracto respiratorio de los usuarios u ocupantes en general, dentro de los derivados halogenados es más frecuente usar bromo ya que éste, es menos volátil y agresivo que el cloro y presenta una mayor estabilidad en estos sistemas.

Un problema importante en este tipo de instalaciones es la contaminación de las masas filtrantes en los filtros. Si los parámetros microbiológicos que regularmente se controlan indican la presencia constante de contaminación bacteriológica, se deberá realizar una desinfección del circuito de acuerdo con el protocolo en caso de brote y si esta desinfección no resuelve el problema, se deberá proceder al cambio de la masa filtrante.

En estos casos es también muy útil mantener el circuito de recirculación y desinfección permanentemente en funcionamiento incluso cuando la instalación está cerrada al público.

#### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en éstas instalaciones de un Registro de Mantenimiento dónde se deberán indicar:

- Plano detallado de la instalación con la descripción de flujos de agua.
- Operaciones de mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis de agua en el vaso realizados incluyendo registros de biocida diarios (añadido o residual) en aquellas instalaciones que los utilicen.
- Certificados de limpieza-desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

Los diferentes modelos de registros y certificados serán los mismos que los indicados en el Real Decreto 865/2003. No obstante, en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (anexo 1).

## 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LAS INSTALACIONES

El riesgo asociado a cada sistema concreto es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria. Las tablas comprenden factores estructurales, asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento, asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación y factores de operación, asociados al funcionamiento de la instalación.

Las tablas 10, 11 y 12 permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada sistema. En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar. La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice Global” que figura a continuación (tabla 13). Este índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de aplicar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación. Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse. La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 10. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO		MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	
<b>Procedencia del Agua</b>	Agua fría de consumo humano.	Captación propia tratada.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisar el correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Captación propia no tratada.	Instalar sistemas de desinfección o conectar a red pública de abastecimiento.	
<b>Zonas de Acumulación o Agua Estancada</b>	No existen zonas de acumulación ni de agua estancada.	Existen depósitos, bombas de reserva, by-pass, etc. donde ocasionalmente puede haber agua estancada.	Establecer un programa de actuación de movimiento periódico que haga llegar biocida a todos los puntos.	Existen zonas de estancamiento sin justificación técnica.	Eliminar dichas zonas o tramos.	
<b>Materiales</b>	Materiales metálicos, plásticos y fibra de vidrio que resistan la acción agresiva del agua y biocidas.	Hormigón, madera y materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación.	Sustituir tales materiales o recubrirlos con materiales adecuados.	Cuero, celulosa u otros materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias.	Sustitución de materiales.	
<b>Sistemas de Filtración</b>	Filtros adecuados, con condiciones de operación adecuadas (velocidad de filtración, caudal, etc.).	Filtros adecuados, con condiciones de operación no adecuadas.	Modificar el sistema de filtración para que sus condiciones de operación sean adecuadas.	No existen filtros o no son adecuados.	Considerar su instalación, sustitución o posible corrección.	
<b>Accesibilidad a la instalación en cuanto a limpieza y tratamiento.</b>	Las instalaciones son accesibles.	Ciertas dificultades de acceso para limpieza, reparaciones o tratamiento.	Mejorar la accesibilidad o ampliación local.	Imposibilidad de acceso a alguna parte crítica de la instalación para los fines señalados.	Realizar los cambios necesarios para conseguir buena accesibilidad.	

Tabla 11. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Parámetros físico-químicos</b>	Cumple las especificaciones de la tabla del apartado 4.3.5. Criterios de Valoración de Resultados.	No cumple algunas de las especificaciones de la tabla del apartado 4.3.5 Criterios de Valoración de Resultados, o el incumplimiento es puntual.	Repetir el ensayo. Adoptar acciones correctoras específicas según el parámetro.	No cumple ninguna de las especificaciones de la tabla del apartado 4.3.5. Criterios de Valoración de Resultados	Revisar el programa de tratamiento del agua y adoptar acciones correctoras específicas para cada parámetro.
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece:  - <i>Legionella sp</i> Ausencia.  Otros parámetros microbiológicos por debajo de los valores establecidos en la normativa autonómica aplicable.	En los controles analíticos aparece:  - <i>Legionella sp</i> $\leq 1000$ Ufc/L.  Otros parámetros microbiológicos por encima de los valores establecidos en la normativa autonómica aplicable.	Tratamiento de desinfección según protocolo para caso de brote. Revisar el sistema de desinfección del agua.	En los controles analíticos aparece:  - <i>Legionella sp</i> $> 1000$ Ufc/L.	Tratamiento de desinfección según protocolo para caso de brote. Revisar el sistema de desinfección del agua.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación se encuentra limpia y sin biocapa.	Se observa falta de limpieza y algún área de biocapa.	Realizar una limpieza detallada de la instalación.	Suciedad y biocapa claramente visibles y generalizados.	Limpieza a fondo y desinfección de choque.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	La instalación presenta buen estado de conservación. Sin corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos o zonas presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos o zonas con corrosión y/o incrustaciones.	Conservación en mal estado: corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar zonas y elementos afectados. Utilizar materiales más resistentes.
<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección (filtros, dosificadores, etc.)</b>	El sistema es adecuado y funciona correctamente.	El sistema es adecuado pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el sistema.	El sistema no es adecuado.	Mejorarlo o sustituir las partes necesarias para hacerlo útil.

Tabla 12. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Temperatura del agua del sistema</b>	Obtención del agua de aporte por mezcla de agua calentada a más de 60 °C con agua fría.	Sin precalentamiento a 60 °C, manteniendo la temperatura dentro de los siguientes intervalos: 28 °C - 35 °C o 40 °C - 45 °C.	Instalar un sistema de precalentamiento por encima de 60 °C.	Sin precalentamiento a 60 °C y con temperatura de 36 °C - 39 °C.	Instalar un sistema de precalentamiento por encima de 60° C. Si este intervalo no corresponde a prescripción facultativa procurar evitarlo.
<b>Tipo de pulverización</b>	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	Ajustar acceso de aire y/o inyección de agua para disminuir nivel de pulverización.	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	Ajustar acceso de aire y/o inyección de agua para disminuir nivel de pulverización.
<b>Nivel de ocupación</b>	Ocupación baja. Por debajo del 50% del aforo máximo.	Ocupación media. Entre el 50% y el 75% del aforo máximo.	No aplicable.	Ocupación alta. Mayor del 75% del aforo máximo.	No aplicable.

Tabla 13. Índice global

RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO	ALTO
Procedencia del Agua	0	8	16
Zonas de Acumulación o Agua Estancada	0	8	16
Materiales	0	6	12
Sistemas de Filtración	0	18	36
Accesibilidad a la instalación en cuanto a limpieza y tratamiento	0	10	20
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

RIESGO DE MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO	ALTO
Parámetros físicoquímicos	0	8	16
Contaminación microbiológica	0	13	26
Estado higiénico de la instalación	0	11	22
Estado mecánico de la instalación	0	7	14
Estado del sistema de tratamiento y desinfección (filtros, dosificadores, etc.)	0	11	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

RIESGO DE OPERACIÓN	BAJO	MEDIO	ALTO
Temperatura del agua del sistema	0	16	32
Tipo de pulverización	0	18	36
Nivel de ocupación	0	16	32
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgo, el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3 \cdot \text{IE} + 0,6 \cdot \text{IM} + 0,1 \cdot \text{IO}$$

## 5.2 Acciones correctora en función del índice global

### INDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003 así como los especificados en el apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

### INDICE GLOBAL $\geq 60 \leq 80$

Se llevaran a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice por debajo de 60.

Aumentar la frecuencia de revisión del sistema: Revisión trimestral.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 10, 11 y 12.

### INDICE GLOBAL > 80

Se tomaran medidas correctoras de forma inmediata que incluirán, en caso de ser necesario, la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección del sistema a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ .

## 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las siguientes tablas (14, 15 y 16):

Tabla 14. Ejemplo de evaluación de riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del Agua	Agua Fría de Consumo Humano.	BAJO
Zonas de Acumulación o Agua Estancada	Existen varios tramos ciegos y un by-pass que no se abre habitualmente y podría ser eliminado sin afectar al funcionamiento de la instalación.	ALTO
Materiales	Las tuberías son de PVC y el vaso de la piscina de hormigón con recubrimiento plástico.	BAJO
Sistemas de Filtración	Los filtros no son adecuados ya que no respetan las velocidades de filtración exigidas.	ALTO
Accesibilidad a la instalación en cuanto a limpieza y tratamiento	La sustitución de las masas filtrantes es dificultosa por falta de espacio alrededor.	MEDIO

Tabla 15. Ejemplo de evaluación de riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros fisicoquímicos	Los resultados analíticos ofrecen los siguientes valores: Bromo: 2 mg/l (Valor aceptable 3 a 6 mg/l) pH: 7,5 Turbidez: 2 NTU	MEDIO
Contaminación microbiológica	Los resultados analíticos indican ausencia de <i>Legionella sp</i> , pero no se cumplen los valores microbiológicos de otros parámetros aceptables para piscinas según la normativa autonómica aplicable.	MEDIO
Estado higiénico de la instalación	La suciedad y biocapa son claramente visibles y generalizados.	ALTO
Estado mecánico de la instalación	Corrosión generalizada en las partes metálicas de la instalación.	ALTO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección (filtros, dosificadores, etc.)	El sistema de filtración no es adecuado y el sistema de dosificación no funciona correctamente.	ALTO

Tabla 16. Ejemplo de evaluación de riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura del agua del sistema	La temperatura se mantiene a 30 °C, sin precalentamiento.	MEDIO
Tipo de pulverización	Se producen gotas finas.	ALTO
Nivel de ocupación	El Nivel de ocupación es del 90% del aforo total.	ALTO

A partir de estos factores se calcularía el Índice Global tal y como se muestra en las siguientes tablas 17, 18 y 19, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 17. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del Agua	BAJO	0
Zonas de Acumulación o Agua Estancada	ALTO	16
Materiales	BAJO	0
Sistemas de Filtración	ALTO	36
Accesibilidad a la instalación en cuanto a limpieza y tratamiento.	MEDIO	10
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>62</b>

Tabla 18. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Parámetros fisicoquímicos	MEDIO	8
Contaminación microbiológica	MEDIO	13
Estado higiénico de la instalación	ALTO	22
Estado mecánico de la instalación	ALTO	14
Estado del sistema de tratamiento y desinfección (filtros, dosificadores, etc.)	ALTO	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>79</b>

Tabla 19. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura del agua del sistema	MEDIO	16
Tipo de pulverización	ALTO	36
Nivel de ocupación	ALTO	32
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>84</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el siguiente resultado:

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3*62 + 0,6*79 + 0,1*84</math></b>	<b>74,4</b>
--	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre < 50. En este caso el índice es 79 por lo que sería necesario actuar en este apartado. Además se deben corregir los incumplimientos del Real Decreto 865/2003.

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO”, a potenciar el mantenimiento de la instalación.

Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 20, 21 y 22. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 20. Factores de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Zonas de Acumulación o Agua Estancada</b>	Existen varios tramos ciegos y un by-pass que no se abre habitualmente y podría ser eliminado sin afectar al funcionamiento de la instalación.	Se eliminan los tramos ciegos y el by-pass.	<b>BAJO</b>
<b>Sistemas de Filtración</b>	Los filtros no son adecuados ya que no respetan las velocidades de filtración exigidas.	Se modifica el sistema de filtración aumentando el número de filtros.	<b>BAJO</b>

Tabla 21. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	Los resultados analíticos ofrecen los siguientes valores: Bromo: 2 mg/l (Valor aceptable 3 a 6 mg/l) pH: 7,5 Turbidez: 4 NTU	Los cambios en el sistema de dosificación y filtración permiten obtener valores analíticos dentro de los márgenes aceptables.	<b>BAJO</b>
<b>Contaminación microbiológica</b>	Los resultados analíticos indican ausencia de <i>Legionella sp.</i> , pero no se cumplen los valores microbiológicos de otros parámetros aceptables para piscinas según la normativa autonómica aplicable.	Los cambios en el sistema de dosificación y filtración permiten obtener valores analíticos dentro de los márgenes aceptables.	<b>BAJO</b>

<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La suciedad y biocapa son claramente visibles y generalizados.	Limpieza completa del sistema.	<b>BAJO</b>
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Corrosión generalizada en las partes metálicas de la instalación.	Sustitución de las partes corroídas.	<b>BAJO</b>
<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección (filtros, dosificadores, etc.)</b>	El sistema de filtración no es adecuado y el sistema de dosificación no funciona correctamente.	Se repara el sistema de dosificación, y se modifica el sistema de filtración.	<b>BAJO</b>

Tabla 22. Factores de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Temperatura del agua del sistema</b>	La temperatura se mantiene a 30 °C, sin precalentamiento.	Se instala un sistema de precalentamiento por encima de 60 °C.	<b>BAJO</b>
<b>Tipo de pulverización</b>	Se producen gotas finas.	Se ajusta el acceso del aire para disminuir el nivel de pulverización.	<b>BAJO</b>

Una vez realizadas las correcciones el Índice global queda como se muestra en las tablas 23, 24 y 25:

Tabla 23. Índice de riesgo estructural corregido

	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
<b>Estructural</b>				
Procedencia del Agua	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Zonas de Acumulación o Agua Estancada	ALTO	<b>BAJO</b>	16	<b>0</b>
Materiales	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Sistemas de Filtración	ALTO	<b>BAJO</b>	36	<b>0</b>
Accesibilidad a la instalación en cuanto a limpieza y tratamiento	MEDIO	<b>MEDIO</b>	10	<b>10</b>
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			62	<b>10</b>

Tabla 24. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
<b>Mantenimiento</b>				
Parámetros físico-químicos	MEDIO	<b>BAJO</b>	8	<b>0</b>
Contaminación microbiológica	MEDIO	<b>BAJO</b>	13	<b>0</b>
Estado higiénico de la instalación	ALTO	<b>BAJO</b>	22	<b>0</b>
Estado mecánico de la instalación	ALTO	<b>BAJO</b>	14	<b>0</b>
Estado del sistema de tratamiento y desinfección (filtros, dosificadores, etc.)	ALTO	<b>BAJO</b>	22	<b>0</b>
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			79	<b>0</b>

Tabla 25. Índice de riesgo operacional corregido

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura del agua del sistema	MEDIO	BAJO	16	0
Tipo de pulverización	ALTO	BAJO	36	0
Nivel de ocupación	ALTO	ALTO	32	32
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			84	32

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3*10 + 0,6*0 + 0,1*32</math></b>	<b>74,4</b>	<b>6,2</b>
---	-------------	------------

Con la aplicación de las medidas correctoras indicadas se ha conseguido reducir el Índice Global muy por debajo del valor 60 y el Índice de Mantenimiento a cero, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueden registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I. OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO		ACCIÓN REALIZADA
Revisión general de funcionamiento			No se observan anomalías	No se precisa
			No se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones			Ausencia de incrustaciones	No se precisa
			Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión			Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
			Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad			Ausencia	No se precisa
			Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de los filtros			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de abundantes partículas	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y del tratamiento del agua			Funcionamiento correcto	No se precisa
			Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)
Nº total de bañistas diario				No se precisa

### II. OPERACIONES DE LIMPIEZA

FECHA		
Tipo de operación		Limpieza del depósito
		Limpieza de la instalación
Producto utilizado	Nombre:	
	Número de registro:	
Protocolo seguido		

### III. OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Desinfección preventiva
		Desinfección correctiva o en caso de brote
Producto utilizado	Nombre:	
	Número de registro:	
Dosis aplicada		
Tiempo de actuación		
Protocolo seguido		

### IV. OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

### V. RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de <i>Legionella sp</i>			No se precisa
Otros parámetros microbiológicos			
Cloro libre residual			.....
Otros desinfectantes (especificar)			
pH			.....
Turbidez			
Temperatura			.....
Otros controles analíticos			.....

# CAPÍTULO 7

## EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

### 1. INTRODUCCIÓN

Los equipos de enfriamiento evaporativo son instalaciones que ponen en contacto una corriente de aire con otra de agua para disminuir la temperatura del aire aprovechando la energía absorbida por el agua en su proceso de evaporación. Es un proceso que ocurre en la naturaleza en las áreas con abundante vegetación, el agua filtrada desde las raíces se evapora en las hojas y da una sensación de frescor. El sistema natural de refrigeración corporal, también está basado en este principio, la evaporación del agua del sudor provoca una disminución de la temperatura del cuerpo.

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 este tipo de equipos se incluyen como “instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*” con el siguiente texto: artículo 2, apartado 2.b) Equipos de enfriamiento evaporativo que pulvericen agua, no incluidos en el apartado 2.1. Sin embargo, los criterios de actuación no se desarrollan en ningún artículo ni anexo del mismo.

En el presente capítulo se describirán los diferentes tipos de instalaciones que usan el calor latente de vaporización del agua como medio de refrigeración con el fin de identificar cuales pulverizan agua efectivamente y por tanto pueden suponer un riesgo de transmisión de *Legionella*.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

El acondicionamiento evaporativo ha sido la primera forma de climatización usada por los seres humanos, se tiene noticia de que en las antiguas civilizaciones griegas y romanas se usaban fardos de paja humedecida colocados en las ventanas para disminuir la temperatura de las salas. Los árabes aprendieron de los persas el manejo de las fuentes para disminuir la temperatura de los patios sombreados que a su vez forman parte de la arquitectura clásica del sur de España. A partir de 1920, con el inicio del empleo de la energía eléctrica se usaban ventiladores y sábanas empapadas para disminuir la temperatura del aire de las habitaciones, en zonas desérticas de Arizona (EEUU).

Estos conceptos se han refinado actualmente dando lugar a los equipos evaporativos de acondicionamiento de aire. En España, estos sistemas se usan sobre todo en la industria, cuando se necesita una refrigeración a coste reducido, por ejemplo, se usa mucho en granjas avícolas o porcinas, donde ayuda a disminuir la mortandad de los animales por estrés térmico, o en industrias donde además de refrigeración un ligero incremento de la humedad puede resultar beneficioso, como la industria textil o del papel y cartón. Estos equipos tienen un uso muy extendido en el mercado doméstico en países como Australia o Estados Unidos, donde hay grandes extensiones con veranos calurosos y secos. En esos ambientes es donde se puede obtener un mejor rendimiento de este tipo de instalaciones. Las condiciones climáticas de muchas zonas de España también encajan dentro de esa descripción. No obstante, estas instalaciones no han alcanzado demasiado el mercado doméstico.

### 3. DESCRIPCIÓN

El funcionamiento de estas instalaciones está basado en la evaporación parcial del agua en contacto directo con la corriente de aire. Con este fenómeno se consiguen dos efectos, refrigerar el aire y humidificarlo. El principal

objetivo en estos equipos es, normalmente, la refrigeración. Otros equipos que pulverizan agua sobre una corriente de aire con el objeto de humidificarlo, se emplean habitualmente en diversos usos de ventilación y climatización, pero estos humidificadores o humectadores, no son equipos de enfriamiento evaporativo. Se puede encontrar información al respecto en los capítulos 5 y 8 sobre Centrales Humidificadoras Industriales y Humectadores respectivamente.

Hay varios tipos de instalaciones de enfriamiento evaporativo. Desde el punto de vista del uso del agua podemos considerar una primera clasificación:

3.1 Equipos sin recirculación de agua (de agua perdida)

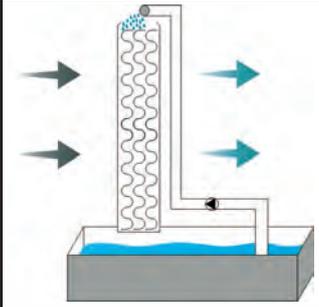
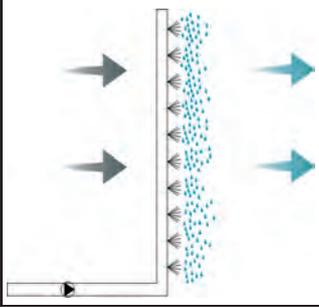
3.2 Equipos con recirculación de agua

Considerando la forma en la que el sistema pone en contacto el agua con el aire deberíamos considerar dos tipos de sistemas:

- Contacto con superficie húmeda por agua vertida
- Agua pulverizada mediante boquillas

Dado que la refrigeración o humidificación del aire por medio del agua se usa en multitud de formas y configuraciones es preciso matizar claramente que tipo de instalaciones pueden denominarse Equipos de Enfriamiento Evaporativo, en la práctica en España se usan dos tipos de equipos principalmente (tabla 1).

Tabla 1. Tipos de equipos más frecuentes

DESCRIPCION	ESQUEMA	FOTOGRAFIA
Equipos con recirculación de agua y contacto con superficie húmeda por agua vertida. Se usan sobre todo para conseguir una refrigeración ligera en industrias.		
Equipos de agua perdida pulverizada mediante boquillas. Se emplean sobre todo para disminución de temperatura en espacios públicos abiertos.		

### 3.1. Equipos con recirculación de agua y contacto con superficie húmeda

Estos equipos están constituidos (figura 1) por una carcasa en cuyas paredes se disponen unos paneles de material poroso (relleno), habitualmente virutas de madera tratada, celulosa o en los equipos mas sofisticados, paneles de fibra de vidrio. La base del equipo actúa a modo de balsa de almacenamiento de una pequeña cantidad de agua que recircula constantemente mediante una bomba que vierte el agua sobre el material poroso de las paredes y lo recoge de nuevo de la balsa.

En el interior de la carcasa se dispone un ventilador cuyo efecto de succión impulsa el aire exterior cálido a través de los paneles porosos empapados, evaporando una cierta cantidad de agua y consiguiendo una ligera refrigeración del aire que finalmente se introduce en el área a climatizar.

El agua evaporada reduce la cantidad de agua circulante en el equipo y ésta se repone mediante un sistema de boya y grifo de agua de renovación.

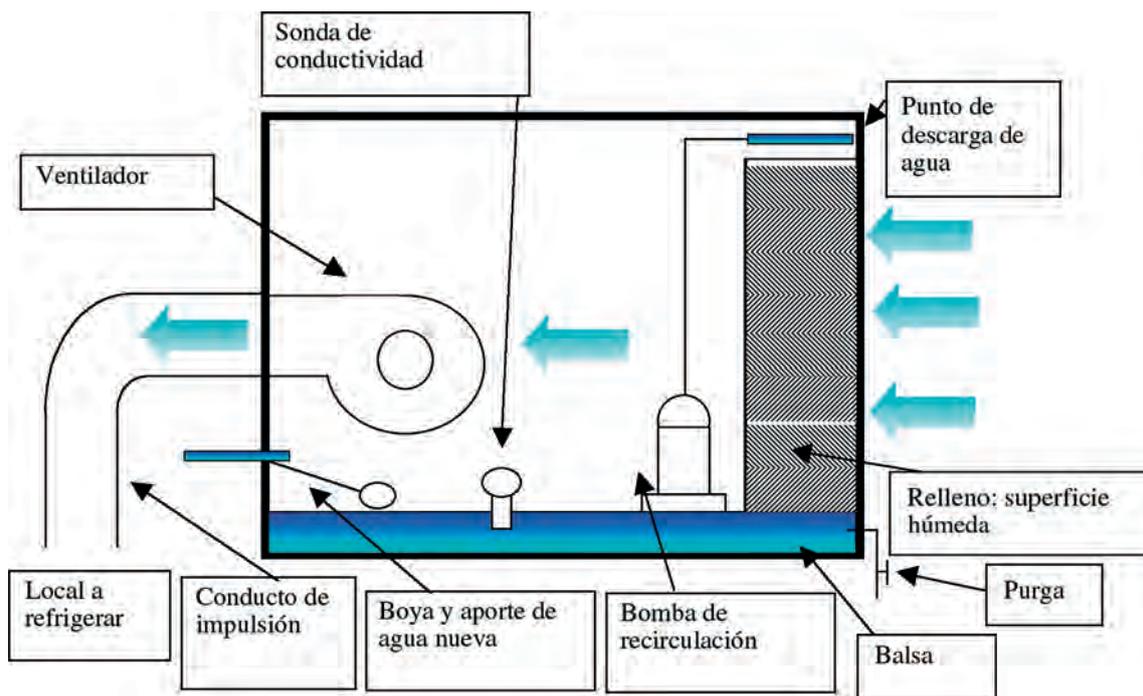


Figura 1. Esquema de enfriador evaporativo

Es muy importante clarificar en este apartado que estos equipos no están diseñados para producir pulverización de agua en ningún punto del sistema, y por tanto el riesgo de transmisión de *Legionella* es prácticamente nulo. Existe una remota posibilidad de arrastre de gotas en caso de que las superficies de relleno se encuentren deterioradas o en el caso de que los ventiladores introduzcan un flujo de aire excesivo y por tanto la velocidad del aire pueda transportar las gotas.

Por otra parte, las temperaturas que suele alcanzar el agua son normalmente bajas, las propias del agua de red. No se suele producir un calentamiento del agua excesivo, ya que la renovación de la balsa suele ser elevada, excepto en casos en los que el equipo haya estado parado durante un periodo de tiempo elevado y especialmente si se encuentra directamente expuesto al sol. Es innegable por otra parte, que estos equipos ponen en contacto una superficie húmeda con la corriente de aire introducida directamente en los espacios interiores, y por tanto, deben ser equipos sometidos a un mantenimiento muy estricto por la posible proliferación de hongos o bacterias, pero es muy improbable que se conviertan en foco de transmisión de *Legionella*.

Países como Australia o EEUU tienen gran tradición en el uso de estos equipos y también en el control de Legionelosis y nunca los han considerado instalaciones de riesgo.

### 3.2 Equipos de agua perdida pulverizada mediante boquillas

Se trata de sistemas de pulverización de agua dotados de bombas de media o alta presión y un sistema de tubos con boquillas que generan microgotas de hasta  $5\mu$ , directamente en las zonas en las que se desea conseguir el efecto de refrigeración o incluso a veces un efecto de tipo estético, o ambos simultáneamente.

Desde un punto de vista de transmisión de *Legionella*, estos equipos suponen un riesgo importante, ya que la distancia entre las personas y el punto de pulverización es muy escasa y el tamaño de las gotas es muy pequeño.

A su favor tienen el hecho de que las temperaturas de trabajo son las normales de la red de aporte, y por tanto en principio no suelen ser muy elevadas, no existiendo además recirculación del agua.

### 3.3 Terminología

#### • Bombas de pulverización:

Elemento cuya función es impulsar el agua a las boquillas pulverizadoras. Solo se usa en equipos de pulverizado en ambiente.

• **Ventiladores de impulsión de aire:**

Equipo destinado a distribuir el aire desde la central humidificadora hasta las áreas de trabajo. Pueden ser de tipo axial ó centrífugo.

• **Calor latente de vaporización:**

Energía absorbida en el proceso de cambio de estado de líquido a vapor.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

En este apartado se incluyen descripciones de las características técnicas óptimas de una instalación, así como de los protocolos, condiciones de operación, etc., siguiendo las diferentes fases del ciclo de vida útil de la misma.

### 4.1 Fase de diseño

En general, el proceso de diseño de sistemas para refrigeración por efecto de la evaporación de agua es relativamente sencillo, en la práctica se limita a determinar la carga térmica a vencer y seleccionar las unidades necesarias de una marca determinada según catálogo, ya que estas instalaciones suelen ser configuraciones preestablecidas y raramente se hacen unidades a medida.

No obstante, el proceso, seguiría, como en cualquier otro tipo de instalación, las siguientes fases:

- Selección del equipo.
- Características técnicas.
  - Materiales.
  - Facilidad de desmontaje para la limpieza completa.
  - Facilidad de desaguado.
  - Conductos.
- Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua.

#### 4.1.1 Selección del equipo

Para la selección de los equipos de enfriamiento evaporativo se deberán tener en cuenta los siguientes parámetros:

- Cargas térmicas esperadas en los locales a climatizar.
- Condiciones climáticas externas, especialmente temperatura y humedad relativa.
- Características y dimensiones del área a climatizar.
- Posibilidades de ubicación de los equipos.
- Calidad del agua de aporte.

#### 4.1.2 Características técnicas

En el diseño o remodelación de sistemas se deben considerar los siguientes aspectos:

##### a) **Materiales**

Los materiales que formen los equipos no deberían facilitar el crecimiento microbiológico y se deberá evitar, en lo posible, el uso de partes metálicas susceptibles de corrosión.

Para el relleno, en principio, no es aconsejable el uso de madera o derivados celulósicos, por su facilidad para el desarrollo microbiano, excepto si están adecuadamente tratados y sometidos a un mantenimiento riguroso,

en todo caso, es preferible siempre que sea posible el empleo de relleno de fibra de vidrio. Existe un tipo especial de madera, las virutas de álamo, que por su resistencia al crecimiento fúngico, podrían ser utilizados, siempre que se sometan a un estricto control higiénico.

La principal ventaja de estos equipos es la economía, por tanto los materiales no deben sobrecargar excesivamente el coste de los equipos, siempre que el mantenimiento y el control aseguren su buen estado.

Se debería utilizar preferiblemente material plástico (Cloruro de Polivinilo (PVC), poliéster, polietileno, polipropileno, etc.) para conducciones, depósitos y boquillas pulverizadoras.

### **b) Facilidad de desmontaje para la limpieza completa**

Todos los elementos deben ser fácilmente accesibles o desmontables para realizar su revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección. Especialmente los siguientes:

- Depósitos de agua.
- Boquillas pulverizadoras.
- Relleno.
- Conductos, difusores y rejillas.

### **c) Facilidad de desaguado**

La balsa de recirculación de agua, cuando exista, deberá tener un punto que asegure el vaciado rápido y total, dispondrá de una pendiente adecuada en el fondo (superior al 1%) y dirigida hacia el punto de vaciado con el fin de facilitar la retirada de los posibles residuos, sólidos y/o lodos acumulados. El diámetro del tubo de vaciado se dimensionará para permitir el paso de dichos residuos.

En unidades con recirculación es recomendable disponer un sistema de vaciado automático que asegure el desaguado de la balsa cuando el ventilador se mantenga en un periodo de inactividad superior a 24 horas, este sistema deberá tener también en consideración la conductividad del agua como se describe en el punto 4.1.3 “Control de sólidos disueltos”.

Las unidades de agua perdida deberán disponer de un grifo de desagüe en el punto mas bajo de la instalación, y se vaciarán siempre que se prevea que la instalación deba permanecer parada más de un mes, o antes de la puesta en marcha si hubiera estado parada durante el mismo periodo de tiempo.

### **d) Conductos**

En cuanto al diseño de conductos de aire se deben tener en cuenta las indicaciones de las Normas UNE 10030 y UNE-ENV 12097 ya que debe minimizarse el riesgo de condensaciones en el interior de éstos conductos, para lo que deberán disponer de registros y trampillas de acceso adecuadas.

## **4.1.3 Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua**

Mediante la desinfección se consigue controlar el crecimiento microbiano dentro de niveles que no causen efectos adversos. Desde la fase de diseño del equipo de enfriamiento evaporativo se debe contemplar la necesidad de realizar desinfecciones, incluyendo todos los elementos que deben formar parte del equipamiento necesario para su realización.

Para el mantenimiento de la calidad fisico-química y microbiológica del agua en un equipo de enfriamiento evaporativo se deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Control de incrustaciones.
- Control de crecimiento de microorganismos (hongos y bacterias en general y *Legionella*).
- Control de crecimiento de algas y biocapa.
- Control de la corrosión.
- Control de sólidos disueltos en el agua.
- Control de sólidos en suspensión.

Para cada uno de estos aspectos, se describe la naturaleza del problema, los efectos y modos de prevención.

### **a) Control de incrustaciones**

Los sistemas que recirculan agua favorecen la concentración de sales en la misma y por tanto la aparición de incrustaciones, especialmente en boquillas pulverizadoras.

Deberán adoptarse medidas para evitar la aparición de incrustaciones en las instalaciones, principalmente basadas en la descalcificación del agua de aporte ya que las medidas anti-incrustación por adición de productos químicos podrían estar limitadas por las características del sistema. El agua que se pulveriza en la corriente de aire podría transportar los productos químicos a la zona climatizada donde pueden ser inhalados por las personas expuestas.

Los productos químicos anti-incrustantes sólo podrán adicionarse de forma constante al agua circulante en equipos que no pulvericen al ambiente y si no generan ningún riesgo sanitario para el personal que se encuentra en el interior del recinto.

### **b) Control de crecimiento de microorganismos**

Tal como se explicó en el punto anterior el aire pasa directamente al ambiente, y por tanto en estas instalaciones, nunca deben utilizarse productos tóxicos por inhalación ni productos derivados del cloro, para evitar intoxicaciones de los usuarios.

En estas instalaciones sólo pueden utilizarse los biocidas autorizados por el Ministerio de Sanidad y Consumo para el tratamiento del agua frente a *Legionella* en los que figura este uso específico en la resolución de inscripción. Una de las sustancias biocidas que podrían utilizarse en este tipo de instalaciones por su capacidad desinfectante y su inocuidad al descomponerse en el aire, es el peróxido de hidrógeno catalizado.

Asimismo, se pueden utilizar métodos físicos o físico-químicos alternativos cómo la radiación ultravioleta o tratamientos equivalentes de probada eficacia frente a *Legionella*.

### **c) Control de crecimiento de algas y biocapa**

La biocapa esta formada principalmente por polisacáridos, y puede eliminarse mediante el uso de detergentes o biodispersantes, las algas son organismos vivos favorecidos por la radiación solar. Estos se eliminan normalmente durante el proceso de higienización periódica de los equipos. Por las características de la instalación el uso de aditivos químicos en continuo esta limitado a aquellos que no presenten efectos tóxicos por inhalación.

### **d) Control de la corrosión**

La corrosión consiste en el desgaste superficial de los metales ya sea por medios físicos, químicos o electroquímicos. Para evitar este fenómeno, dado que en este tipo de instalaciones no es recomendable dosificar productos químicos, es preferible utilizar materiales no corrosibles, tales como plásticos o similares. También es posible aplicar sistemas de protección de las superficies, tales como pinturas o revestimientos anticorrosión. En los equipos de recirculación también es recomendable controlar el contenido en sales, tal como se explica en el siguiente apartado.

### **e) Control de sólidos disueltos en el agua**

En las instalaciones con recirculación la evaporación de parte del agua en circulación aumenta la concentración de los iones presentes en la misma. Este fenómeno de concentración da lugar a un aumento de la salinidad que puede favorecer las incrustaciones y/o la corrosión. La presencia de iones disueltos incrementa el nivel de conductividad del agua, por tanto ésta es una medida indirecta de la calidad de la renovación del agua de la balsa de recirculación del equipo de enfriamiento evaporativo.

Para valorar el nivel de conductividad en la balsa del enfriador evaporativo es necesario referirlo a la conductividad del agua de aporte, ya que ésta es muy variable según la procedencia de la misma. La relación entre la conductividad del agua en la balsa y la del agua de aporte nos permitirá establecer los ciclos de concentración.

Habitualmente según estos factores se determina un nivel máximo admisible que nos servirá a efectos de valor de control para definir el nivel de purga adecuado.

El control de la purga del sistema deberá ser automático y en caso contrario se deberá vaciar el aparato y utilizar agua nueva cada día. La Norma UNE 100030 recomienda la renovación diaria del agua.

**f) Control de sólidos en suspensión**

En las unidades con recirculación, el contacto del agua con una corriente de aire exterior provoca el ensuciamiento de la misma con las partículas del ambiente. Estas partículas en suspensión se valoran mediante el grado de turbidez del agua. El control de este fenómeno, se hace de forma indirecta al diluir con agua nueva la balsa del equipo de enfriamiento, dado que el volumen de agua almacenado no es muy elevado raramente se usan sistemas de filtración del agua.

En sistemas sin recirculación, si la calidad del agua de aporte lo requiere, se podría instalar un filtro previo a la pulverización para protección de boquillas pulverizadoras. En algunos casos también se pueden instalar filtros absolutos de agua para evitar el paso de microorganismos.

**4.2 Fase de instalación y montaje**

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha.

Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria.

**4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación**

**4.3.1 Criterios de funcionamiento**

La finalidad principal de estos equipos es disminuir la temperatura de un entorno, ya sea interior o exterior. Dado que el enfriamiento se debe a la evaporación del agua en el aire suministrado a los locales, el fenómeno depende básicamente de la temperatura y la humedad relativa del aire entrante.

A continuación, se presenta en la tabla 2 la lista de las temperaturas que se pueden alcanzar en el aire de suministro de los locales tratados, en función de la temperatura y la humedad relativa del aire exterior. Las celdas amarillas presentan los rangos de funcionamiento óptimo del sistema.

Tabla 2. Temperatura interior en función de la temperatura del aire de entrada y de la humedad

		Humedad relativa																
		2	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Temperatura del aire	24	12	13	14	14	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22
	27	14	14	16	17	17	18	19	19	20	21	22	22	23	23	24	24	25
	29	16	17	17	18	19	20	21	22	22	23	23	24	24	25	26	27	
	32	18	18	19	21	21	22	23	24	25	26	26	27	28	28	29	30	
	35	19	20	21	22	23	24	26	26	27	28	29	29	30				
	38	21	22	23	24	26	27	28	28	29	31	31						
	41	22	23	25	26	27	29	30	31	32								
	43	24	25	27	28	29	31	32	33									
	46	26	27	28	30	32	33	34										
	49	27	28	30	32	34	35											
	52	28	30	32	34	36												

Fuente: Arizona Almanac

En el funcionamiento del sistema de superficie húmeda, intervienen otros factores de diseño, como son la cantidad de agua aportada o la velocidad de paso del aire sobre el medio húmedo, que se ajustan para evitar

la posibilidad de arrastre de gotas de agua. El funcionamiento del sistema requiere que el agua se incorpore a la corriente de aire evaporada, por ello se usan velocidades de paso bajas (< 2 m/s).

No obstante, un inadecuado mantenimiento puede llevar a roturas en el relleno o disminuciones en la sección de paso del aire, que eventualmente pueden provocar el arrastre de gotas.

La temperatura del agua debería mantenerse lo más baja posible, inferior a 20 °C si las condiciones climatológicas lo permiten. De esa forma se minimiza el crecimiento de *Legionella* que depende en gran manera de la temperatura del agua.

#### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La revisión de todas las partes de una instalación para comprobar su buen funcionamiento, se realizará con la periodicidad que se muestra en las tablas 3 y 4.

Tabla 3. Periodicidad de la revisión de equipos con recirculación de agua y contacto con superficie húmeda

Elemento de la instalación	Periodicidad
<b>Balsa:</b> Debe comprobarse que no presenta suciedad general, algas, lodos, corrosión, o incrustaciones. El agua debe estar clara y limpia.	MENSUAL
<b>Relleno:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presenta suciedad general, o incrustaciones. El paso del aire no debe estar obstruido y no debe haber fibras sueltas en la parte interior.	MENSUAL
<b>Ventiladores, bombas de agua, superficies interiores de los equipos y conductos de aire:</b> Revisar que se encuentran en buenas condiciones higiénicas.	SEMESTRAL
<b>Equipos de tratamiento de agua:</b> Revisar que se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento.	TRIMESTRAL

Se revisará el estado de conservación y limpieza general, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación. Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Tabla 4. Periodicidad de la revisión de equipos de agua perdida pulverizada mediante boquillas

Elemento de la instalación	Periodicidad
<b>Pulverizadores y bombas de agua:</b> Debe comprobarse que no presenta suciedad general, biocapa, corrosión, o incrustaciones. El agua debe salir uniforme sin obstrucciones.	MENSUAL
<b>Filtros y equipos de tratamiento de agua (si existen):</b> Revisar que se encuentran en buenas condiciones de funcionamiento.	TRIMESTRAL

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los parámetros que muestra la tabla 5.

Tabla 5. Parámetros de control de la calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<i>Equipos con recirculación de agua y contacto con superficie húmeda</i>		
<b>Temperatura</b>	Termómetro de inmersión de lectura directa.	<b>TRIMESTRAL</b>
<b>pH</b>	Medidor de pH de lectura directa o colorimétrico.	
<b>Conductividad</b>	Sonda electroquímica de lectura directa.	
<b>Turbidez</b>	Turbidímetro.	
<b>Hierro total *</b>	Espectrofotométrico o colorimétrico.	
<b>Índice de Ryznar</b>	Cálculo.	Se realizará un estudio previo y posteriormente siempre que se esperen cambios en la calidad del agua.
<b>Recuento total de aerobios en el agua de la balsa</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo.**	<b>MINIMO TRIMESTRAL</b> Siempre que la inspección visual mensual detecte condiciones higiénicas inadecuadas.
<b>Legionella sp.</b>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	<b>SEMESTRAL</b> Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.
<i>Equipos de agua perdida pulverizada mediante boquillas</i>		
<b>Recuento total de aerobios ***</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo**.	<b>MENSUAL</b>
<b>Legionella sp. ***</b>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	<b>TRIMESTRAL</b> Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

\* Solo debe analizarse hierro si existen materiales férricos en el sistema en contacto con el agua.

\*\* La norma ISO 6222 especifica dos niveles de temperatura. A efectos de centrales humidificadoras será suficiente el análisis a 22 °C dado que es la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación.

\*\*\* Se determinará en la balsa de acumulación del equipo, si existe, y en caso contrario en el agua de aporte.

La temperatura del agua debería mantenerse lo más baja posible, inferior a 20 °C si las condiciones climatológicas lo permiten. De esa forma se minimiza el crecimiento de *Legionella* que depende en gran manera de la temperatura del agua.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de mantenimiento de tratamiento del agua.

#### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 6 se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados.

Tabla 6. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
<b>Nivel de biocida utilizado</b>	<p>La muestra debe ser representativa de la concentración de biocida en el sistema.</p> <p>Si el sistema dispone de balsa, la muestra se recogerá directamente de la misma en un punto alejado de la entrada de agua de aporte. Si ésta no existe, o el volumen de agua almacenado es demasiado escaso, el circuito debe disponer de, al menos, un punto de toma de muestra (pulverizadores, purga, etc.).</p> <p>Se deberá tener en cuenta el régimen de adición de los posibles desinfectantes utilizados apropiados para este tipo de instalaciones.</p> <p>Cuando por el tipo de biocida utilizado sea conveniente mantener una concentración residual mínima, la muestra se tomará, preferentemente, instantes antes de la adición.</p> <p>En el caso de adiciones de choque, en los que no es necesario mantener una concentración residual mínima, la toma de muestras se deberá realizar un tiempo significativo después de su adición en función del volumen del agua de la balsa y del caudal de recirculación de la instalación.</p>
<b>pH</b>	Se medirá en el mismo punto que el utilizado para el análisis de biocida.
<b>Temperatura</b>	Directamente de la balsa en un punto alejado de la entrada de agua de aporte.
<b>Hierro total</b>	Considerar el valor del parámetro más desfavorable para el algoritmo de determinación del riesgo.
<b>Conductividad</b>	
<b>Turbidez</b>	
<b>Recuento total de aerobios</b>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al posible biocida utilizado. Se tomará 1 litro de agua.</p> <p>Si el sistema dispone de balsa, la muestra se recogerá directamente de la misma en un punto alejado de la entrada de agua de aporte. Si ésta no existe o el volumen de agua almacenado es demasiado escaso, el circuito debe disponer de, al menos, un punto de toma de muestra (pulverizadores, purga, etc.)</p>
<b><i>Legionella sp</i></b>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al posible biocida utilizado.</p> <p>El volumen total de muestra recogida deberá ser al menos de 1 litro.</p> <p>Si el sistema dispone de balsa, la muestra se recogerá directamente de la misma en un punto alejado de la entrada de agua de aporte. Si ésta no existe o el volumen de agua almacenado es demasiado escaso, el circuito debe disponer de, al menos, un punto de toma de muestra (pulverizadores, purga, etc.).</p> <p>Recoger posibles restos de suciedad e incrustaciones de las paredes de la balsa mediante una torunda estéril que se añadirá al mismo envase de recogida. Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre o el biocida empleado y anotar en los datos de toma de muestra.</p>

<b>Normas de transporte:</b>  <b>Para las muestras ambientales (agua)</b> , tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetas a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.
Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. “Guía para la conservación y la manipulación de muestras”.

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

#### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003 de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- Limpieza y programa de mantenimiento
- Limpieza y desinfección de choque
- Limpieza y desinfección en caso de brote

##### 4.3.4.1. Limpieza y programa de mantenimiento

Se corresponderá con los programas de tratamiento especificados en el artículo 8.2 Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*.

La desinfección continua del agua en estos equipos es recomendable, aunque no obligatoria, salvo en el caso de aprovechamiento de aguas de captación propia. En estos sistemas tal como se describe en el apartado 4.1.3.b “Control de crecimiento de microorganismos” hay restricciones importantes en el uso de biocidas.

##### 4.3.4.2. Limpieza y desinfección de choque

Los equipos de enfriamiento evaporativo de superficie húmeda, por su modo de funcionamiento no producen aerosoles, pero como se ha repetido en varios puntos anteriores, pueden producir accidentalmente arrastres de gotas si no se mantienen adecuadamente. Por tanto, la limpieza periódica de estos equipos es fundamental.

Estos equipos están calificados como de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella* de acuerdo al artículo 2 del Real Decreto 865/2003, por tanto deben limpiarse y si procede desinfectarse. El criterio recomendado es realizar una limpieza de mantenimiento, según el protocolo descrito en este mismo apartado, con periodicidad mínima recomendada semestral. En el caso de equipos de funcionamiento estacional se

limpiaran una vez al año, siempre antes de la puesta en marcha de la temporada. Si los resultados analíticos de los ensayos de aerobios totales o *Legionella* detectan niveles por encima de la recomendación (ver apartado 4.3.5 Criterios de Valoración de Resultados), proceder a una limpieza y desinfección de choque según el protocolo que se detalla en el apartado siguiente.

**a) Protocolo de limpieza para equipos con recirculación:**

- Desmontar los paneles de relleno e impregnar las superficies con biodispersantes (detergentes) enjuagar con agua.
- Vaciar la bandeja, limpiar cualquier resto de incrustación o residuo sólido. Limpiar con detergentes y enjuagar.
- Limpiar las superficies de los equipos auxiliares, ventiladores, bombas, sondas de conductividad, etc. con detergentes y enjuagar posteriormente.
- Volver a montar el sistema y rellenar para condiciones de uso normales.

En caso de detectar contaminación microbiológica en el sistema, el protocolo de limpieza-desinfección descrito en el anexo 4.B del Real Decreto 865/2003 también puede ser válido para los equipos con recirculación de agua y contacto con superficie húmeda si se utiliza cloro como desinfectante. En este caso ha de tenerse en cuenta que la neutralización y el enjuague del equipo debe ser especialmente cuidadoso, para evitar introducir cloro en las áreas tratadas una vez el sistema se vuelva a poner en condiciones normales de uso.

En caso de utilizar un desinfectante diferente al cloro, se seguirá el procedimiento indicado por el fabricante. Se debe tener en cuenta que la limpieza de la instalación es necesaria independientemente del biocida empleado.

Es importante tener en cuenta que en este tipo de instalaciones la desinfección de choque exige siempre la parada de la instalación y que las limpiezas y desinfecciones no deben afectar a los trabajadores u ocupantes en general.

**b) Protocolo para los sistemas que no disponen de recirculación**

El tratamiento se realizará mediante la desinfección de cada una de las partes desmontables. Todas las partes desmontables de la instalación se sumergirán en una solución clorada u otro desinfectante autorizado, con 20 mg/l de cloro residual libre durante al menos 30 minutos. Los depósitos de agua existentes previos a la pulverización deberán ser vaciados, limpiados y desinfectados (mediante pulverización con solución clorada a concentración 20 mg/l) y posteriormente aclarados. Estas desinfecciones deben llevarse a cabo con una periodicidad mínima semestral.

**4.3.4.3. Limpieza y desinfección en caso de brote**

a) **En equipos con recirculación de agua y contacto con superficie húmeda** se podrá utilizar el protocolo descrito en el anexo 4 C del Real Decreto 865/2003 usando cloro como desinfectante.

b) **En equipos de agua perdida pulverizada mediante boquillas**, utilizando cloro como desinfectante, se procederá del siguiente modo:

• **Con depósito acumulador**

- Clorar el depósito de agua con 20 mg/l de cloro residual libre, manteniendo el pH entre 7 y 8 y la temperatura por debajo de 30 °C.
- Hacer llegar a los pulverizadores la solución desinfectante. Se minimizará la generación de aerosoles, desmontando boquillas o utilizando cualquier otro procedimiento adecuado.
- Mantener residuales de cloro como mínimo durante 3 horas verificando al menos 2 mg/l en los puntos finales de la red (pulverizadores).
- Neutralizar el cloro residual libre del depósito y vaciar.
- Limpiar a fondo las paredes del depósito eliminando lodos e incrustaciones.
- Aclarar con agua limpia y restablecer las condiciones habituales en el sistema.
- Todas las partes desmontables de la instalación se sumergirán en una solución clorada u otro desinfectante autorizado con 20 mg/l de cloro residual libre durante al menos 30 minutos.

• Sin depósito acumulador

- Dosificar 20 mg/l de cloro residual libre manteniendo el pH entre 7 y 8 y la temperatura por debajo de 30 °C en el agua de aporte mediante una bomba dosificadora.
- Hacer llegar a los pulverizadores la solución desinfectante. Se minimizará la generación de aerosoles, desmontando boquillas o utilizando cualquier otro procedimiento adecuado.
- Mantener residuales de cloro como mínimo durante 3 horas verificando al menos 2 mg/l en los puntos finales de la red (pulverizadores).
- Aclarar con agua limpia y restablecer las condiciones habituales en el sistema.
- Todas las partes desmontables de la instalación se sumergirán en una solución clorada u otro desinfectante autorizado con 20 mg/l de cloro residual libre durante al menos 30 minutos.

4.3.5. Criterios de valoración de resultados

En la tabla 7 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las actuaciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de los mismos

Tabla 7. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctora en caso de incumplimiento
Temperatura	Según condiciones de funcionamiento.	No aplicable.
pH	6,5 - 9,0	Se valorará este parámetro a fin de ajustar la dosis de cloro a utilizar (UNE 100030) o de cualquier otro biocida.  Se recomienda calcular el índice de Ryznar o de Langelier para verificar la tendencia agresiva o incrustante del agua.
Índice de Langelier	> 0 Agua incrustante 0 Equilibrio < 0 Agua agresiva	Se valorará este parámetro a fin de determinar el programa de tratamiento del agua de modo que ésta en ningún momento podrá tener características extremadamente incrustantes ni corrosivas.
Índice de Ryznar	< 6 Agua incrustante 6-7 Equilibrio > 7 Agua agresiva	
Conductividad	Debe estar comprendida entre los límites que permitan la composición química del agua (dureza, alcalinidad, cloruros, sulfatos, otros) de tal forma que no se produzcan fenómenos de incrustación y/o corrosión.	La purga se debe realizar en función a la conductividad máxima permitida en el sistema indicado en el programa de tratamientos del agua.
Turbidez	< 15 NFU	Diluir con agua nueva la balsa.
Hierro total	< 2 mg/l	Identificar y sustituir el elemento afectado por la corrosión.

<b>Recuento total de aerobios</b>	<b>Pulverizado</b>	< 1000 Ufc/ml	Con valores superiores a 1000 Ufc/ml será necesario comprobar el programa de mantenimiento.  Con valores superiores a 10000 Ufc/ml limpiar y realizar un tratamiento de choque de acuerdo con lo indicado en el apartado 4.3.4.2 Limpieza y desinfección de choque, antes de reiniciar el servicio.
	<b>Superficie húmeda</b>	≤10000 Ufc/ml	Con valores superiores a 10000 Ufc/ml será necesario comprobar el programa de mantenimiento.  Con valores superiores a 100000 Ufc/ml limpiar y realizar un tratamiento de choque de acuerdo con lo indicado en el apartado 4.3.4.2 Limpieza y desinfección de choque antes de reiniciar el servicio.
<b>Legionella sp</b>		Presencia (*)	Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema en su caso. -100-1000 Ufc/L  Limpiar y realizar un tratamiento de choque de acuerdo con lo indicado en la el apartado 4.3.4.2 Limpieza y desinfección de choque antes de reiniciar el servicio. ->1000 Ufc/L  Limpiar y realizar un tratamiento en caso de brote de acuerdo con lo indicado en el apartado 4.3.4.3. Limpieza y desinfección en caso de brote antes de reiniciar el servicio.  En ambos casos realizar una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

(\*) El límite inferior de detección del método de análisis debe ser igual o menor a 100 Ufc/L.

#### 4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

En los sistemas con recirculación de agua, la concentración de sales disueltas debido al fenómeno de la evaporación, puede llegar a superar el producto de solubilidad de algunas de ellas produciéndose incrustaciones, lodos y fangos que obturan el relleno y favorecen el crecimiento microbiano. Se debe, por tanto, establecer un régimen de purgas en función de la conductividad del agua adecuado para cada instalación en función de las características físico-químicas del agua de aporte. La opción más segura desde este punto de vista es disponer de una sonda de conductividad que purgue automáticamente al alcanzar un nivel determinado.

Con el fin de evitar incrustaciones, en caso necesario, se puede realizar un tratamiento antiincrustante que ayude a mantener las superficies del sistema libres de incrustaciones y lodos. El tratamiento antiincrustacion generalmente será externo, para evitar la entrada de iones calcio o magnesio al sistema.

Un tratamiento externo habitual consiste en la instalación de un sistema de descalcificación, dicho sistema esta basado en un lecho de resinas que capta los iones calcio o magnesio, intercambiándolos por iones sodio. Estas resinas tienen una capacidad limitada de intercambio por lo que se regeneran habitualmente de forma automática mediante cloruro sódico.

Los equipos con recirculación de agua y contacto con superficie húmeda suelen ubicarse en la cubierta de los locales tratados, estas cubiertas no siempre son practicables, y por tanto es preciso asegurar que el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales de la empresa titular especifique un protocolo de acceso seguro para la inspección y mantenimiento de los equipos.

#### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en éstas instalaciones de un Registro de Mantenimiento dónde se deberán indicar:

- Esquema de la instalación con la descripción de flujos de agua.
- Operaciones de mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis de agua realizados incluyendo registros de biocida diarios en aquellas instalaciones que los utilicen.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultados de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberán ajustarse al Real Decreto 835/2003. No obstante en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (anexo 1).

### 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada instalación concreta es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

#### 5.1 Características de la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003.

Las tablas 8, 9 y 10 permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación.

Las tablas comprenden factores estructurales asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación; y factores de operación asociados al funcionamiento de la instalación.

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice Global” que figura a continuación de la tabla 11. Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador y no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 8. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

Factores de riesgo estructural	BAJO		MEDIO		ALTO	
	FACTOR		FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Agua fría de consumo humano.		Captación propia tratada.	Controlar el correcto funcionamiento de los equipos del tratamiento.	Captación propia sin tratar.	Cambiar la captación. Tratar el agua de aporte.
<b>Acumulación previa</b>	Entrada directa de red sin acumulación previa.		Acumulación previa en depósito que se renueva totalmente en menos de 24 horas.	Estudiar la viabilidad de no usar acumulación, o disminuir el tamaño del depósito.	Acumulación previa en depósito que no se renueva totalmente en menos de 24 horas.	Estudiar la viabilidad de no usar acumulación, o disminuir el tamaño del depósito.
<b>Materiales</b>	Materiales plásticos y metálicos o similares que resistan la acción agresiva del agua y no favorezcan el desarrollo de microorganismos.		Materiales orgánicos que pueden favorecer el desarrollo de microorganismos pero que han sido tratados o seleccionados para prevenir el crecimiento microbiano.	Sustitución de materiales.	Celulosa y/o materiales sin tratar que favorezcan el crecimiento fúngico y/o bacteriano.	Sustitución de materiales.
<b>Longitud de los conductos de aire</b>	Conductos de aire de impulsión de recorrido largo (> 4 metros).		Conductos de aire de impulsión con recorrido medio (2-4 metros).	No aplica.	Conductos de aire de impulsión con recorrido corto (< 2 metros).	No aplica.

Tabla 9. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

Factores de riesgo mantenimiento	BAJO		MEDIO		ALTO	
	FACTOR		FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Parámetros físico-químicos</b>	Valores de índice de Ryznar del agua circulante entre 5 y 7.		Valores de índice de Ryznar del agua circulante $\geq 4 < 5$ y $> 7 \leq 8$ .	Realizar un tratamiento adecuado del agua. Utilización de agua de aporte diferente. Incremento de régimen de purgas.	Valores de índice de Ryznar del agua circulante $< 4$ y $> 8$ .	Realizar un tratamiento adecuado del agua. Utilización de agua de aporte diferente. Incremento de régimen de purgas.
<b>Parámetros microbiológicos <i>Legionella sp</i></b>	Ausencia.		100 – 1000 Ufc/L.	Según apartado 4.3.5 Criterio de valoración de resultados.	> 1000 Ufc/L.	Según apartado 4.3.5 Criterio de valoración de resultados.
<b>Parámetros microbiológicos Aerobios totales</b>	<b>Pulverizado</b>	< 1000 Ufc/ml.	1000 – 10000 Ufc/ml.	Según criterio de valoración de resultados	> 10000 Ufc/ml.	Según apartado 4.3.5 Criterio de valoración de resultados.
	<b>Superficie húmeda</b>	< 10000 Ufc/ml.	10000-100000 Ufc/ml.		> 100000 Ufc/ml.	
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	Instalación limpia.		La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección de la instalación.

<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. Sin restos de corrosión ni incrustación Relleno en buen estado.	Algunos elementos presentan corrosión y/o incrustación. Roturas u obstrucciones ligeras en el relleno.	Realizar un tratamiento adecuado del agua. Sustituir los elementos con corrosión. Realizar desincrustación de las partes afectadas. Limpiar o sustituir el relleno.	Mal estado general de conservación. Corrosión e incrustación generalizadas. Roturas u obstrucciones generalizadas en el relleno.	Realizar un tratamiento adecuado del agua. Sustituir elementos con corrosión. Utilizar materiales adecuados. Realizar desincrustación. Limpiar o sustituir el relleno.
--	---	---	--	--	--

Tabla 10. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

Factores de riesgo operación	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura del agua de aporte	< 20 °C.	20–30 °C.	Aislar correctamente las tuberías y/o aljibes.	> 30 °C.	Aislar correctamente las tuberías y/o aljibes.
Temperatura del agua en el sistema	< 20 °C.	20–30 °C.	Aumentar el régimen de purgas.	> 30 °C.	Aumentar el régimen de purgas.
Tiempo de residencia del agua en la balsa del equipo	< 8 h.	8 h -24 h.	Aumentar el régimen de purgas / vaciados.	> 24 h.	Aumentar el régimen de purgas / vaciados.

Tabla 11. Índice global

Riesgo Estructural	Bajo	Medio	Alto
Procedencia del agua	0	14	28
Acumulación previa	0	10	20
Materiales	0	17	34
Longitud de los conductos de aire	0	9	18
<b>TOTAL: Índice estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo de mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Parámetros físico-químicos	0	5	10
Parámetros microbiológicos <i>Legionella sp</i>	0	20	40
Parámetros microbiológicos Aerobios totales	0	8	16
Estado higiénico de la instalación	0	9	18
Estado mecánico de la instalación	0	8	16
<b>TOTAL: Índice de mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo operacional	Bajo	Medio	Alto
Temperatura del agua de aporte	0	10	20
Temperatura del agua en el sistema	0	20	40
Tiempo de residencia del agua en la balsa del equipo	0	20	40
<b>TOTAL: Índice operacional (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgos el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente formula:

$$\text{INDICE GLOBAL: } 0,3 * \text{IE} + 0,6 * \text{IM} + 0,1 * \text{IO}$$

## 5.2 Acciones correctoras en función del Índice Global

### INDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003 así como los especificados en el apartado 4.3. Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

Cumplir requisitos según apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

### 60 ≤ INDICE GLOBAL ≤ 80

Se llevaran a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice.

Aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 9, 10 y 11.

### INDICE GLOBAL > 80

Se tomaran medidas correctoras de forma inmediata que incluirán, en caso de ser necesario, la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 9, 10 y 11.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre < 50.

## 5.3 Ejemplo de la evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos un enfriador evaporativo de superficie húmeda con las características que se describen en las siguientes tablas 12, 13 y 14.

Tabla 12. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Captación propia tratada.	MEDIO
Acumulación previa	Acumulación previa en depósito que no se renueva diariamente.	ALTO
Materiales	Balsa de recirculación plástica, relleno de virutas de madera no tratada, conducciones de cobre.	ALTO
Longitud de los conductos de aire	Los conductos son medios: 3 metros.	MEDIO

Tabla 13 Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO DE MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros físico-químicos	Valores de Índice de Ryznar < 5.	MEDIO
Parámetros microbiológicos: <i>Legionella sp</i>	Último control analítico <i>Legionella sp</i> > 10.000 Ufc/L.	ALTO
Parámetros microbiológicos: Aerobios totales	Último control analítico Aerobios totales (superficie húmeda): 15.000 ufc/ml	MEDIO
Estado higiénico	Aparecen restos de biocapa y lodos abundantes en la balsa de recirculación.	ALTO
Estado mecánico	Algunos elementos del relleno presentan incrustaciones.	MEDIO

Tabla 14. Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO DE OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura del agua de aporte	22 °C	MEDIO
Temperatura del agua circulante	26 °C	MEDIO
Tiempo de residencia del agua en el sistema	Renovación en un periodo de 6 horas.	BAJO

A partir de estos factores se calcularía el índice global tal y como se muestra en las siguientes tablas 15, 16, y 17, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 15. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	MEDIO	14
Acumulación previa	ALTO	20
Materiales	ALTO	34
Longitud de conductos de aire	MEDIO	9
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>77</b>

Tabla 16. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Parámetros físico-químicos	MEDIO	5
Parámetros microbiológicos: <i>Legionella sp</i>	ALTO	40
Parámetros microbiológicos: Aerobios totales	MEDIO	8
Estado higiénico	ALTO	18
Estado mecánico	MEDIO	8
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>79</b>

Tabla 17. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura del agua de aporte	MEDIO	10
Temperatura del agua circulante	MEDIO	20
Tiempo de residencia del agua en el sistema	BAJO	0
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>30</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el siguiente resultado:

<b>INDICE GLOBAL = <math>0,3 \cdot 77 + 0,6 \cdot 79 + 0,1 \cdot 30</math></b>	<b>73,5</b>
--	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el Índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el Índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre < 50. En este caso el Índice es 79 por lo que sería necesario actuar en este apartado. Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO”, a potenciar el mantenimiento de la instalación.

Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las siguientes tablas 18 y 19. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 18. Factores de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Acumulación previa	Depósito que no se renueva diariamente.	Disminución del tamaño del depósito, para renovar diariamente.	MEDIO
Materiales	Relleno de virutas de madera no tratadas.	Cambiar el relleno.	BAJO

Tabla 19. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Parámetros microbiológicos: <i>Legionella sp</i>	<i>Legionella sp</i> > 10000 Ufc/L.	Como resultado de las acciones correctoras <i>Legionella sp</i> < 100 Ufc/L.	BAJO
Parámetros microbiológicos aerobios totales	Aerobios totales (superficie húmeda): 15000 Ufc/ml.	Como resultado de las acciones correctoras Aerobios totales (superficie húmeda) < 10000 Ufc/ml.	BAJO
Estado higiénico	Aparecen restos de biocapa y lodos en la balsa de recirculación.	Se efectúa limpieza y desinfección preventiva y se aumenta frecuencia de limpieza.	BAJO

Una vez realizadas las correcciones el Índice Global queda como se muestra en las siguientes tablas 20, 21 y 22.

Tabla 20. Índice de riesgo estructural corregido

FACTORES ESTRUCTURALES	FACTOR		VALOR	
	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA
Procedencia del agua	MEDIO	MEDIO	14	14
Acumulación previa	ALTO	MEDIO	20	10
Materiales	ALTO	BAJO	34	0
Longitud de conductos de aire	MEDIO	MEDIO	9	9
<b>Total: Índice Estructural (IE)</b>			77	33

Tabla 21. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

FACTORES MANTENIMIENTO	FACTOR		VALOR	
	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA
Parámetros físico-químicos	MEDIO	MEDIO	5	5
Parámetros microbiológicos <i>Legionella sp</i>	ALTO	BAJO	40	0
Parámetros microbiológicos Aerobios totales	MEDIO	BAJO	8	0
Estado higiénico	ALTO	BAJO	18	0
Estado mecánico	MEDIO	MEDIO	8	8
<b>Total: Índice Mantenimiento (IM)</b>			79	13

Tabla 22. Índice de riesgo operacional corregido

FACTORES DE OPERACIÓN	FACTOR		VALOR	
	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA	ANTERIOR	CON ACCION CORRECTORA
Temperatura del agua de aporte	MEDIO	<b>MEDIO</b>	10	10
Temperatura del agua circulante	MEDIO	<b>MEDIO</b>	20	20
Tiempo de residencia del agua en el sistema	BAJO	<b>BAJO</b>	0	0
<b>Total: Índice Operación (IO)</b>			30	<b>30</b>

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3*33 + 0,6*13 + 0,1*30</math></b>	<b>20,7</b>
--	-------------

Con la aplicación pues de las medidas correctora indicadas se ha conseguido reducir el Índice Global muy por debajo del valor 60 y el Índice de Mantenimiento a un valor muy reducido (13), lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO	ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento		No se observan anomalías	No se precisa
		Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
Revisión del relleno		Buenas condiciones	No se precisa
		Suciedad y/o incrustaciones	..... (acción realizada)
		Roturas	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones		Ausencia de incrustaciones	No se precisa
		Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión		Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
		Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad		Ausencia	No se precisa
		Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y tratamiento del agua		Funcionamiento correcto	No se precisa
		Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

### II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

FECHA	
Tipo de operación	Limpieza de equipos
	Vaciado y limpieza del depósito previo
	Vaciado y limpieza de la balsa de recirculación
Protocolo seguido	

**IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO**

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN		ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones			Limpiezas parciales	.....
			Reparaciones	.....
			Verificaciones	.....
			Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua			Calibraciones y verificaciones	.....
			Reparaciones	.....
			Otras incidencias	.....

**V - RESULTADOS ANALÍTICOS**

CONTROL	FECHA	RESULTADO		ACCIÓN REALIZADA
Determinación de <i>Legionella</i>			< 100 Ufc/L	No se precisa
			> 100 Ufc/L	.....
Otros controles analíticos				.....

# CAPÍTULO 9

## FUENTES ORNAMENTALES

### 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de los núcleos urbanos es frecuente encontrar fuentes ornamentales en las cuales el agua se pulveriza con efectos estéticos.

Estas instalaciones están contempladas en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención de la legionelosis y concretamente están catalogadas como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

Las fuentes ornamentales de uso mixto, que se emplean como torres de refrigeración, estarán sujetas a los requisitos de estos últimos equipos.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

El origen de las fuentes ornamentales se remonta a épocas muy antiguas, las primeras fuentes de las que se tiene constancia se remontan al uso del agua por las primeras civilizaciones. Inicialmente los sistemas se basaban en un desplazamiento del agua por gravedad y posteriormente fueron progresivamente reemplazados por sistemas con bomba de impulsión a principios del siglo XX.

### 3. DESCRIPCIÓN

En las fuentes ornamentales el agua se impulsa a través de una bomba al exterior produciendo diversos efectos estéticos. En algunos casos el agua puede también fluir por gravedad. En el agua acumulada se dan las condiciones necesarias para la existencia de vida vegetal o animal.

El circuito como tal, puede ser un circuito sin recirculación donde todo el volumen de agua fluye constantemente, o bien un circuito donde el agua circula continuamente y existe un aporte periódico que compensa las pérdidas.

Este último caso es el más frecuente y dentro de él se pueden contemplar dos tipos de instalación:

- Circuito con bomba sumergible.
- Circuito con recirculación a través de bomba externa.

#### 3.1 Circuito con bomba sumergible

En este tipo de circuitos el agua se toma normalmente de un gran volumen acumulado y se impulsa al exterior. Del exterior cae de nuevo al volumen total de agua acumulada. Un esquema del circuito puede verse en la figura 1.

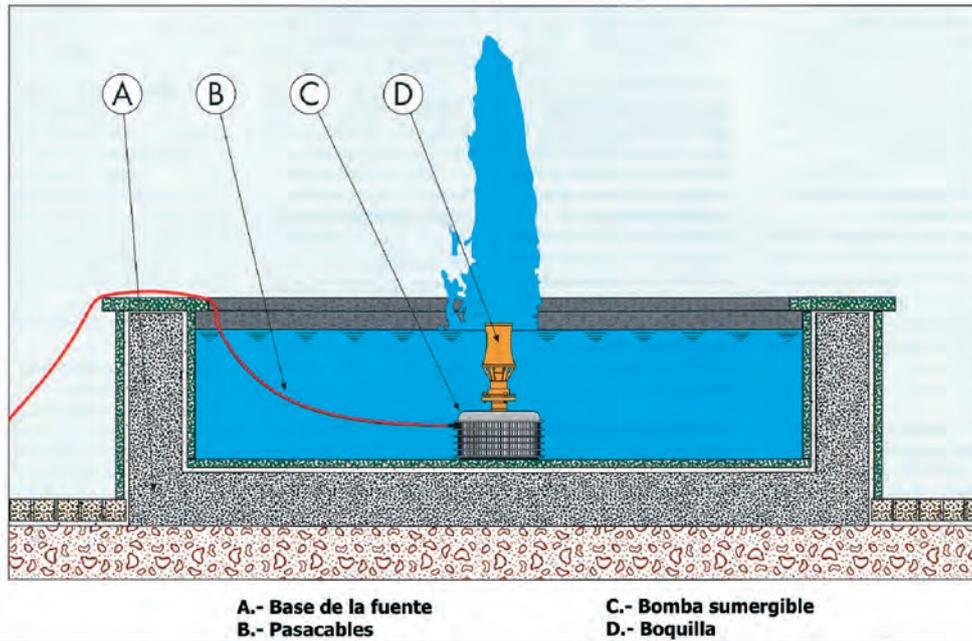


Fig. 1. Ejemplo de circuito con bomba sumergible

### 3.2 Circuito con recirculación

En estos circuitos el volumen de agua es generalmente más reducido y se hace recircular continuamente en un circuito cerrado que puede aislarse y tratarse. Un esquema del circuito puede verse en la figura 2.

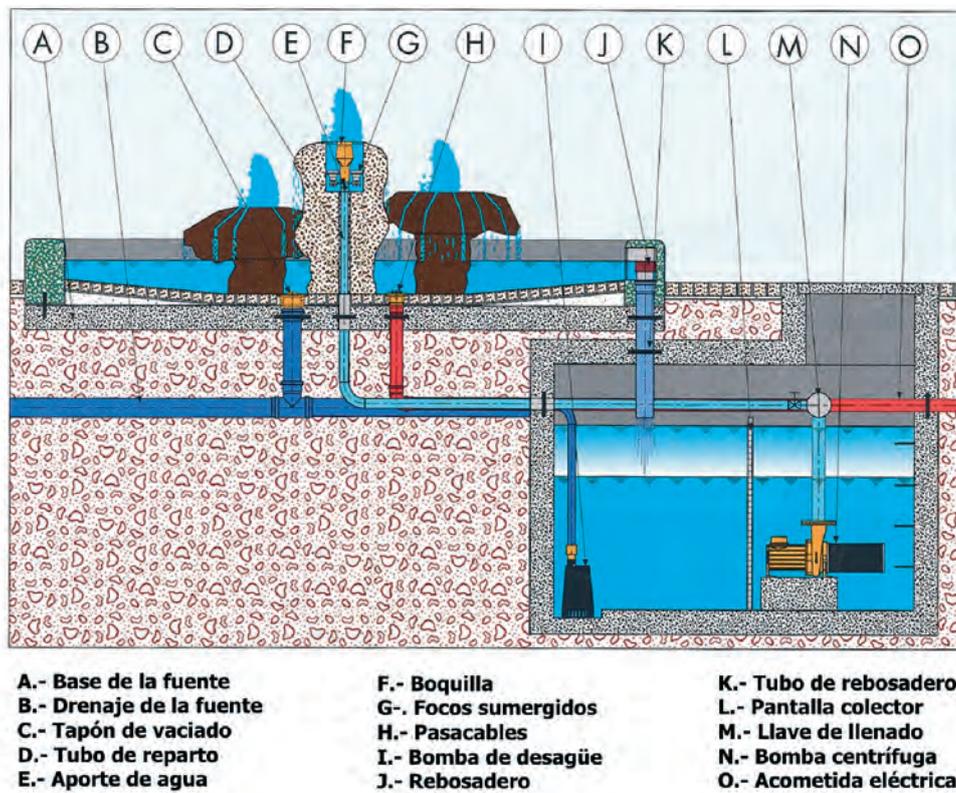


Fig. 2. Ejemplo de circuito con recirculación

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

Los criterios básicos de actuación tendrán en cuenta que el agua del circuito posea una calidad bacteriológica adecuada y, que se realice un mantenimiento de la instalación que incluya la limpieza y, si es preciso, la desinfección de las partes más susceptibles de contaminación.

### 4.1 Fase de diseño

En la fase de diseño deben considerarse siempre los siguientes conceptos:

- a) Evitar en lo posible situar las fuentes ornamentales debajo de zonas donde exista abundante vegetación que pueda provocar la entrada de hojas e impurezas en el circuito o en zonas de fuertes vientos que puedan modificar la disposición de los chorros de agua.
- b) En depósitos o balsas artificiales asegurar la existencia de un sistema de drenaje que permita el vaciado completo de la fuente. Se intentará reducir la profundidad para facilitar su limpieza.
- c) Las bombas de impulsión/recirculación deben disponer de un prefiltro para la retención de partículas de gran tamaño, hojas, etc.
- d) Los materiales constitutivos del circuito hidráulico resistirán la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con el fin de evitar los fenómenos de corrosión. Se intentará evitar los materiales que favorecen el desarrollo de bacterias y hongos.

En las instalaciones con bomba sumergida se debe evaluar la necesidad de instalar un sistema de desinfección físico, físico-químico o químico autorizado en el aporte de agua o en la balsa, que sea compatible con las características del circuito (presencia de peces, etc.).

En las instalaciones con circuito de recirculación se debe disponer de un sistema que permita garantizar la calidad microbiológica del agua y que, generalmente, constará de un sistema de filtración adecuado a las características del circuito y sistema de desinfección físico, físico-químico o químico autorizado.

La instalación de un sistema de filtración permite eliminar las partículas en suspensión reduciendo el sustrato de nutrientes de las bacterias, no obstante, exige un mantenimiento regular.

Generalmente se dimensiona la bomba de recirculación y el filtro para garantizar un tiempo de recirculación máximo de 4 horas, es decir, deben ser adecuados para un caudal equivalente al volumen total de agua del circuito dividido entre 4.

### 4.2 Fase de instalación y montaje

Los equipos de tratamiento del agua, si existen, serán fácilmente accesibles para su mantenimiento y control. Se dispondrá de un sistema de control del nivel que permita el aporte periódico de agua así como de un rebosadero para absorber el agua procedente de la lluvia.

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha.

Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria.

### 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

#### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

Evitar prolongados períodos de paro ya que favorecen el estancamiento del agua y la proliferación de microorganismos. Si esto se produce es conveniente vaciar la instalación cuando se halle parada durante un periodo de tiempo prolongado, teniendo en cuenta la peligrosidad de la instalación (ver apartado 5. Evaluación del riesgo) y las condiciones ambientales. En cualquier caso, la instalación se vaciará siempre que la parada sea superior a un mes. Así mismo, es importante renovar periódicamente el agua y siempre que sea posible instalar un temporizador que ponga en funcionamiento diariamente la instalación.

### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La inspección de la forma de pulverización así como de la altura y alcance de los chorros de agua indicará si el sistema funciona correctamente y si existen obstrucciones en las boquillas o en los filtros.

La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento de agua, se realizará con la siguiente periodicidad (tabla1).

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento de la instalación		Periodicidad
<b>Fuente:</b> Debe comprobarse que no presenta suciedad general, algas, lodos, corrosión, o incrustaciones. El agua debe estar clara y limpia.		<b>TRIMESTRAL</b>
<b>Boquillas:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea.		<b>SEMESTRAL</b>
<b>Bombas de impulsión:</b> Debe comprobarse su correcto funcionamiento, así como que no presentan pérdidas ni se observan procesos de corrosión en ellas.		<b>SEMESTRAL</b>
<b>Filtros de agua:</b> Revisar que se encuentran correctamente instalados y en buenas condiciones higiénicas.	<b>Pre-filtro bomba</b>	<b>MENSUAL</b>
	<b>Filtro recirculación</b>	<b>SEMESTRAL</b>
<b>Equipos de desinfección del agua:</b> Comprobar su correcto funcionamiento.		<b>MENSUAL</b>

Se revisará el estado de conservación y limpieza general, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación. Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución. Se revisará la calidad microbiológica del agua determinando los siguientes parámetros que se especifican en la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<b>Recuento total de aerobios*</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo análisis.  La norma ISO 6222 especifica dos niveles de temperatura (22 y 36°C). A efectos de fuentes ornamentales será suficiente el análisis a la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación.	<b>SEMESTRAL</b>
<i>Legionella sp</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	<b>MINIMO ANUAL</b>  (Especificar periodicidad según apartado 5. Evaluación del Riesgo). En instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es semestral.  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

(\*) Se determinará en el agua de la fuente.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de tratamiento del agua.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida.

En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados:

Tabla 3. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
<b>Recuento total de aerobios</b>	Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al posible biocida utilizado. Se tomará aproximadamente 1 litro de agua de la fuente en un punto alejado del aporte y de la adición de reactivos.
<i>Legionella sp</i>	Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá un neutralizante adecuado al biocida utilizado.  El volumen total de muestra recogida deberá ser al menos de 1 litro. Recoger posibles restos de suciedad e incrustaciones de las paredes de la fuente mediante una torunda estéril que se añadirá al mismo envase de recogida. El punto de la toma de muestras estará alejado de la entrada de agua así como de cualquier adición de reactivos.  <b>Normas de transporte:</b>  <b>Para las muestras ambientales (agua)</b> , tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetos a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.
Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrán en cuenta las especificaciones de la Norma UNE-EN-ISO 5667-3 “Guía para la conservación y la manipulación de muestras”.	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

#### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003 de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- Limpieza y programa de mantenimiento
- Limpieza y desinfección de choque
- Limpieza y desinfección en caso de brote

##### 4.3.4.1. Limpieza y programa de mantenimiento

La limpieza y el programa de mantenimiento tienen como objeto garantizar la calidad microbiológica del agua durante el funcionamiento normal de la instalación.

Se corresponderá con los programas de tratamiento especificados en el artículo 8.2 Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella.

##### 4.3.4.2. Limpieza y desinfección de choque

Una desinfección no será efectiva si no va acompañada de una limpieza exhaustiva. Las fuentes ornamentales se limpiarán como mínimo con periodicidad semestral, cuando se ponga 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.

El protocolo general de limpieza y desinfección de choque de las fuentes ornamentales será el siguiente:

- a) En depósitos o balsas artificiales vaciar, limpiar a fondo la balsa de la fuente, reparar las partes dañadas, aclarar y llenar con agua limpia.
- b) Si procede, se realizará una desinfección del depósito o balsa clorando con 20-30 mg/l de cloro residual libre a un pH 7-8 (u otro biocida autorizado de acuerdo con las especificaciones del fabricante) manteniendo estas condiciones durante 3 ó 2 horas respectivamente; neutralizar y vaciar. Se entiende que la bomba de recirculación deberá estar funcionando para que la solución desinfectante pase por todos los puntos del sistema (bombas de recirculación, conducciones, etc), evitando al máximo la generación de aerosoles.
- c) Se realizará una desinfección de todas las partes desmontables, sumergiéndolas en una solución que contenga una concentración de 20 mg/l de cloro residual libre (u otro biocida autorizado de acuerdo con las especificaciones del fabricante) durante 30 minutos. Aclarar con agua fría. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo.

La limpieza de los filtros se realizará periódicamente, de acuerdo con sus características técnicas y requerimientos. Se recomienda como mínimo una limpieza mensual. Los equipos de filtración con lavado automático, por manómetro de presión diferencial o programación temporizada, no precisan intervención manual para su limpieza.

##### 4.3.4.3. Limpieza y desinfección en caso de brote

Se utilizará cloro como desinfectante; el procedimiento será el siguiente:

###### a) Circuito con bomba sumergible

Clorar con 15 mg/l de cloro residual libre a un pH de 7-8, y mantener durante 4 horas (alternativamente se podrán utilizar cantidades de 20 ó 30 mg/l de cloro residual libre, durante 3 ó 2 horas, respectivamente). Comprobar el nivel de cloro cada 15 minutos.

Añadir si es necesario biodispersante y anticorrosivo compatible con el cloro. Neutralizar el cloro y vaciar.

En depósitos o balsas artificiales vaciar y limpiar a fondo la balsa de la fuente, reparar las partes dañadas, aclarar y llenar con agua limpia.

Todas las partes desmontables se limpiaran a fondo y se sumergirán en una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos. Aclarar posteriormente con agua fría. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo.

**b) Circuito con recirculación a través de bomba externa**

Clorar con 15 mg/l de cloro residual libre a un pH de 7-8, y mantener durante 4 horas con las bombas de recirculación en funcionamiento evitando siempre la generación de aerosoles, bien desmontando las boquillas, disminuyendo el flujo de agua o por cualquier otro mecanismo adecuado, (alternativamente se podrán utilizar cantidades de 20 ó 30 mg/l de cloro residual libre, durante 3 ó 2 horas, respectivamente). Comprobar el nivel de cloro cada 15 minutos.

Añadir si es necesario biodispersante y anticorrosivo compatible con el cloro. Neutralizar el cloro.

Vaciar y limpiar a fondo los depósitos y la balsa de la fuente, reparar las partes dañadas, aclarar y llenar con agua limpia.

Todas las partes desmontables se limpiaran a fondo y se sumergirán en una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos. Aclarar posteriormente con agua fría. Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo.

**4.3.5 Criterios de valoración de resultados**

En la tabla 4 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las acciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de los mismos.

Tabla 4. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Nivel	Acciones correctoras
<i>Legionella sp</i>	>100 < 1000 Ufc/L.	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras adecuadas.
	≥ 1000 < 10000 Ufc/L.	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras que disminuyan el recuento de <i>Legionella</i> .  Limpieza y desinfección de choque, apartado 4.3.4.2.  Confirmar el recuento aproximadamente a los 15 días y repetir el proceso hasta conseguir niveles < 1000 Ufc/L.
	≥ 10000 Ufc/L.	Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema en su caso.  Limpieza y desinfección en caso de brote, apartado 4.3.4.3.  Confirmar el recuento aproximadamente a los 15 días y repetir el proceso hasta conseguir niveles < 1000 Ufc/L.
<b>Aerobios totales</b>	≥ 100000 Ufc/ml.	Se revisará el programa de mantenimiento (especialmente limpieza y desinfección) a fin de establecer acciones correctoras que disminuyan la concentración de aerobios totales. Realizar una limpieza y desinfección de choque, apartado 4.3.4.2. Confirmar el recuento una vez completadas las acciones correctoras.

**4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación**

En circuitos abiertos y en circuitos con bomba sumergida, no es posible generalmente realizar una desinfección en continuo del agua impulsada. Si los controles analíticos detectan una contaminación microbiológica importante, es aconsejable aumentar la frecuencia de vaciado y limpieza de la instalación.

En los circuitos con recirculación no deben acumularse lodos ni fangos. Si es necesario, aumentar la frecuencia de lavados del filtro y el caudal de renovación de agua.

En los circuitos con recirculación es posible encontrar igualmente presencia de algas. Añadir en estos casos un alguicida compatible con las características del circuito, con la frecuencia y dosis recomendadas por el fabricante.

### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en éstas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberá indicar:

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.
- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberá ajustarse al Real Decreto 835/2003. No obstante en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (Anexo 1).

## 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada instalación concreta es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003 de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003.

Las tablas 5, 6 y 7 permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación: factores estructurales, asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento, asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación; y factores de operación, asociados al funcionamiento de la instalación.

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice global” que figura a continuación de la tabla 8. Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 5. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Red de distribución pública.	Captación propia tratada.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2 Revisión el correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Captación propia no tratada.	Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica y en caso necesario introducir equipos de tratamiento (al menos filtración y desinfección).
<b>Materiales</b> • Composición • Rugosidad • Corrosividad	Materiales metálicos y plásticos que resistan la acción agresiva del agua y biocidas.	Hormigón. Materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación o a la acción de los biocidas.	Sustitución de materiales o recubrimiento con materiales adecuados. Adición de inhibidores de corrosión.	Cuero. Madera. Celulosa. Otros materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias.	Sustitución de materiales. En caso necesario introducir equipos de tratamiento.
<b>Tipo de aerosolización</b>	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	Sustituir el sistema de aerosolización.	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	Sustituir el sistema de aerosolización.
<b>Punto de emisión de aerosoles</b>	Instalación totalmente aislada de elementos a proteger o zonas de tránsito de personas.	Existen elementos a proteger pero se hallan suficientemente alejados del punto de emisión.	Instalar algún tipo de barrera de separación.	Próximo a elementos a proteger (zonas de tránsito de personas, tomas de aire exterior, ventanas, etc.).	Incrementar la distancia.  Instalar algún tipo de barrera de separación.
<b>Condiciones atmosféricas</b> • Vientos • Humedad relativa • Temperaturas ambientales	El efecto de las condiciones atmosféricas no es significativo.	Los vientos dominantes dirigen el aerosol a zonas de baja o media densidad de población.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación de la fuente se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas.	Existencia de vientos dominantes que dirijan el aerosol a zonas de alta densidad de población o elementos a proteger.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación de la fuente se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas.

<b>Ubicación de la instalación</b>	Zona alejada de áreas habitadas.	Zona urbana de baja o media densidad de población.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación de la fuente se tendrá en cuenta la ubicación.	Zona urbana de alta densidad. Zona con puntos de especial riesgo: Hospitales, residencias de ancianos, etc.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación de la fuente se tendrá en cuenta la ubicación.
------------------------------------	----------------------------------	--	---	---	---

Tabla 6. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Parámetros físico-químicos - Nivel de biocida</b>	El nivel de biocida se controla en forma automática o con una periodicidad como mínimo semanal.	Se adiciona un biocida pero su concentración se controla con una periodicidad mínima mensual.	Aumentar la frecuencia de control de biocida.	No se adiciona biocida o éste se controla con una periodicidad superior a un mes.	Adicionar biocida.  Aumentar la frecuencia de control de biocida.
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparecen: - Aerobios totales < 100000 Ufc/ml y - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L	En los controles analíticos aparecen: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml o - <i>Legionella sp</i> ≥ 1000 Ufc/L < 10000 Ufc/L	Según apartado 4.3.5. Criterio de valoración de resultados.	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> > 10000 Ufc/L.	Según apartado 4.3.5. Criterio de valoración de resultados.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación no presenta lodos, biocapa, turbidez, etc.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección preventiva de la instalación.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar sistema de tratamiento.	Mal estado general de conservación. Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.
<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección</b>	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado funcionando correctamente.	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	Instalar el sistema de tratamiento y desinfección.

Tabla 7. Evaluación del riesgo de operación de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura media del agua de aporte	< 20 °C.	20-30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.	> 30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.
Temperatura media del agua en el sistema	< 20 °C.	20-30 °C.	Aumentar la frecuencia de renovación del agua de aporte.	> 30 °C.	Aumentar la frecuencia de renovación del agua de aporte.
Frecuencia de renovación	Existe una renovación constante del agua del circuito. Todo el volumen de agua se renueva como mínimo cada 15 días.	Existe una renovación parcial del volumen de agua. Todo el volumen se renueva en un tiempo superior a 15 días pero inferior a un mes.	Aumentar la frecuencia de renovación.	No existe renovación significativa del volumen de agua, o es superior a un mes.	Aumentar la frecuencia de renovación.
Sistema de filtración	El filtro dispone de lavado automático o se realiza de forma manual con una periodicidad mínima semanal.	El lavado del filtro se realiza de forma manual con una periodicidad mínima mensual.	Aumentar la frecuencia de lavado del filtro.  Automatizar el lavado.	El lavado del filtro se realiza de forma manual con una periodicidad superior a un mes. No existe sistema de filtración.	Aumentar la frecuencia de lavado del filtro.  Automatizar el lavado.  Instalar filtro cuando sea aplicable.

Tabla 8. Índice global

Estructural	Bajo	Medio	Alto
Procedencia del agua	0	9	18
Materiales	0	4	8
Tipo de aerosolización	0	13	26
Punto de emisión de aerosoles	0	10	20
Condiciones atmosféricas	0	5	10
Ubicación de la instalación	0	9	18
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Parámetros físico-químicos - Nivel de biocida	0	9	18
Contaminación microbiológica	0	12	24
Estado higiénico de la instalación	0	12	24
Estado mecánico de la instalación	0	8	16
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	0	9	18
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Operación	Bajo	Medio	Alto
Temperatura media del agua de aporte	0	7	14
Temperatura media del agua en el sistema	0	13	26
Frecuencia de renovación	0	25	50
Sistema de filtración	0	5	10
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgo, el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3 \cdot \text{IE} + 0,6 \cdot \text{IM} + 0,1 \cdot \text{IO}$$

### 5.2 Acciones correctoras en función del índice global

#### ÍNDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003 así como los especificados en el apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

#### ÍNDICE GLOBAL ≥ 60 < 80

Se llevaran a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice por debajo de 60.

Aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 5, 6 y 7.

#### ÍNDICE GLOBAL > 80

Se tomaran medidas correctoras de forma inmediata que incluirán, en caso de ser necesario, la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60. Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 5, 6 y 7.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre ≤ 50.

### 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen las tablas 9,10 y 11.

Tabla 9. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Se trata de una captación propia no tratada.	ALTO
Materiales	Los materiales resisten la acción agresiva del agua y biocidas y no favorecen el desarrollo de bacterias.	BAJO
Tipo de aerosolización	El nivel de aerosolización es muy importante con gotas finas que son transportadas por el aire.	ALTO
Punto de emisión de aerosoles	La instalación está próxima a elementos a proteger.	ALTO
Condiciones atmosféricas	El efecto de las condiciones atmosféricas no es significativo.	BAJO
Ubicación de la instalación	La instalación se halla en una zona urbana de baja o media densidad de población.	MEDIO

Tabla 10. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros físico-químicos - Nivel de biocida	Se adiciona un biocida en la fuente. Su concentración se controla con una periodicidad mensual.	MEDIO
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella</i> > 10000 Ufc/L.	ALTO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad visible generalizada.	ALTO
Estado mecánico de la instalación	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión.	MEDIO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente.	MEDIO

Tabla 11. Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura media del agua de aporte	18° C	BAJO
Temperatura media del agua en el sistema	31° C	ALTO
Frecuencia de renovación	No existe renovación significativa del volumen del agua.	ALTO
Sistema de filtración	No existe	ALTO

A partir de estos factores se calcularía el Índice global tal y como se muestra en las tablas 12, 13 y 14, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 12. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	ALTO	18
Materiales	BAJO	0
Tipo de aerosolización	ALTO	26
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	20
Condiciones atmosféricas	BAJO	0
Ubicación de la instalación	MEDIO	9
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>73</b>

Tabla 13. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Parámetros físico-químicos - Nivel de biocida	MEDIO	9
Contaminación microbiológica	ALTO	24
Estado higiénico de la instalación	ALTO	24
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	8
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	MEDIO	9
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>74</b>

Tabla 14. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	0
Temperatura media del agua en el sistema	ALTO	26
Frecuencia de renovación	ALTO	50
Sistema de filtración	ALTO	10
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>86</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el siguiente resultado:

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3 \cdot 73,0 + 0,6 \cdot 74,0 + 0,1 \cdot 86,0</math></b>	<b>74,9</b>
--	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el Índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el Índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ . En este caso el Índice es 74,0 por lo que sería necesario actuar en este apartado. Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO” así como a potenciar el mantenimiento de la instalación y podrían ser, por ejemplo, las siguientes:

Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 15, 16 y 17. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 15. Factor de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Procedencia del agua	Se trata de una captación propia no tratada.	Se realiza una desinfección del agua de aporte.	MEDIO

Tabla 16. Factor de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> > 10000 Ufc/L.	Como consecuencia del resto de acciones correctoras este valor disminuye < 1000 Ufc/L.	BAJO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta capas de biocapa y suciedad visible generalizada.	Se realiza una limpieza y desinfección preventiva de la instalación y se aumenta la frecuencia de limpieza.	BAJO
Estado mecánico de la instalación	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión.	Se sustituyen los elementos con corrosión.	BAJO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente.	Se revisan y reparan los elementos que no funcionan correctamente.	BAJO

Tabla 17. Factor de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Temperatura media del agua en el sistema	31 °C.	Se aumenta la frecuencia de renovación del agua de aporte. La temperatura baja a 25 °C	MEDIO
Frecuencia de renovación	No existe renovación significativa del volumen del agua.	Se aumenta la frecuencia de renovación. Todo el volumen se renueva en 3 semanas.	MEDIO

Una vez realizadas las correcciones el Índice global queda tal y como se muestra en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18. Índice de riesgo estructural corregido

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Procedencia del agua	ALTO	MEDIO	18	9
Materiales	BAJO	BAJO	0	0
Tipo de aerosolización	ALTO	ALTO	26	26
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	ALTO	20	20
Condiciones atmosféricas	BAJO	BAJO	0	0
Ubicación de la instalación	MEDIO	MEDIO	9	9
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			73	64

Tabla 19. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Parámetros físico-químicos - Nivel de biocida	MEDIO	MEDIO	9	9
Contaminación microbiológica	ALTO	BAJO	24	0
Estado higiénico de la instalación	ALTO	BAJO	24	0
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	BAJO	8	0
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	MEDIO	BAJO	9	0
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			74	9

Tabla 20. Índice de riesgo operacional corregido

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	BAJO	0	0
Temperatura media del agua en el sistema	ALTO	MEDIO	26	13
Frecuencia de renovación	ALTO	MEDIO	50	25
Sistema de filtración	ALTO	ALTO	10	10
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			86	48

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*64,0 + 0,6*9,0 + 0,1*48,0</b>	<b>29,4</b>
--	-------------

Con la aplicación pues de las medidas correctoras indicadas se ha conseguido reducir el Índice global por debajo del valor 60 hasta un valor de 29,4, y el Índice de mantenimiento por debajo de 50.

Aunque la disminución del índice estructural no ha sido tan drástica (73 a 64), controlando los factores de operación y mantenimiento se reduce el índice global de forma considerable.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO		ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento			No se observan anomalías	No se precisa
			Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
Revisión de la forma de pulverización			Pulverización uniforme	No se precisa
			Pulverización no homogénea	..... (acción realizada)
			Altura / alcance de los chorros reducido	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones			Ausencia de incrustaciones	No se precisa
			Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión			Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
			Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad			Ausencia	No se precisa
			Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de las boquillas			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de obstrucciones	..... (acción realizada)
Estado de los prefiltros			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de abundantes partículas	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y tratamiento del agua			Funcionamiento correcto.	No se precisa
			Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

## II - OPERACIONES DE LIMPIEZA

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Lavado manual de los filtros
		Vaciado y limpieza de la fuente
Protocolo seguido		

## III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>		
Tipo de operación		Desinfección de choque
		Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre:	
	Nº de registro:	
Dosis aplicada		
Tiempo de actuación		
Protocolo seguido		

## IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

## V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de <i>Legionella</i>		< 1000 Ufc/L	No se precisa
		≥ 1000 Ufc/L	.....
		< 10000 Ufc/L	.....
		≥ 10000Ufc/L	.....
Determinación de aerobios totales		< 100000 Ufc/ml	No se precisa
		≥ 100000 Ufc/ml	.....
Nivel de biocida			
Otros controles analíticos			.....

# CAPÍTULO 10

## RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL MEDIO URBANO

### 1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo y mantenimiento de zonas verdes en los núcleos urbanos conlleva la necesidad de disponer de un sistema de riego eficaz. La evolución de los sistemas de riego manuales ha conducido a la aplicación de sistemas de riego por aspersión muy frecuentemente utilizados para el riego de parques y jardines públicos.

En este tipo de riego el agua se pulveriza; por este motivo, estas instalaciones están contempladas 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 y concretamente están catalogadas como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

Los equipos de riego por aspersión que inicialmente se utilizaban basaban su funcionamiento principalmente en aspersores de impacto que se colocaban regularmente sobre el terreno y se retiraban una vez cumplida su función. Posteriormente por la facilidad de aplicación e incluso para evitar sustracciones o desperfectos surgieron los aspersores emergentes que quedan ocultos en el terreno y solamente surgen durante el proceso de riego.

### 3. DESCRIPCIÓN

El sistema de riego por aspersión está constituido básicamente por una red de distribución de agua; un sistema de control que incluye generalmente un programador, unas electroválvulas y unos difusores o boquillas que la pulverizan y la impulsan hasta las diversas zonas de riego.

Los principales sistemas existentes en el mercado se pueden dividir en dos grandes grupos: emergentes y no emergentes, que engloban tres grandes conceptos:

- Aspersores de impacto (figura 1).
- Difusores (figura 2).
- Aspersores de turbina (figura 3).

Los aspersores y difusores emergentes se hallan situados a nivel del suelo y al recibir presión, una parte de ellos emerge sobre la superficie para producir la función de riego. Finalizada ésta el aspersor o difusor, gracias un muelle de retroceso, vuela a su posición retraída. En muchos casos los aspersores y difusores disponen de un pequeño filtro de malla para la protección de las boquillas de pulverización del agua.

#### 3.1 Aspersores de impacto

Son equipos en los cuales el impacto del agua sobre una pieza móvil produce un desplazamiento del chorro de agua a lo largo de un recorrido predeterminado. Las partes más importantes pueden verse en el ejemplo de la figura 1.

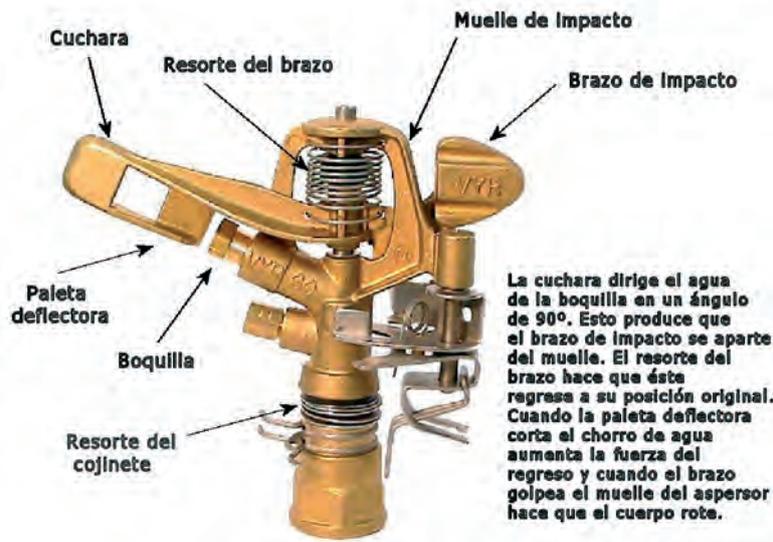


Figura 1. Ejemplo de aspersor de impacto



Figura 2. Ejemplo de difusor

### 3.2 Difusores

Son equipos fijos, más sencillos, que permiten el riego de un sector concreto y fijo del terreno. Un ejemplo de aplicación puede verse en la figura 2.

### 3.3 Aspersores de turbina

Son equipos que disponen de una turbina que aumenta el alcance del chorro de agua y permite el desplazamiento del chorro a lo largo de una sección del terreno. Las partes más importantes pueden verse en el ejemplo de la figura 3.

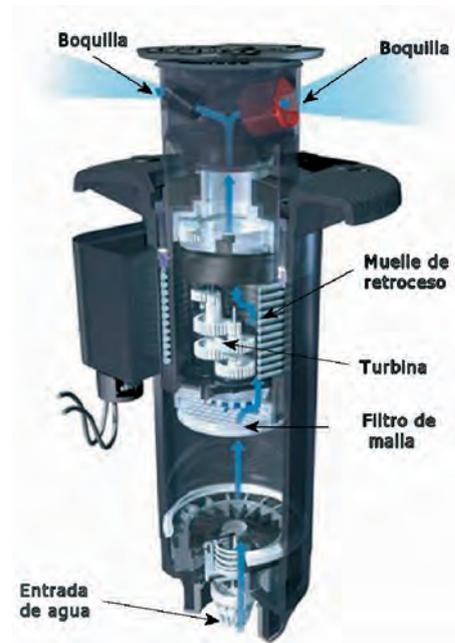


Figura 3. Ejemplo de aspersor de turbina

### 3.4 Terminología específica

- **Muelle de retroceso**

Elemento del aspersor o del difusor que permite mantenerlo retraído sin sobresalir del terreno salvo cuando se produce el riego.

- **Turbina**

Sistema utilizado en aspersores que regula el ángulo del chorro de agua y permite el desplazamiento del chorro a lo largo de una sección del terreno.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

Los criterios básicos de actuación se deben basar en garantizar que el agua de aporte sea de una calidad bacteriológica adecuada y, por otra parte en la realización de un mantenimiento de la instalación que permita la limpieza y desinfección de las partes más susceptibles de contaminación.

### 4.1 Fase de diseño

En esta fase se deberá contemplar, en primer lugar el origen del agua y la garantía microbiológica que ofrece.

Cuando se utilice agua de red no es preciso realizar ningún tratamiento de desinfección al tratarse de un agua cuya calidad bacteriológica está garantizada. En el caso de existencia de depósitos previos o intermedios o tramos que favorezcan la pérdida de la capacidad desinfectante del agua se valorará la necesidad de realizar tratamiento de desinfección.

En muchos casos el aprovechamiento de aguas subterráneas o residuales depuradas no potabilizadas (redes secundarias) para riego o limpieza de jardines o vías públicas es muy necesario para obtener un ahorro general de agua y así se contempla en los planes de muchos Organismos de las diferentes Administraciones que regulan el uso del agua, no obstante, en estos casos, debe establecerse un tratamiento previo que permita garantizar la calidad microbiológica del agua de aporte al sistema de riego.

La desinfección del agua puede realizarse en un depósito previo para permitir el tiempo de contacto necesario mediante un biocida autorizado o un sistema físico o físico-químico. En este caso deberá comprobarse que el sistema de desinfección utilizado, en la dosis de aplicación, no sea perjudicial para las especies vegetales existentes en la zona de riego.

Si no existe, ni es factible construir un depósito intermedio, se debe realizar como mínimo una desinfección en continuo (física o físico-química) en la tubería de aporte que permita garantizar la calidad microbiológica del agua de riego.

Siempre que sea posible se instalará un filtro de protección general adecuado a las características del agua para alargar la vida de los filtros de malla internos de los aspersores y difusores.

En aguas con carácter muy incrustante es posible asimismo dosificar un inhibidor o utilizar equipos físicos para evitar incrustaciones calcáreas en las boquillas. La descalcificación del agua con resinas de intercambio iónico no se utiliza normalmente en este tipo de instalaciones ya que aumenta el contenido de sodio en el agua, lo cual no es generalmente adecuado para el agua de riego.

Los sistemas de riego se diseñarán cuidando que sus elementos sean fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza y mantenimiento. La presión del agua de la red se ajustará siempre a las especificaciones de los aspersores y difusores. Una presión excesiva aumenta el nivel de aerosolización. Si es preciso se instalarán reductores de presión.

### 4.2 Fase de instalación y montaje

Los equipos se instalarán siempre sobre la base de un plano o un esquema de instalación y se verificará siempre la estanqueidad del circuito y la ausencia de fugas.

Los equipos de tratamiento del agua serán fácilmente accesibles para su mantenimiento y control. Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha.

Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria.

### 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

#### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

Evitar prolongados períodos de paro ya que favorecen el estancamiento del agua y la proliferación de microorganismos. Siempre que sea posible instalar un programador que ponga en funcionamiento diariamente la instalación. El riego por aspersión se realizará preferentemente en horarios en los que el paso de personas sea mínimo para evitar la exposición de la población a los aerosoles.

#### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La inspección del aspecto de la superficie del terreno, de la forma de pulverización así como del alcance del chorro de agua indicará si el sistema funciona correctamente y si existen obstrucciones en las boquillas o en los filtros de malla.

La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento del agua, se realizará con la siguiente periodicidad (tabla 1).

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento		Periodicidad
<b>Circuito de riego:</b> Se controlará regularmente el correcto funcionamiento del sistema y la ausencia de fugas en el circuito.		<b>SEMESTRAL</b>
<b>Boquillas:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea.		<b>SEMESTRAL</b>
<b>Filtros de los aspersores:</b> Revisar que no se encuentren obstruidos. Limpiar o sustituir cuando sea necesario.	Si existe filtro de protección general	<b>SEMESTRAL</b>
	Si no existe filtro de protección general	<b>MENSUAL</b>
<b>Equipos de tratamiento del agua:</b> Comprobar su correcto funcionamiento.	Equipos para la desinfección del agua de aporte	<b>SEMANAL</b>
	Otros equipos	<b>SEMESTRAL</b>

Se revisará el estado de conservación y limpieza general, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución. En aguas cuya calidad microbiológica en el aporte no esté garantizada, se revisará la calidad microbiológica de la misma, determinando los parámetros que se especifican en la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<b>Recuento total de aerobios</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo análisis.  La norma ISO 6222 especifica dos niveles de temperatura (22 y 36 °C). A efectos de sistemas de riego será suficiente el análisis a la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación.	<b>TRIMESTRAL</b>
<i>Legionella sp</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de Legionella.	<b>MÍNIMA ANUAL</b>  Especificar periodicidad según apartado 5 Evaluación del Riesgo. En instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es semestral.  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de tratamiento del agua.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

#### 4.3.3. Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestras en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 3 se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados.

Tabla 3. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
<b>Recuento total de aerobios</b>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al posible biocida utilizado.</p> <p>Se tomará aproximadamente un litro de agua a la salida de un aspersor o difusor, dejando correr previamente el agua unos segundos.</p>
<i>Legionella sp</i>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá un neutralizante adecuado al biocida utilizado.</p> <p>Se tomará un volumen mínimo de un litro de agua a la salida de un aspersor o difusor, dejando correr previamente el agua unos segundos.</p> <p><b>Normas de transporte:</b></p> <p><b>Para las muestras ambientales (agua)</b>, tal y como especifica el punto 2.2.62.1.51 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetos a esta disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.</p>
<p>Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas, teniendo en cuenta especificaciones de la Norma UNE-EN-ISO 5667-3 “Guía para la conservación y la manipulación de muestras”.</p>	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

#### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003, de 7 de febrero. Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- Limpieza y programa de mantenimiento.
- Limpieza y desinfección de choque.
- Limpieza y desinfección en caso de brote.

##### 4.3.4.1. Limpieza y programa de mantenimiento

La limpieza y desinfección de mantenimiento tiene como objeto garantizar la calidad microbiológica del agua durante el funcionamiento normal de la instalación.

Se corresponderá con los programas de tratamiento especificados en el artículo 8.2 del Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*.

##### 4.3.4.2. Limpieza y desinfección de choque

Todos los aspersores y difusores deben ser desinfectados como mínimo anualmente. Esta desinfección puede hacerse periódicamente y de forma rotatoria desmontando todos los mecanismos internos de aspersores y difusores. Desinfectar sumergiéndolos en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua fría. Es posible asimismo utilizar un biocida alternativo autorizado siguiendo las especificaciones del fabricante. Anualmente se deberán haber desinfectado todos los aspersores y difusores.

Alternativamente, en aquellas instalaciones que lo permitan, también sería posible realizar la desinfección introduciendo en toda la red (por ejemplo, a baja presión para que no exista pulverización) una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre (u otro biocida alternativo autorizado), dejarla actuar durante 30 minutos y purgar posteriormente esta solución.

##### 4.3.4.3. Limpieza y desinfección en caso de brote

Detener el funcionamiento del sistema de riego. Llenar todo el circuito con agua que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos manteniendo el pH entre 7 y 8.

En caso necesario, añadir biodispersantes capaces de actuar sobre la biocapa, y/o anticorrosivos compatibles en cantidades adecuadas.

Una vez realizada la desinfección la solución desinfectante se neutralizará, se tratará el agua adecuadamente y se conducirá a desagüe, aclarándose el sistema con agua limpia.

Desmontar todos los mecanismos internos de aspersores y difusores y desinfectar sumergiéndolos en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua limpia. Los elementos exteriores difíciles de desmontar o sumergir, se cubrirán con un paño limpio impregnado en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua limpia.

### 4.3.5 Criterios de valoración de resultados

En la tabla 4 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las acciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de los mismos.

Tabla 4. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctiva en caso de incumplimiento
Presencia de aerobios totales	$\geq 100000$ Ufc/ml.	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras. Realizar una limpieza y desinfección de choque. Confirmar el recuento, aproximadamente a los 15 días y si se mantiene superior al valor indicado realizar una limpieza y desinfección en caso de brote. Confirmar el recuento de nuevo aproximadamente a los 15 días.
<i>Legionella sp</i>	$> 100 < 1000$ Ufc/L.	Realizar limpieza y desinfección de choque según el apartado 4.3.2.2 y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.
	$\geq 1000$ Ufc/L.	Realizar limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote, apartado 4.3.2.3 y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

### 4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

Los principales problemas asociados a la instalación son los que se producen como consecuencia de la obstrucción de los filtros de malla y de las boquillas de pulverización.

Estos problemas pueden producirse por la entrada de partículas sólidas o impurezas contenidas en el agua, por formación de incrustaciones calcáreas en las boquillas, o en algunos casos como consecuencia del contacto del circuito con el exterior debido a fugas o roturas.

En ambos casos la solución consiste en localizar el tramo o equipo afectado y sustituir o limpiar las piezas defectuosas.

Si se detecta una frecuencia muy importante de obstrucción de los filtros de los aspersores y difusores, es aconsejable instalar en el aporte general un filtro de protección adecuado a las características del agua.

Si se detecta una formación importante de incrustaciones calcáreas en las boquillas pulverizadoras, es aconsejable dosificar un inhibidor o utilizar un equipo físico para evitarlas.

Si la presión del agua es superior a las especificaciones del fabricante del aspersor o difusor, o puede oscilar durante las horas de riego se deberá instalar un reductor de presión.

### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en éstas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberá indicar:

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.
- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultados de la evaluación del riesgo

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberán ajustarse al Real Decreto 835/2003. No obstante en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (Anexo 1).

## 5. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada sistema concreto es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003 de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003. Las tablas 5, 6 y 7 permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación.

Las tablas comprenden factores estructurales asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación; y factores de operación, asociados al funcionamiento de la instalación.

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar. La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice global” que figura a continuación de la tabla 8.

Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta. Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 5. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Red de distribución pública.	Captación propia tratada o aguas depuradas.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisión el correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Captación propia no tratada.	Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica y en caso necesario introducir equipos de tratamiento (al menos filtración y desinfección).
<b>Materiales</b> • Composición • Rugosidad • Corrosividad	Materiales metálicos y plásticos que resistan la acción agresiva del agua y biocidas.	Hormigón. Materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación o a la acción de los biocidas.	Sustitución de materiales o recubrimiento con materiales adecuados. Adición de inhibidores de corrosión.	Otros materiales en contacto con el agua que favorezcan el desarrollo de bacterias.	Sustitución de materiales. En caso necesario introducir equipos de tratamiento.
<b>Tipo de aerosolización</b>	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	Sustituir el sistema de aerosolización.	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	Sustituir el sistema de aerosolización.
<b>Punto de emisión de aerosoles</b>	Instalación totalmente aislada de elementos a proteger o zonas de tránsito de personas.	Existen elementos a proteger pero se hallan suficientemente alejados del punto de emisión.	Instalar algún tipo de barrera de separación.	Próximo a elementos a proteger (zonas de tránsito de personas, tomas de aire exterior, ventanas, etc.)	Incrementar la distancia.  Instalar algún tipo de barrera de separación.
<b>Condiciones atmosféricas</b> • Vientos • Humedad relativa • Temperaturas ambientales	El efecto de los vientos no es significativo.	Los vientos dominantes dirigen el aerosol a zonas de baja o media densidad de población.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación del sistema de riego se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas.	Existencia de vientos dominantes que dirijan el aerosol a zonas de alta densidad de población o elementos a proteger.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación del sistema de riego se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas.
<b>Ubicación de la instalación</b>	Zona alejada de áreas habitadas.	Zona urbana de baja o media densidad de población.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación del sistema de riego se tendrá en cuenta la ubicación.	Zona urbana de alta densidad Zona con puntos de especial riesgo: Hospitales, residencias de ancianos, etc.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación del sistema de riego se tendrá en cuenta la ubicación.

Tabla 6. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Parámetros fisicoquímicos - Nivel de biocida</b>	El nivel de biocida se controla de forma automática o con una periodicidad como mínimo semanal.	Se adiciona un biocida pero su concentración se controla con una periodicidad mínima mensual.	Aumentar la frecuencia de control de biocida.	No se adiciona biocida o éste se controla con una periodicidad superior a un mes.	Adicionar biocida.  Aumentar la frecuencia de control de biocida.
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece  - Aerobios totales < 100000 Ufc/ml  - <i>Legionella sp</i> Ausencia	En los controles analíticos aparece  - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml  - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Según criterio del apartado 4.3.5 Valoración de resultados.	En los controles analíticos aparece - Aerobios totales > 100.000 Ufc/ml incluso después de realizar una desinfección preventiva. - <i>Legionella sp</i> ≥ 1000 Ufc/L.	Según criterio del apartado 4.3.5 Valoración de resultados.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación se encuentra limpia, sin biocapa.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección de choque de la instalación.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar sistema de tratamiento.	Mal estado general de conservación: Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.
<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección</b>	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado funcionando correctamente.	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	Instalar el sistema de tratamiento y desinfección.

Tabla 7. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura media del agua de aporte	< 20 °C.	20-30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.	> 30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.
Temperatura media del agua en el sistema	< 20 °C.	20-30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías. Aumentar la frecuencia de consumo.	> 30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías. Aumentar la frecuencia de consumo.
Frecuencia de uso	El sistema se usa diariamente.	El sistema se usa como mínimo semanalmente.	Aumentar frecuencia de uso.	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	Aumentar frecuencia de uso.
Horario de funcionamiento	Se utiliza preferentemente de noche.	Se utiliza de día en horas de baja frecuencia de paso de personas.	Programar su uso durante la noche.	Se utiliza siempre de día en horas de paso frecuente de personas.	Programar su uso durante la noche.

Tabla 8. Índice global

Estructural	Bajo	Medio	Alto
Procedencia del agua	0	9	18
Materiales	0	4	8
Tipo de pulverización y tamaño de gotas	0	13	26
Punto de emisión de aerosoles	0	10	20
Condiciones atmosféricas	0	5	10
Ubicación de la instalación	0	9	18
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Parámetros fisicoquímicos - Nivel de biocida	0	9	18
Contaminación microbiológica	0	12	24
Estado higiénico de la instalación	0	12	24
Estado mecánico de la instalación	0	8	16
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	0	9	18
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Operación	Bajo	Medio	Alto
Temperatura media del agua de aporte	0	10	20
Temperatura media del agua en el sistema	0	10	20
Frecuencia de uso	0	15	30
Horario de funcionamiento	0	15	30
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgo el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3 \cdot \text{IE} + 0,6 \cdot \text{IM} + 0,1 \cdot \text{IO}$$

### 5.2 Valoración del índice global

#### **ÍNDICE GLOBAL < 60**

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003, así como los especificados en el apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

#### **ÍNDICE GLOBAL ≥ 60-80**

Se llevarán a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice por debajo de 60.

Aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral.

Aumentar la frecuencia de control microbiológico a periodicidad mensual.

#### **ÍNDICE GLOBAL > 80**

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán en caso de ser necesaria la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice.

Aumentar la frecuencia de control microbiológico a periodicidad mensual.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre ≤ 50.

### 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las siguientes tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Se trata de una captación propia tratada.	MEDIO
Materiales	Los materiales resisten la acción agresiva del agua y biocidas y no favorecen el desarrollo de bacterias.	BAJO
Tipo de aerosolización	El nivel de aerosolización es muy importante con gotas finas que son transportadas por el aire.	ALTO
Punto de emisión de aerosoles	La instalación está próxima a elementos a proteger.	ALTO
Condiciones atmosféricas	El efecto de las condiciones atmosféricas no es significativo.	BAJO
Ubicación de la instalación	La instalación se halla en una zona urbana de baja o media densidad de población.	MEDIO

Tabla 10. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros fisicoquímicos - Nivel de biocida	Se adiciona un biocida en el agua. Su concentración se controla con una periodicidad mensual.	MEDIO
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml y <i>Legionella</i> < 1000 Ufc/L.	MEDIO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad visible generalizada.	ALTO
Estado mecánico de la instalación	Mal estado general de conservación. Corrosión e incrustaciones generalizadas.	ALTO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente.	MEDIO

Tabla 11. Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura media del agua de aporte	18 °C	BAJO
Temperatura media del agua en el sistema	21 °C	MEDIO
Frecuencia de uso	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	ALTO
Horario de funcionamiento	Se utiliza siempre de día en horas de paso frecuente de personas.	ALTO

A partir de estos factores se calcularía el Índice global tal y como se muestra en las tablas 12, 13 y 14, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 12. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	MEDIO	9
Materiales	BAJO	0
Tipo de aerosolización	ALTO	26
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	20
Condiciones atmosféricas	BAJO	0
Ubicación de la instalación	MEDIO	9
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>64</b>

Tabla 13. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Parámetros fisicoquímicos - Nivel de biocida	MEDIO	9
Contaminación microbiológica	MEDIO	12
Estado higiénico de la instalación	ALTO	24
Estado mecánico de la instalación	ALTO	16
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	MEDIO	9
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>70</b>

Tabla 14. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	0
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	10
Frecuencia de uso	ALTO	30
Horario de funcionamiento	ALTO	30
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>70</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el siguiente resultado:

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*64,0 + 0,6*70,0 + 0,1*70,0</b>	<b>68,2</b>
---	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el Índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el Índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ . En este caso el Índice es 70 por lo que sería necesario actuar en este apartado.

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO” así como a potenciar el mantenimiento de la instalación. Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se describen en las tablas 15 y 16. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 15. Factor de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml y <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Como consecuencia del resto de acciones correctoras este valor disminuye < 100000 Ufc/ml en aerobios total y se produce Ausencia de <i>Legionella sp</i> .	<b>BAJO</b>
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad visible generalizada.	Se realiza una limpieza y desinfección de choque de la instalación y se aumenta la frecuencia de limpieza.	<b>BAJO</b>
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Mal estado general de conservación. Corrosión e incrustaciones generalizadas.	Se sustituyen los elementos con corrosión y se eliminan las incrustaciones.	<b>BAJO</b>
<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección</b>	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente.	Se revisan y reparan los elementos que no funcionan correctamente	<b>BAJO</b>

Tabla 16 Factor de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Frecuencia de uso</b>	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	Se aumenta la frecuencia de uso. El sistema se usa como mínimo semanalmente.	<b>MEDIO</b>
<b>Horario de funcionamiento</b>	Se utiliza siempre de día en horas de paso frecuente de personas.	Se programa el uso de sistema solamente en horario nocturno	<b>BAJO</b>
<b>Temperatura media del agua en el sistema</b>	21 °C.	Al utilizar la instalación solamente de noche esta temperatura se reduce a 19 °C.	<b>BAJO</b>

Una vez realizadas las correcciones el Índice global queda como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Índice de riesgo estructural corregido

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Procedencia del agua	MEDIO	<b>MEDIO</b>	9	<b>9</b>
Materiales	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Tipo de pulverización y tamaño de gotas	ALTO	<b>ALTO</b>	26	<b>26</b>
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	<b>ALTO</b>	20	<b>20</b>
Condiciones atmosféricas	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Ubicación de la instalación	MEDIO	<b>MEDIO</b>	9	<b>9</b>
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			64	<b>64</b>

Tabla 14. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Parámetros fisicoquímicos - Nivel de biocida	MEDIO	<b>MEDIO</b>	9	<b>9</b>
Contaminación microbiológica	MEDIO	<b>BAJO</b>	12	<b>0</b>
Estado higiénico de la instalación	ALTO	<b>BAJO</b>	24	<b>0</b>
Estado mecánico de la instalación	ALTO	<b>BAJO</b>	16	<b>0</b>
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	MEDIO	<b>BAJO</b>	9	<b>0</b>
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			70	<b>9</b>

Tabla 14. Índice de riesgo operacional corregido

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	<b>BAJO</b>	10	<b>0</b>
Frecuencia de uso	ALTO	<b>MEDIO</b>	30	<b>15</b>
Horario de funcionamiento	ALTO	<b>BAJO</b>	30	<b>0</b>
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			70	<b>15</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el siguiente resultado:

$\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3 \cdot 64,0 + 0,6 \cdot 9,0 + 0,1 \cdot 15,0$	<b>26,1</b>
--	-------------

Con la aplicación de las medidas correctora indicadas se ha conseguido reducir el Índice global por debajo del valor 60 hasta un valor de 26,1 y el Índice de mantenimiento por debajo de 50 hasta un valor de 9.

Aunque no se ha disminuido el índice estructural controlando los factores de operación y de mantenimiento, se reduce el índice global de forma considerable.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO	ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento		No se observan anomalías ni fugas	No se precisa
		Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
		Se observan fugas	..... (acción realizada)
Revisión de la forma de aerosolización		Pulverización uniforme	No se precisa
		Pulverización no homogénea	..... (acción realizada)
		Altura / alcance de los chorros reducido	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones		Ausencia de incrustaciones	No se precisa
		Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión		Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
		Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad		Ausencia	No se precisa
		Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de las boquillas		Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
		Presencia de obstrucciones	..... (acción realizada)
Estado de los prefiltros		Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
		Presencia de abundantes partículas	..... (acción realizada)

Estado de los equipos de desinfección y tratamiento del agua		Funcionamiento correcto.	No se precisa
		Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

## II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

<b>FECHA</b>	
Tipo de operación	Limpieza de los filtros internos
	Limpieza de las boquillas

## III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>	
Tipo de operación	Desinfección de choque
	Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre: Nº de registro:
Dosis aplicada	
Tiempo de actuación	
Protocolo seguido	

## IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

## V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de aerobios totales		< 100000 Ufc/ml	No se precisa
		≥ 100000 Ufc/ml	.....
Determinación de <i>Legionella sp</i>		Ausencia	No se precisa
		Presencia < 1000 Ufc/L	.....
		Presencia ≥ 1000 Ufc/L	.....
Otros controles analíticos			.....

# CAPÍTULO 11

## SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS

### 1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de protección contra incendios en determinados tipos de edificios requieren el almacenamiento y distribución de agua hasta puntos cercanos a las zonas habitadas para su uso en caso de un posible fuego accidental. Dichos sistemas por definición, mantienen el agua estancada hasta el momento de uso. Desde el punto de vista de los riesgos de *Legionella* hay varios tipos de problemas potenciales listados en orden de importancia:

- a) La instalación contra incendios está conectada (sin una protección de corte eficaz) a otras redes de almacenamiento y distribución de agua que pueden resultar contaminadas si la bacteria se desarrolla en la red contra incendios.
- b) La instalación contra incendios está contaminada por bacterias del tipo *Legionella pneumophila* y los trabajadores y usuarios se ven potencialmente expuestos en la ejecución de pruebas hidráulicas.
- c) La instalación contra incendios está contaminada por bacterias del tipo *Legionella pneumophila* y los trabajadores y usuarios se ven potencialmente expuestos durante el uso de los equipos en una situación de emergencia.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

El fuego ha sido, a la vez un elemento imprescindible y un potencial enemigo tradicional de las viviendas y lugares de trabajo del ser humano.

Desde la antigüedad, en las ciudades siempre se ha dispuesto de diversos medios más o menos sofisticados para la lucha contra los incendios accidentales, tradicionalmente se disponía de grupos de bomberos a los que se confiaba dicha labor. A principios del siglo XX, se comenzó a instalar sistemas mecánicos de detección y extinción de incendios que basaban su funcionamiento en el almacenamiento de agua y su descarga automática o manual en caso de emergencia.

### 3. DESCRIPCIÓN

Los sistemas de protección contra incendios constituyen un conjunto de equipamientos diversos integrados en la estructura de los edificios, actualmente, las características de estos sistemas están regulados por el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio. La protección contra incendios se basa en dos tipos de medidas:

- Medidas de protección pasiva.
- Medidas de protección activa.

#### 3.1 Medidas de protección pasiva:

Son medidas que tratan de minimizar los efectos dañinos del incendio una vez que este se ha producido. Básicamente están encaminadas a limitar la distribución de llamas y humo a lo largo del edificio y a permitir la evacuación ordenada y rápida del mismo.

Algunos ejemplos de estas medidas son:

- Compuertas en conductos de aire.
- Recubrimiento de las estructuras (para maximizar el tiempo antes del colapso por la deformación por temperatura).
- Puertas cortafuegos.
- Dimensiones y características de las vías de evacuación.
- Señalizaciones e iluminación de emergencia.
- Compartimentación de sectores de fuego.
- Etc.

### 3.2 Medidas de protección activa:

Son medidas diseñadas para asegurar la extinción de cualquier conato de incendio lo más rápidamente posible y evitar así su extensión en el edificio. Dentro de este apartado se han de considerar dos tipos de medidas:

- a) Medidas de detección de incendios, que suelen estar basadas en la detección de humos (iónicos u ópticos) o de aumento de temperatura.
- b) Medidas de extinción de incendios, que pueden ser manuales o automáticos:
  - Manuales: Extintores, Bocas de incendio equipadas (BIE), Hidrantes, Columna seca.
  - Automáticos: Dotados de sistemas de diversos productos para extinción:
    - Agua (Sprinklers, cortinas de agua, espumas, agua pulverizada).
    - Gases (Halcones (actualmente en desuso), dióxido de carbono).
    - Polvo (Normal o polivalente).

Dentro de todo este conjunto de equipos e instalaciones, desde el punto de vista de la legionelosis tan solo presentan riesgo, aquellos equipos que acumulan agua y pueden pulverizarla en algún momento, ya sea en pruebas o en caso de emergencia real.

En concreto, debemos incluir dentro de las instalaciones con riesgo de legionelosis las medidas de extinción de incendios manuales dotadas de agua como las bocas de incendio equipadas (BIE) y los hidrantes. Y los sistemas automáticos dotados que emplean agua para la extinción como los sprinklers, cortinas de agua o sistemas de agua pulverizada.

La estructura de los sistemas de riesgo, tanto en el caso de instalaciones manuales como automáticas es similar, cuentan con un sistema de aporte de agua, que puede ser un depósito de almacenamiento de agua y un grupo de bombas (a menudo con alimentación eléctrica autónoma) o bien una entrada directa de la red de suministro. Según los usos y dimensiones de los locales, existen unas exigencias reglamentarias específicas en cuanto a la obligatoriedad de mantener un cierto volumen de agua almacenada para casos de emergencia.

Este hecho es el principal riesgo desde el punto de vista de la legionelosis, se trata de mantener agua almacenada por un periodo de tiempo normalmente muy extenso y que en un momento determinado se puede pulverizar en presencia de personas.

#### 3.2.1 Sistemas Manuales: Bocas de incendio equipadas (BIE) y los hidrantes

En la figura 1, se observa un esquema simplificado de este tipo de instalaciones, donde se aprecia el depósito (1), el sistema de bombeo (2) y la red de distribución de agua (3) dentro del edificio.

También se observa la conexión de los circuitos interiores al aporte directo de agua de la red pública de suministro (4). Y una posible conexión a un camión cisterna, que pudiera suministrar agua extra en caso de ser necesario (5).

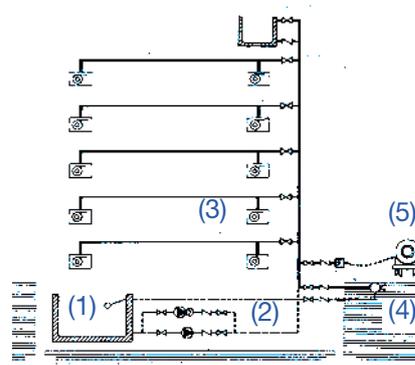


Figura 1. Sistemas manuales

### 3.2.2 Sistemas Automáticos: Sprinklers (rociadores), cortinas de agua o sistemas de agua pulverizada

En el caso de sistemas automáticos, la descripción de las instalaciones (figura 2) es similar al caso anterior de sistemas manuales, pero en este caso se incorpora un presostato (6), que envía una señal a una centralita (7) que activa las bombas, (8) en caso necesario. Si se produce un incendio la salida de agua, se realiza por el elemento rociador final (9).



Foto 1

En la imagen adjunta se observa una instalación de bombeo en un depósito de agua contra incendios (Foto1)

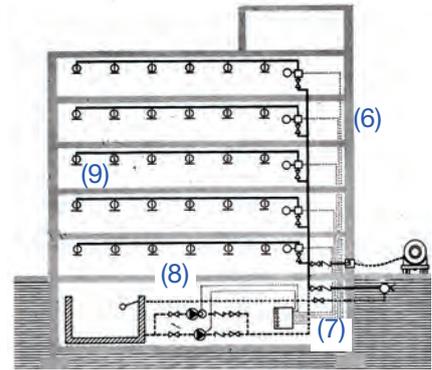


Figura 2. Sistemas automáticos

### 3.3 Terminología específica

#### • Boca de incendio equipada (BIE)

Equipo completo de protección y extinción de incendios, que se instala de forma fija sobre la pared y se conecta a una red de abastecimiento de agua. Esta compuesta de los siguientes elementos: manguera y soporte giratorio abatible, manómetro, válvula y boquilla lanza.

#### • Depósito contra incendios

Almacenamiento de agua, en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de agua de hidrantes, rociadores, BIE's u otros elementos finales del sistema durante un tiempo determinado por las características y usos de los edificios.

#### • Columna seca

Conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio discurre generalmente por la caja de la escalera y está provista de bocas de salida en pisos y de toma de alimentación en la fachada para conexión de los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, que es el que proporciona a la conducción la presión y el caudal de agua necesarios para la extinción del incendio.

#### • Detector de humo

Dispositivos que captan la presencia de humo y cuando el valor de ese fenómeno sobrepasa un umbral prefijado se genera una señal de alarma que es transmitida a la central de control y señalización, generalmente como cambio de consumo o tensión en la línea de detección. Según la clasificación de la NTP 215 Detectores de humo (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). Los detectores de humos suelen clasificarse en seis grupos:

- Fotoeléctricos
  - De haz de rayos proyectados.
  - De haz de rayos reflejados.
- Iónicos
  - De partículas alfa.
  - De partículas beta.
- De puente de resistencia.
- De análisis de muestra.
- Combinados.
- Taguchi con semiconductor.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

En este apartado se incluyen descripciones de las características técnicas óptimas de una instalación, así como de los protocolos, condiciones de operación, etc., siguiendo las diferentes fases del ciclo de vida útil de la misma.

### 4.1 Fase de diseño

El diseño de sistemas contra incendios, como se ha explicado anteriormente, está definido en la Norma Básica de la Edificación, los aspectos del diseño que nos ocupan en el presente documento se basan en evitar los dos principales problemas asociados a este tipo de instalaciones.

Los puntos que se tendrán en consideración en este apartado serán los siguientes:

- Criterios de selección (características técnicas de la instalación).
  - Materiales
  - Capacidad de circulación del agua en el sistema
  - Contaminación de otros sistemas
- Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua.

#### 4.1.1 Criterios de selección

El tipo de sistema a instalar en un edificio depende del uso (administrativo, comercial, hospitalario, residencial, etc.), las dimensiones (altura de evacuación y metros cuadrados), y las características técnicas de los locales (tipos de fuegos posibles, carga térmica, etc.)

A continuación se detallan algunos aspectos de diseño relevantes desde el punto de vista de prevención de legionelosis.

##### **a) Materiales**

Los requisitos que debemos exigir a los materiales son de dos tipos; que sean resistentes a la acción de los biocidas, y que eviten o al menos no favorezcan la aparición de la biocapa.

Ver en el apartado 4 “Criterios técnicos y protocolos de Actuación” las recomendaciones de selección de materiales del capítulo 2 “Agua Fría de Consumo Humano”, la parte aplicable correspondiente a sistemas contra incendios.

##### **b) Capacidad de circulación del agua en el sistema**

Tradicionalmente los sistemas contra incendios se han diseñado como instalaciones cerradas, que en algunos casos sólo se activan en caso de incendio, y con la destrucción del elemento final, esta situación hace muy difícil o incluso imposible la realización de un posible tratamiento de desinfección de las redes.

Por tanto, como criterio general es recomendable disponer de sistemas que permitan la completa circulación del agua por las redes de distribución del sistema, disponiendo, en el mejor caso de una red de recirculación completa que permita devolver el agua al aljibe de almacenamiento, o en todo caso, si esto no es posible por los requisitos de funcionamiento del sistema, que disponga de un grifo de vaciado al final de cada ramal de manera que se permita asegurar el tratamiento de toda la red en caso de ser necesario.

Las bocas de incendio equipadas de manguera podrían emplearse para realizar el tratamiento, pudiendo aprovechar cualquier operación de prueba hidráulica. Es recomendable disponer siempre de un punto de muestreo en un punto alejado del aljibe o punto de suministro de agua al sistema, y válvulas de drenaje que permitan vaciar la instalación al completo en caso de ser necesario.

NOTA: El vaciado completo de un sistema contra incendios deja sin protección el edificio y puede plantear problemas en caso de incendio en ese instante por lo que se recomienda determinar que tipo de medidas de protección alternativas serían consideradas válidas.

### c) Contaminación de otros sistemas

Los sistemas contra incendios que comparten circuitos de agua destinados a otros usos pueden resultar una fuente de contaminación, ya que por su propia función, están destinados a almacenar el agua estancada por largos periodos de tiempo, por ello es fundamental asegurar que las uniones de estos tipos de equipos con otras instalaciones se encuentren perfectamente protegidas, esto se puede conseguir con una válvula anti-retorno de bola o similar, o bien, si se desea máxima protección mediante un desconector (figura 3). Estos equipos suelen ser sistemas preintegrados que se insertan en la red y disponen de un juego de presostatos de manera que cuando la presión en el circuito "sucio" es superior a la del circuito a proteger (agua de red u otra instalación del edificio) se cierran las válvulas (1) y (2) abriendo la válvula (3) para vaciar la "T" de desagüado y permitir la completa desconexión de ambos circuitos.

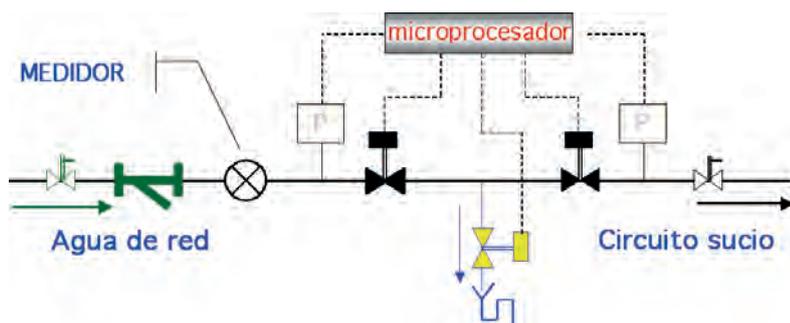


Figura 3. Desconector

En la fotografía (foto 2) se observa una instalación contra incendios alimentada directamente de red, que si bien está dotada de válvulas anti-retorno, no se puede considerar segura desde un punto de vista higiénico. Este tipo de instalaciones en algunos casos incluso incumple la normativa de protección contra incendios pero tal como demuestra la fotografía son situaciones posibles e incluso relativamente comunes.



Foto 2

#### 4.1.2 Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua

Mediante la desinfección se consigue controlar el crecimiento microbiano dentro de niveles que no causen efectos adversos.

Desde la fase de diseño de un sistema contra incendios se puede contemplar la necesidad de realizar desinfecciones, previendo, por tanto, todos los elementos que deben formar parte del equipamiento necesario para su realización.

Para el mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en condiciones normales de operación en un sistema contra incendios se deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Control de crecimiento de microorganismos
- Control de la corrosión y de incrustaciones

Los sistemas contra incendios son sistemas de almacenamiento y transporte de agua fría (normalmente con calidad de agua de consumo humano), por tanto la corrosión e incrustaciones se deben tratar como cualquier circuito de estas características. Ver en el apartado de "Criterios técnicos y protocolos de actuación" las recomendaciones de control de la corrosión y de las incrustaciones y el ejemplo de sistema de desinfección de depósitos acumuladores de agua del capítulo 2 Agua Fría de Consumo Humano, la parte aplicable correspondiente a sistemas contra incendios.

#### 4.2 Fase de instalación y montaje

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha.

Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria.

### 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

#### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

En principio la instalación contra incendios se mantiene habitualmente en condiciones de estancamiento del agua, tan solo las bocas de incendio equipadas de manguera deben abrirse una vez al año de acuerdo a los requisitos de mantenimiento del Real Decreto 1942/1993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

#### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza. La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento de agua se realizará con la siguiente periodicidad (tabla 1):

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento de la instalación	Periodicidad
<b>Funcionamiento de la instalación:</b> Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.	ANUAL
<b>Estado de conservación y limpieza de los depósitos:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones.	SEMESTRAL
<b>Estado de conservación y limpieza de los puntos terminales (hidrantes, BIE's, sprinklers, rociadores, etc):</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. Se realizará en un número representativo, rotatorio a lo largo del año de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.	SEMESTRAL
<b>Filtros y otros equipos de tratamiento y/o desinfección del agua (si se dispone de ellos):</b> Comprobar su correcto funcionamiento.	TRIMESTRAL

Se revisará el estado de conservación y limpieza general de los depósitos acumuladores, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación.

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución. Si se detectan procesos de corrosión se sustituirá el elemento afectado y, conjuntamente, se realizará, si es preciso, un tratamiento preventivo adecuado para evitar que estos procesos vuelvan a reproducirse.

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los parámetros que se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
Temperatura(*)	Termómetro de inmersión de lectura directa	TRIMESTRAL
Nivel de cloro residual libre (**)	Medidor de cloro libre o combinado de lectura directa o colorimétrico (DPD)	TRIMESTRAL
pH (***)	Medidor de pH de lectura directa o colorimétrico	TRIMESTRAL

<i>Legionella sp</i> (****)	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella sp</i>	Mínima Anual.  (Especificar periodicidad según Evaluación de Riesgo. En instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es semestral).  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.
-----------------------------	--	---

(\*) En el depósito de acumulación si existe.

(\*\*) En el depósito de acumulación si existe y en un número representativo de los puntos terminales.

(\*\*\*) Parámetros a determinar cuando el agua proceda de un depósito de acumulación.

(\*\*\*\*) En puntos significativos del circuito y del depósito si existe.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de tratamiento del agua.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida. Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 3 se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados:

Tabla 3. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
<b>Temperatura.</b>	En los depósitos, el punto de la toma de muestras estará alejado de la entrada de agua así como de cualquier adición de reactivos. Medir temperatura del agua y pH.
<b>Nivel de cloro residual libre y pH</b>	En la red de distribución se tomarán muestras directas en el depósito de almacenamiento de agua si existe.  Medir temperatura del agua y concentración de cloro libre.  Considerar siempre los valores más desfavorables para el algoritmo de determinación del riesgo.
<i>Legionella sp</i>	Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá un neutralizante del cloro (u otro biocida si procede).  En los depósitos se tomará un litro de agua de cada uno, preferiblemente de la parte baja del depósito, recogiendo, si existieran, materiales sedimentados. El punto de la toma de muestras estará alejado de la entrada de agua así como de cualquier adición de reactivos. Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre y anotar en los datos de toma de muestra.  En la red de distribución se tomarán muestras de agua de los puntos terminales de la red, grifos ubicados en los puntos finales de cada ramal.

	<p><b>Normas de transporte:</b></p> <p><b>Para las muestras ambientales (agua)</b>, tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetos a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas</p>
<p>Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. “Guía para la conservación y la manipulación de muestras”.</p>	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

#### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo tanto entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar. En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003 de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- Limpieza y programa de mantenimiento
- Limpieza y desinfección de choque
- Limpieza y desinfección en caso de brote

##### 4.3.4.1 Limpieza y programa de mantenimiento

La limpieza y desinfección de mantenimiento tiene como objeto garantizar la calidad microbiológica del agua durante el funcionamiento normal de la instalación.

Se corresponderá con los programas de tratamiento especificados en el artículo 8.2 Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*.

Puede realizarse con cloro, con cualquier otro tipo de biocida autorizado, sistemas físicos o físico-químicos de probada eficacia. Para mantener la calidad físico-química y microbiológica del agua de un sistema contra incendios dotado de aljibe se puede instalar un sistema como el descrito en la figura 4.

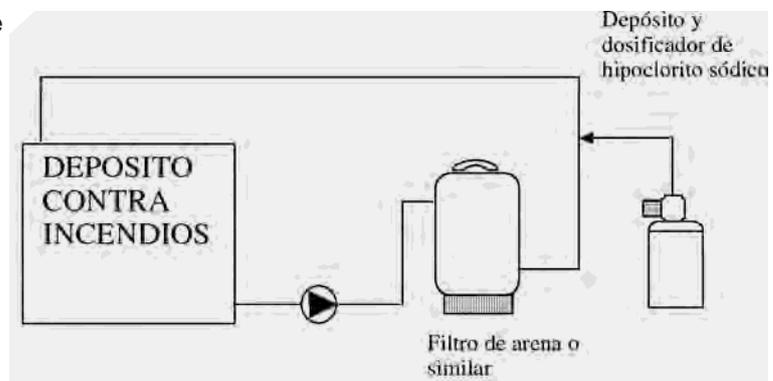


Figura 4. Sistema de control de la calidad físico química del agua

#### 4.3.4.2 Limpieza y desinfección de choque

Anualmente se deberá realizar algún tipo de tratamiento del depósito de agua, acorde a los resultados analíticos de las muestras de control de *Legionella sp*, según los requisitos de los criterios de valoración de resultados del apartado 4.3.5. El proceso de decisión será el siguiente:

- Toma de muestra del agua del depósito, si existe, y de algún punto alejado en la red de distribución (que deberá estar dotada de un punto de muestreo adecuado).
- Si el resultado es positivo (ver apartado 4.3.5 Criterios de valoración), el sistema se someterá a desinfección química según lo descrito en el anexo 3 del Real Decreto 865/2003.
- Si el resultado es negativo, el depósito se someterá a una limpieza general convencional, que por ahorro de agua, podrá realizarse mediante sistemas de limpia fondos, aplicando éstos también a las paredes.

#### 4.3.4.3 Limpieza y desinfección en caso de brote

El sistema se someterá a desinfección química según lo descrito en el anexo 3C del Real Decreto 865/2003, considerando como puntos finales de la red los grifos instalados a tal efecto en los puntos mas alejados de cada ramal. Si estos no existen deberán instalarse, excepto en el caso de sistemas con recirculación.

#### 4.3.5 Criterios de valoración de resultados

En la tabla 4 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las acciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de los mismos.

Tabla 4. Acciones correctoras en función de los parámetros

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctora en caso de incumplimiento
Nivel de cloro ó Biocida utilizado	1 mg/l Cloro residual libre. Usar dispositivo automático, añadiendo anticorrosivo, compatible con el cloro, en cantidad adecuada.	Revisar y ajustar el sistema de dosificación de cloro o biocida cuando la concentración se encuentre por debajo del valor de referencia.
	Según fabricante.	
Temperatura	Según condiciones de funcionamiento.	No aplicable.
pH	6,5-9,0	Se valorará este parámetro a fin de ajustar la dosis de cloro a utilizar (UNE 100030) o de cualquier otro biocida.
<i>Legionella sp</i>	≥ 1000 < 10000 Ufc/L.	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras que disminuyan la concentración de <i>Legionella</i> . Limpieza y desinfección de choque. Confirmar el recuento aproximadamente a los 15 días y repetir el proceso hasta conseguir niveles < 1000 Ufc/L.
	≥ 10000 Ufc/L.	Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema en su caso. Limpieza y desinfección en caso de brote. Confirmar el recuento aproximadamente a los 15 días y repetir el proceso hasta conseguir niveles < 1000 Ufc/L.

#### 4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

Los principales problemas asociados a este tipo de instalaciones están relacionados con la dificultad de tratar las redes por la falta de recirculación o la ausencia de salidas de agua en los puntos finales del sistema, la única opción en estos casos es instalar tales medios.

#### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en estas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberá indicar:

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.
- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberá ajustarse al Real Decreto 835/2003. No obstante en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (anexo 1).

### 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada instalación concreta es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

#### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003 de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003.

Las tablas 5, 6 y 7 que figuran a continuación permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación. Las tablas comprenden factores estructurales asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación y factores de operación asociados al funcionamiento de la instalación. En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice global” que figura a continuación de la tabla 8. Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado. El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del inspector y no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 5. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Agua de consumo humano.	Captación propia tratada.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisar el correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Captación propia no tratada. Procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.	Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica e introducir equipos de tratamiento, como mínimo filtración y desinfección.
<b>Agua estancada</b>	El agua se mueve desde el depósito (tratado) hasta los puntos finales mediante un sistema de recirculación de agua constante o periódicamente de tal forma que el biocida accede a todos los puntos de la instalación.	El sistema mantiene el agua estancada. No hay modo de recircular o vaciar el agua de la red excepto por los rociadores.	Establecer un programa de movimiento periódico del agua en dichos elementos. Se ha de garantizar el acceso del biocida a todos los puntos de la instalación.	Existen tramos muertos, depósitos o equipos en desuso, by-pass, etc. sin justificación técnica.	Eliminar dichos tramos.
<b>Materiales</b> • Composición • Rugosidad • Corrosividad	Materiales metálicos y plásticos que resistan la acción agresiva del agua y biocidas.	Hormigón. Materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación.	Sustitución de materiales o recubrimiento con materiales adecuados. Adición de inhibidores de corrosión.	Cuero. Madera. Celulosa. Otros materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias.	Sustitución de materiales.
<b>Tipo de aerosolización</b>	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	No aplica.	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	No aplica.
<b>Conexión a otras redes</b>	Instalación totalmente separada de otras redes.	Instalación conectada a otras redes pero dispone de válvula anti-retorno o desconector.	Separar físicamente la instalación.	Instalación conectada a otras redes sin ningún tipo de válvula anti-retorno o desconector.	Separar físicamente la instalación o instalar válvula anti-retorno o desconector.

Tabla 6 Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	Cumple las especificaciones del presente documento.	No cumple algunas de las especificaciones del presente documento o el incumplimiento es puntual.	Repetir el ensayo. Adoptar acciones correctoras específicas según el parámetro.	No cumple las especificaciones del presente documento.	Revisar el programa de tratamiento del agua y adoptar acciones correctoras específicas para cada parámetro.
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece:  - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	En los controles analíticos aparece:  - <i>Legionella sp</i> 1000-10000 Ufc/L.	Según apartado 4.3.5 Criterios de valoración de resultados.	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> > 10000 Ufc/L.	Según apartado 4.3.5 Criterios de valoración de resultados.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación no presenta lodos, biocapa, turbidez, etc.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección preventiva de la instalación.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar sistema de tratamiento.	Mal estado general de conservación. Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.
<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección</b>	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado funcionando correctamente.	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	Instalar el sistema de tratamiento y desinfección.

Tabla 7. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura del agua del sistema	< 15 °C.	15-25 °C.	Estudiar la causa del calentamiento del agua y corregirla.	> 25 °C.	Estudiar la causa del calentamiento del agua y corregirla.
Frecuencia de funcionamiento	Las pruebas hidráulicas se realizan siempre por personal especializado con el edificio vacío.	Las pruebas hidráulicas se realizan con el edificio ocupado, pero se toman medidas para asegurar evitar la exposición de personas ajenas.	Programar las pruebas con el edificio vacío.	Las pruebas hidráulicas se realizan con el edificio ocupado.	Programar las pruebas con el edificio vacío o tomar medidas para asegurar evitar la exposición de personas ajenas.

Tabla 8. Índice global

Riesgo estructural	Bajo	Medio	Alto
Procedencia del agua	0	6	12
Agua estancada	0	6	12
Materiales	0	3	6
Tipo de aerosolización	0	10	20
Conexión a otras redes.	0	25	50
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo de mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Parámetros fisicoquímicos	0	8	16
Contaminación microbiológica	0	13	26
Estado higiénico de la instalación	0	11	22
Estado mecánico de la instalación	0	7	14
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	0	11	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo operacional	Bajo	Medio	Alto
Temperatura del agua en balsa	0	20	40
Frecuencia de funcionamiento	0	30	60
<b>TOTAL: Índice Operacional (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgo el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente fórmula:

<b>INDICE GLOBAL: <math>0,30 * IE + 0,60 * IM + 0,1 * IO</math></b>
---

## 5.2 Valoración del índice global

### ÍNDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003 así como los especificados en el apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

### INDICE GLOBAL $\geq 60 \leq 80$

Se llevaran a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice.

Aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral.

### INDICE GLOBAL > 80

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán, en caso de ser necesario, la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación a una periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ .

## 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Agua de la red de distribución pública.	BAJO
Agua estancada	El sistema mantiene el agua estancada. No hay modo de recircular.	MEDIO
Materiales	El depósito es de hormigón sin un recubrimiento adecuado.	MEDIO
Tipo de aerosolización	El sistema dispone de rociadores de agua pulverizada que crean una fina pulverización.	ALTO
Conexión a otras redes	Instalación conectada a otras redes sin ningún tipo de válvula antirretorno o desconector.	ALTO

Tabla 10. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros fisico-químicos	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: Cloro: No detectado pH: 8,7	MEDIO
Contaminación microbiológica	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: - <i>Legionella sp</i> : 12000 Ufc/L	ALTO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta suciedad en el depósito y el resto de la instalación esta aceptablemente limpia	MEDIO
Estado mecánico de la instalación	El sistema presenta un estado mecánico aceptable en general excepto las bombas que presentan corrosión.	MEDIO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección	ALTO

Tabla 11. Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura del agua en balsa	La temperatura en el agua de la balsa es de 16 °C.	MEDIO
Frecuencia de funcionamiento	Las pruebas hidráulicas se realizan con el edificio ocupado.	ALTO

A partir de estos factores se calcularía el Índice global tal y como se muestra en las tablas 12, 13 y 14, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 12. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	BAJO	0
Agua estancada	MEDIO	6
Materiales	MEDIO	3
Tipo de aerosolización	ALTO	20
Conexión a otras redes	ALTO	50
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>79</b>

Tabla 13. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Parámetros fisicoquímicos	MEDIO	8
Contaminación microbiológica	ALTO	26
Estado higiénico de la instalación	MEDIO	11
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	7
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	ALTO	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>74</b>

Tabla 14. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura del agua en el sistema	MEDIO	20
Frecuencia de funcionamiento	ALTO	60
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>80</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el siguiente resultado:

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*79 + 0,6*74 + 0,1*80</b>	<b>76,1</b>
---	-------------

El índice global se encuentra por encima de 60, el índice de mantenimiento supera 50, lo cual nos obliga a tomar medidas, y además se deben corregir los incumplimientos al Real Decreto 865/2003.

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO” así como a potenciar el mantenimiento de la instalación y podrían ser, por ejemplo, los que se muestran en la

tabla 13. Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 15, 16 y 17. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 15. Factores de riesgo estructurales con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Procedencia del agua	Agua de la red de distribución pública.	No es preciso.	BAJO
Agua estancada	El sistema mantiene el agua estancada. No hay modo de recircular.	A medio plazo se plantea la instalación de grifos en los puntos finales de los ramales. Pero por el momento no se modifica.	MEDIO
Materiales	El depósito es de hormigón sin un recubrimiento adecuado.	No se modifica.	MEDIO
Tipo de aerosolización	El sistema dispone de rociadores de agua pulverizada que crean una fina pulverización.	No se modifica.	ALTO
Conexión a otras redes	Instalación conectada a otras redes sin ningún tipo de válvula anti-retorno o desconector.	Se instala un desconector de red.	MEDIO

Tabla 16. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Parámetros fisicoquímicos	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: Cloro: No detectado. pH: 8,7.	Tras instalar un sistema de cloración en continuo los niveles suben por encima de 1 mg/l.	BAJO
Contaminación microbiológica	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: - <i>Legionella sp</i> : 12000 Ufc/L.	Limpieza y desinfección del sistema hasta reducir el valor por debajo de 1000 Ufc/L.	BAJO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta suciedad en el depósito y el resto de la instalación esta aceptablemente limpia.	Se limpia el depósito.	BAJO
Estado mecánico de la instalación	El sistema presenta un estado mecánico aceptable en general excepto las bombas que presentan corrosión.	Se protegen los elementos dañados.	BAJO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	Se instala un sistema de dosificación en continuo.	BAJO

Tabla 17. Factores de riesgo operacionales con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Temperatura del agua en el sistema	La temperatura en el agua de la balsa es de 16 °C.	No aplica.	MEDIO
Frecuencia de funcionamiento	Las pruebas hidráulicas se realizan con el edificio ocupado.	Se cambia la programación a momento en que el edificio se encuentra vacío.	BAJO

Una vez realizadas las acciones correctoras el Índice global queda como se muestra en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18. Índice de riesgo estructural

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Procedencia del agua	BAJO	BAJO	0	0
Agua estancada	MEDIO	MEDIO	6	6
Materiales	MEDIO	MEDIO	3	3
Tipo de aerosolización	ALTO	ALTO	20	20
Conexión a otras redes	ALTO	MEDIO	50	25
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			79	54

Tabla 19. índice de riesgo de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Parámetros fisicoquímicos	MEDIO	BAJO	8	0
Contaminación microbiológica	ALTO	BAJO	26	0
Estado higiénico de la instalación	MEDIO	BAJO	11	0
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	BAJO	7	0
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	ALTO	BAJO	22	0
<b>Índice de Mantenimiento (IM)</b>			74	0

Tabla 20. índice de riesgo operacional

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura del agua en el sistema	MEDIO	MEDIO	20	20
Frecuencia de funcionamiento	ALTO	BAJO	60	0
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			80	20

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el siguiente resultado.

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3*54 + 0,6*0 + 0,1*20</math></b>	<b>18,2</b>
---	-------------

Con la aplicación de las medidas correctoras indicadas se ha conseguido reducir el Índice global desde 76,1 hasta un valor de 18,2 y el Índice de Mantenimiento se ha disminuido hasta un valor de 0, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

Aunque la disminución del Índice Estructural no ha sido tan drástica (79 a 54) controlando los factores riesgo de mantenimiento se reduce el índice global de forma considerable.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO		ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento			No se observan anomalías ni fugas	No se precisa
			Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
			Se observan fugas	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones			Ausencia de incrustaciones	No se precisa
			Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión			Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
			Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad			Ausencia	No se precisa
			Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de las BIE's y/o rociadores			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de obstrucciones	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y tratamiento del agua			Funcionamiento correcto	No se precisa
			Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

## II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

<b>FECHA</b>	
Tipo de operación	Limpieza del deposito

## III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>	
Tipo de operación	Desinfección de choque
	Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre: Nº de registro:
Dosis aplicada	
Tiempo de actuación	
Protocolo seguido	

## IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

## V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de <i>Legionella sp</i>		Ausencia	No se precisa
		Presencia <10000 Ufc/L	.....
		Presencia ≥ 10000 Ufc/L	.....
Otros controles analíticos			.....

# CAPÍTULO 12

## INSTALACIONES DE LAVADO DE VEHÍCULOS

### 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las poblaciones, gasolineras, centros comerciales, zonas turísticas, etc. o en espacios destinados exclusivos para esta función cada día son más frecuentes las instalaciones de lavados de vehículos.

En este tipo de lavado el agua se pulveriza y se producen aerosoles; por este motivo, estas instalaciones están contempladas en el artículo 2.h “Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles” del 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 y concretamente están catalogadas como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

Las máquinas de lavado han evolucionado con el paso del tiempo, antiguamente los lavados de vehículos se efectuaban a mano o con mangueras de agua. La evolución ha llevado al ahorro de agua y a la utilización de agua a presión que hace que arrastre el polvo y arranque mejor la suciedad adherida al vehículo.

Se ha pasado de realizar todo el proceso de lavado con un solo tipo de agua a tener la posibilidad de usar diferentes calidades de agua. Actualmente la práctica totalidad de las instalaciones de lavado funcionan con al menos dos tipos de agua (red para la fase de lavado y desmineralizada para las fases de enjuague y encerado) pudiendo utilizarse en otros casos agua descalcificada. Asimismo, debido a las exigencias medioambientales actuales, cada vez más se reutilizan parte de las aguas residuales depuradas como aguas recicladas en algunas fases del lavado, llegando a ahorrar de un 20 hasta un 75% del agua de consumo de estas instalaciones. Por otro lado las instalaciones de lavado también han evolucionado en su nivel de automatización.

La evolución técnica ha llevado a tres tipos de instalaciones de lavado: boxes, puentes y trenes de lavado, cuyas características se describen en la sección correspondiente.

### 3. DESCRIPCIÓN

El lavado de vehículos puede ser manual o mecánico (figura 1).

#### 3.1 Lavado manual

El lavado manual o también llamado “box de lavado” se compone de un compresor que impulsa el agua y una pistola de lavado con la que se debe lavar el coche y luego se enjuaga. Se estima que el lavado medio por box puede ser de 7 coches/hora por pista. En cada lavado se cuenta aproximadamente con que 2,5 min son para el lavado con agua caliente (descalcificada, con jabón), 1,5 min son para el enjuague con agua de red o pozo (agua sin descalcificar) y 1,5 min para el enjuague final con agua desmineralizada. El caudal de las bombas (tanto de agua caliente, red o pozo y desmineralizada) es de aproximadamente 11 l/min.

#### 3.2 Lavado mecánico

El lavado mecánico puede ser de dos tipos:

### 3.2.1 Puente de lavado

Puente de lavado, en el que una estructura con rodillos de cepillos y boquillas de agua a presión se mueve hacia delante y detrás del coche, el cual permanece estático.

Se estima que el lavado medio por puente es de unos 10 coches/hora. En este tipo de instalaciones se consumen aprox. 100 l/coche en la fase de lavado (con detergente) con agua de red, pozo o reciclada. En la fase final de enjuague con agua de red o desmineralizada se consumen unos 25 l/coche. Si se enjuaga con agua desmineralizada hay que tener en cuenta que para generar en las membranas de osmosis 25 l de agua desmineralizada hay que verter al desagüe otros 25 l de rechazo (este valor puede variar en función de las características del agua)

### 3.2.2 Túnel o tren de lavado

Túnel o tren de lavado que en el que el coche es transportado automáticamente por el interior de un túnel en el que están dispuestos los rodillos de cepillos y las boquillas de agua a presión.

El número de coches/hora que lava un tren es muy variable según el modelo de máquina, pudiendo ir desde 20 coches hora hasta 100 coches hora. El consumo de agua también es muy variable debido a la gran variabilidad de configuraciones que pueden darse (más o menos módulos de cepillos, altas presiones, lavados de bajos).



Pistola de agua a presión



Puente de lavado



Túnel de lavado



Box de lavado

Figura 1. Tipos de lavado: manual y mecánico

Tanto boxes como puentes de lavado funcionan en su mayoría como autoservicios. Es decir, habitualmente no se necesita la presencia de ningún operario para poder realizar el lavado del vehículo. Sólo será necesario el personal encargado del mantenimiento de la instalación. No obstante, en el caso de los boxes de lavado, es el propio usuario el que está expuesto al aerosol.

El caso de los trenes de lavado es diferente, aunque el lavado sea mecánico, necesita de la presencia de personas para introducir el coche en la pista de lavado e incluso como paso previo al lavado, para ablandar la suciedad con una pistola de agua a presión.

En las figuras 2 y 3 se describe el diagrama completo del circuito hidráulico de estas instalaciones utilizando un biocida o con un sistema de oxidación avanzada, por ejemplo, mediante ozono.

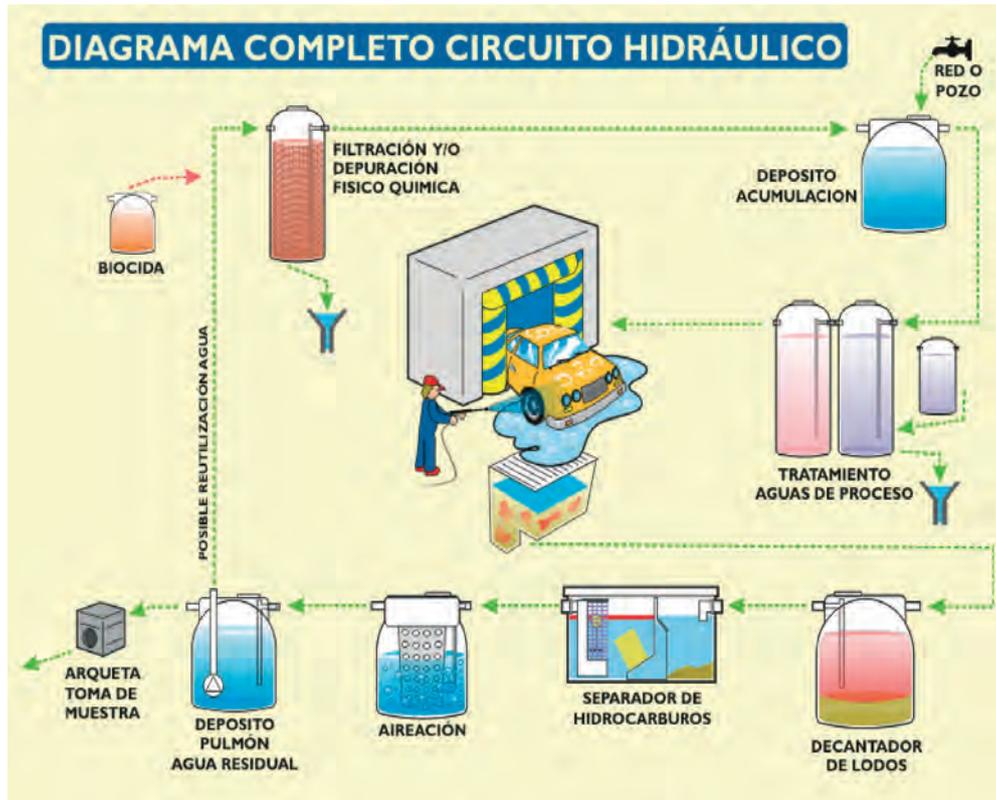


Figura 2. Circuito con desinfección mediante biocida

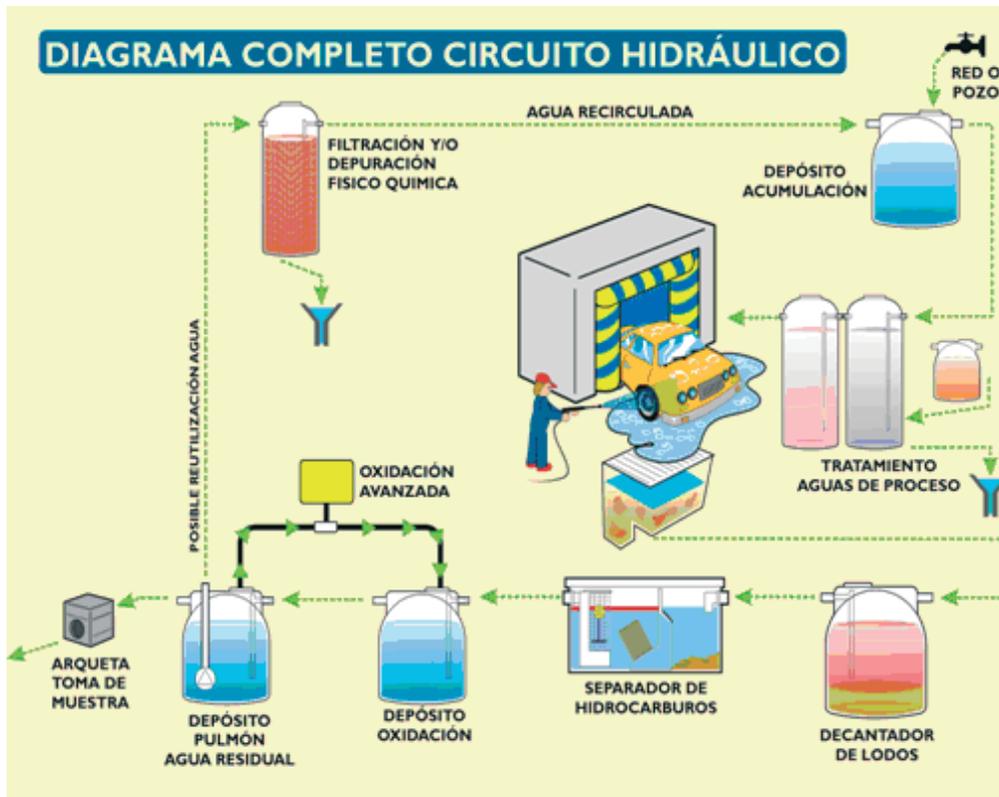


Figura 3. Circuito con desinfección mediante oxidación avanzada

### 3.3 Terminología específica

- **Pistola o lanza**

Elemento por el que se impulsa el agua a presión.

- **Lavado a alta presión**

En este tipo de instalaciones se considera un lavado a alta presión cuando se realiza con agua a más de 60 bar. No hay utilización de elementos mecánicos para el frotado de la superficie del vehículo.

- **Pista**

Zona donde se realiza el lavado ya sea manual (boxes) o automático (puente o tren).

- **Cerramiento**

Elemento que aísla del exterior la pista de lavado. Se compone de paneles de vidrio y de plástico.

- **Puertas**

Puertas automáticas que se instalan en cerramientos de puentes de lavado y que los aíslan del exterior mientras se realiza el lavado.

- **Reciclador**

Máquina destinada a la reutilización del agua residual generada por la propia instalación para nuevos lavados.

- **Agua reciclada**

Agua residual de lavado tratada para volver a ser utilizada en la primera fase de lavados posteriores.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

Los criterios básicos de actuación se deben basar en garantizar que el agua de aporte sea de una calidad bacteriológica adecuada y, por otra parte, en la realización de un mantenimiento de la instalación que permita la limpieza y desinfección de las partes más susceptibles de contaminación.

### 4.1 Fase de diseño

En esta fase se deberá contemplar en primer lugar el origen del agua y la garantía microbiológica que ofrece. Cuando se utilice agua de la red de distribución de AFCH no es preciso realizar ningún tratamiento de desinfección al tratarse de un agua cuya calidad bacteriológica está garantizada. En el caso de existencia de depósitos previos o intermedios o tramos que favorezcan la pérdida de la capacidad del desinfectante del agua, se valorará la necesidad de realizar un tratamiento de desinfección.

En muchos casos, el aprovechamiento de aguas subterráneas, residuales depuradas no potabilizadas (redes secundarias), o recirculadas del propio sistema para la limpieza de vehículos, es muy necesario para obtener un ahorro general de agua y así se contempla en los planes de muchos Organismos de las diferentes Administraciones que regulan el uso del agua. No obstante, en estos casos, debe establecerse un tratamiento previo que permita garantizar la calidad microbiológica del agua de aporte al sistema de lavado.

La desinfección del agua puede realizarse en un depósito previo para permitir el tiempo de contacto necesario, mediante un biocida autorizado o un sistema físico o físico-químico.

Si se emplea agua reciclada, ésta sólo puede ser utilizada en la primera fase de lavado (lavado con jabón), lavado de bajos y altas presiones de máquinas automáticas. El enjuague debe realizarse siempre con agua de red o desmineralizada.

Los sistemas de lavado se diseñarán cuidando que sus elementos sean fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza y mantenimiento.

El diseño de la instalación debe considerar asimismo, su aislamiento del exterior mediante la instalación de cerramientos, tipo mamparas o puertas automáticas en función del tipo de lavado, que disminuyan la salida de aerosoles al medio. La presión del agua de la instalación se ajustará siempre a las especificaciones de las boquillas. Una presión excesiva aumenta el nivel de aerosolización. Si es preciso se instalarán reductores de presión.

#### 4.2 Fase de instalación y montaje

Los equipos se instalarán según un esquema de instalación y se verificará siempre la estanqueidad del circuito y la ausencia de fugas. Los equipos de tratamiento del agua así como los posibles depósitos de agua intermedios, serán fácilmente accesibles para su mantenimiento, limpieza y control.

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha. Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria.

Sería recomendable utilizar materiales de construcción resistentes al biocida de mantenimiento y al resto de productos químicos que se aditiven.

#### 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

##### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

En el funcionamiento de estas instalaciones hay que evitar:

- Prolongados períodos de paro ya que favorecen el estancamiento del agua y la proliferación de microorganismos.
- Depósitos de almacenamiento de agua sobredimensionados, ya que favorecen que el agua se estanque dando lugar a la proliferación de microorganismos.
- Los volúmenes de almacenamiento de agua que se suelen recomendar en este tipo de instalaciones son los siguientes:
  - Alimentación de máquinas automáticas (puente o tren) con agua de red o pozo para realizar la primera fase del lavado: aproximadamente 500 litros.
  - Alimentación de máquinas automáticas con agua reciclada para realizar la primera fase del lavado: aproximadamente 500 litros.
  - Alimentación bombas de alta presión (altas presiones o lavado de bajos) en máquinas automáticas con agua de red, pozo o reciclada: aproximadamente 100 litros.
  - Alimentación de boxes con agua de red o pozo para realizar la fase de enjuague: aproximadamente 200 litros.
  - Agua desmineralizada (un depósito por cada máquina automática de la instalación. Si hay un puente (o tren) y boxes un solo depósito es suficiente para todas las instalaciones): aproximadamente 1.000 litros.
- Situar los depósitos de almacenamiento en lugares soleados o en lugares donde el agua que contienen alcance temperaturas elevadas que favorezcan el desarrollo de microorganismos.

Siempre que sea posible se utilizará agua de aporte procedente de red de distribución de AFCH. La presencia de un sistema de elevación de la temperatura del agua por encima de 60 °C, que en algunos casos se utiliza para favorecer el lavado de los vehículos, además evita el crecimiento de *Legionella* en ese circuito.

##### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza.

La inspección de los diferentes elementos, de la forma de pulverización así como del alcance del chorro de agua indicará si el sistema funciona correctamente y si existen obstrucciones en las boquillas.

La revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento del agua, se realizará con la siguiente periodicidad (tabla 1).

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento		Periodicidad
<b>Funcionamiento de la instalación:</b> Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.		<b>ANUAL</b>
<b>Estado de conservación y limpieza de los depósitos:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión o incrustaciones.		<b>SEMESTRAL</b>
<b>Circuito de lavado:</b> Se controlará regularmente el correcto funcionamiento del sistema y la ausencia de fugas en el circuito.		<b>SEMESTRAL</b>
<b>Boquillas:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea.		<b>SEMESTRAL</b>
<b>Pistolas de presión:</b> Revisar que no se encuentren obstruidas. Limpiar o sustituir cuando sea necesario.		<b>SEMESTRAL</b>
<b>Equipos de tratamiento del agua:</b> Comprobar su correcto funcionamiento.	Equipos para la desinfección del agua.	<b>SEMANTAL</b>
	Otros equipos.	<b>SEMESTRAL</b>

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación. Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución. Los parámetros que figuran en la tabla 2, se determinarán cuando exista depósito de acumulación, agua de captación propia, agua reciclada o en aguas cuya calidad microbiológica en el aporte no esté garantizada.

Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<b>Recuento total de aerobios a la salida de una boquilla en muestras rotatorias</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo análisis.  La norma ISO 6222 especifica dos niveles de temperatura (22 y 36 °C). A efectos de sistemas de lavado de vehículos será suficiente el análisis a la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación.	<b>SEMESTRAL</b>
<i>Legionella sp</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	<b>MINIMA ANUAL</b>  (Especificar periodicidad según Evaluación de Riesgo. En instalaciones cercanas a edificios especialmente sensibles como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es semestral)  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de tratamiento de la misma.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto, con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida. Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 3, se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados:

Tabla 3. Toma de muestra

Parámetro	Protocolo de toma de muestra
<b>Recuento total de aerobios</b>	Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al posible biocida utilizado.  Se tomará aproximadamente un litro de agua a la salida de una boquilla de lavado.
<i>Legionella sp</i>	Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá un neutralizante adecuado al biocida utilizado.  Se tomará un volumen mínimo de un litro de agua a la salida de una boquilla de lavado.  <b>Normas de transporte:</b>  <b>Para las muestras ambientales (agua)</b> , tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetos a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.
Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. "Guía para la conservación y la manipulación de muestras".	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general para los trabajadores se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003 de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- Limpieza y programa de mantenimiento
- Limpieza y programa de desinfección de choque
- Limpieza y programa de desinfección en caso de brote

#### **4.3.4.1 Limpieza y programa de mantenimiento**

Se corresponderá con los programas de tratamiento especificados en el artículo 8.2 Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*.

La desinfección en estas instalaciones no es prioritaria dentro de los programas de mantenimiento higiénico-sanitario, más enfocados al control de la instalación mediante tareas de limpieza. No obstante, en caso de que la calidad microbiológica del agua no esté garantizada o de que la evaluación del riesgo aconseje realizar este tipo de tratamiento, deberán instalarse sistemas de desinfección en continuo.

Si existe un sistema de desinfección química en continuo será preciso realizar una determinación semanal de su concentración y recoger este resultado en el registro de mantenimiento. En cualquier caso, siempre se utilizarán desinfectantes debidamente autorizados.

#### **4.3.4.2. Limpieza y programa de desinfección de choque**

Estas instalaciones se limpiarán y desinfectarán cuando se ponga 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.

Todas las boquillas deben ser desinfectadas como mínimo anualmente. Esta desinfección puede hacerse periódicamente y en forma rotativa desmontándolas y sumergiéndolas en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua fría. Es posible, asimismo, utilizar un biocida alternativo autorizado siguiendo las instrucciones del fabricante. Anualmente se deberán haber desinfectado todas las boquillas.

Alternativamente, también sería posible realizar la desinfección introduciendo en toda la red (por ejemplo, a baja presión para que no exista pulverización) una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre (u otro biocida alternativo), dejarla actuar durante 30 minutos y purgar posteriormente esta solución.

En el caso de que existan depósitos intermedios en la instalación, éstos deberán ser vaciados, limpiados y si procede desinfectados.

#### **4.3.4.3. Limpieza y programa de desinfección en caso de brote**

Detener el funcionamiento del sistema de lavado de vehículos.

Llenar todo el circuito con agua que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos manteniendo del pH entre 7 y 8.

En caso necesario, añadir biodispersantes capaces de actuar sobre la biocapa, y/o anticorrosivos compatibles en cantidades adecuadas.

Una vez realizada la desinfección la solución desinfectante se neutralizará, se tratará el agua adecuadamente y se conducirá a desagüe, aclarándose el sistema con agua limpia.

Desmontar todas las boquillas y desinfectarlas sumergiéndolas en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua fría.

Los elementos exteriores difíciles de desmontar o sumergir, se cubrirán con un paño limpio impregnado en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando con agua fría.

En el caso de que existan depósitos intermedios en la instalación, éstos deberán ser vaciados, limpiados y desinfectados.

#### **4.3.5 Criterios de valoración de resultados**

En la tabla 4 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las actuaciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de los mismos.

Tabla 4. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctiva en caso de incumplimiento	
Presencia de aerobios totales	> 100000 Ufc/ml	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras Realizar una limpieza y desinfección de choque Confirmar el recuento, a los 30 días analizando también <i>Legionella sp.</i> Si se mantiene superior al valor indicado realizar una limpieza y desinfección de choque. Confirmar el recuento de nuevo aproximadamente a los 15 días.	
<i>Legionella sp</i>	Presencia (*)	> 100 Ufc/L	Realizar limpieza y desinfección de choque y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.
		< 1000 Ufc/L	
		≥ 1000 Ufc/L	Realizar limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

(\*) El límite inferior de detección del método de análisis deber ser igual o menor a 100 Ufc/L.

#### 4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

Los principales problemas asociados a la instalación son los que se producen como consecuencia de la obstrucción de las boquillas de pulverización.

Estos problemas pueden producirse por la entrada de partículas sólidas o impurezas contenidas en el agua y por formación de incrustaciones calcáreas en las boquillas. En ambos casos la solución consiste en localizar el tramo o equipo afectado y sustituir o limpiar las piezas defectuosas.

Si se detecta una frecuencia muy importante de obstrucción de las boquillas, es aconsejable instalar en el aporte general un filtro de protección adecuado a las características del agua.

Si se detecta una formación importante de incrustaciones calcáreas en las boquillas pulverizadoras, es aconsejable descalcificar el agua, dosificar un inhibidor o utilizar un equipo físico para evitarlas.

#### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en estas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberá indicar:

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.
- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.
- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberán ajustarse al Real Decreto 835/2003. No obstante en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (anexo 1).

### 5. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada sistema concreto es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

#### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003 de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003, las tablas 5, 6 y 7 que figuran a continuación permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación.

Estas comprenden factores estructurales asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento, asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación; y factores de operación asociados al funcionamiento de la instalación.

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice Global” que figura a continuación de la tabla 8. Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta. Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Tabla 5. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Agua fría de consumo humano.	Captación propia o aguas depuradas o recicladas tratadas.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisar el correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Captación propia no tratada.	Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica y en caso necesario introducir equipos de tratamiento (al menos filtración y desinfección).
<b>Tipología del lavado: Tipo de aerosolización</b>	Tren de lavado: Nivel bajo de aerosolización.	Puente de lavado: Nivel importante de aerosolización.	No aplica. No es posible sustituir el sistema de pulverización, de él depende el resultado final del lavado.	Boxes de lavado: Nivel muy importante de aerosolización	No aplica. No es posible sustituir el sistema de pulverización. De él depende el resultado final del lavado.
<b>Punto de emisión de aerosoles</b>	Instalación totalmente aislada de elementos a proteger o zonas de tránsito de personas.	Existen elementos a proteger pero se hallan suficientemente alejados del punto de emisión.	Instalar algún tipo de barrera de separación.	Próximo a elementos a proteger (zonas de tránsito de personas, tomas de aire exterior, ventanas, etc.)	Incrementar la distancia.  Instalar algún tipo de barrera de separación.

<b>Condiciones atmosféricas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vientos</li> <li>• Humedad relativa</li> <li>• Temperaturas ambientales</li> </ul>	El efecto de los vientos no es significativo.	Los vientos dominantes dirigen el aerosol a zonas de baja o media densidad de población.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas.	Existencia de vientos dominantes que dirijan el aerosol a zonas de alta densidad de población o elementos a proteger.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas.
<b>Ubicación de la instalación</b>	Zona alejada de áreas habitadas.	Zona urbana de baja o media densidad de población.	Cuando sea aplicable en el diseño de la máquina se tendrá en cuenta la ubicación.	Zona urbana de alta densidad Zona con puntos de especial riesgo: Hospitales, residencias de ancianos, etc.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación de la máquina se tendrá en cuenta la ubicación.

Tabla 6. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece  - Aerobios totales < 100000 Ufc/ml  - <i>Legionella sp</i> ausencia	En los controles analíticos aparece  - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml  - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados.	En los controles analíticos aparece - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml incluso después de realizar una desinfección de choque. - <i>Legionella sp</i> ≥ 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación se encuentra limpia, sin biocapa.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada	Realizar una limpieza y desinfección de choque de la instalación.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar o instalar sistema de tratamiento.	Mal estado general de conservación: Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar o instalar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.

<b>Estado del sistema de tratamiento del agua</b>	La instalación no requiere un tratamiento del agua o dispone de él y funciona correctamente.	La instalación requiere un tratamiento del agua y dispone de él, pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación requiere un tratamiento del agua y no dispone de él.	Instalar el sistema de tratamiento.
---	--	--	--	---	-------------------------------------

Tabla 7. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Temperatura media del agua de aporte</b>	< 20 °C.	20-30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.	> 30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.
<b>Temperatura media del agua en el sistema</b>	< 20 °C ó ≥ 50 °C.	20-34 °C ó 38-49 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías. Ajustar la temperatura de funcionamiento del sistema.	35-37 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías. Ajustar la temperatura de funcionamiento del sistema.
<b>Frecuencia de uso</b>	El sistema se usa diariamente.	El sistema se usa como mínimo semanalmente.	No aplica.	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	No aplica.

Tabla 8. Índice Global

<b>Riesgo estructural</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Procedencia del agua	0	10	20
Tipología del lavado: Tipo de aerosolización	0	14	28
Punto de emisión de aerosoles	0	11	22
Condiciones atmosféricas	0	6	12
Ubicación de la instalación	0	9	18
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>Riesgo de mantenimiento</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Contaminación microbiológica	0	14	28
Estado higiénico de la instalación	0	14	28
Estado mecánico de la instalación	0	11	22
Estado del sistema de tratamiento del agua	0	11	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>Riesgo operacional</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Temperatura media del agua de aporte	0	15	30
Temperatura media del agua en el sistema	0	15	30
Frecuencia de uso	0	20	40
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

$$\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3 \cdot \text{IE} + 0,6 \cdot \text{IM} + 0,1 \cdot \text{IO}$$

## 5.2 Valoración del índice global

### ÍNDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003 así como los especificados en el apartado 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

### ÍNDICE GLOBAL ≥ 60-80

Se llevaran a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice por debajo de 60.

Aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral.

Aumentar la frecuencia de control microbiológico a periodicidad mensual.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 5, 6 y 7.

### ÍNDICE GLOBAL > 80

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán en caso de ser necesaria la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice. Aumentar la frecuencia de control microbiológico a periodicidad mensual.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60. Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas "Acciones a considerar"

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre ≤ 50.

## 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las siguientes tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9. Ejemplo de evaluación de riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Agua reciclada no tratada.	ALTO
Tipología del lavado Tipo de aerosolización	Box de lavado. El nivel de aerosolización es muy importante.	ALTO
Punto de emisión de aerosoles	La instalación está próxima a elementos a proteger.	ALTO
Condiciones atmosféricas	El efecto de las condiciones atmosféricas no es significativo.	BAJO
Ubicación de la instalación	La instalación se halla en una zona urbana de baja o media densidad de población.	MEDIO

Tabla 10. Ejemplo de evaluación de riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml y <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	MEDIO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	ALTO
Estado mecánico de la instalación	Mal estado general de conservación. Corrosión e incrustaciones generalizadas.	ALTO
Estado del sistema de tratamiento del agua	La instalación requiere un tratamiento del agua pero no dispone de él.	ALTO

Tabla 11. Ejemplo de evaluación de riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura media del agua de aporte	18° C.	BAJO
Temperatura media del agua en el sistema	21° C.	MEDIO
Frecuencia de uso	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	ALTO

A partir de estos factores se calcularía el Índice global tal y como se muestra en las tablas 12, 13 y 14, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 12. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	ALTO	20
Tipología del lavado: Tipo de aerosolización	ALTO	28
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	22
Condiciones atmosféricas	BAJO	0
Ubicación de la instalación	MEDIO	9
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>79</b>

Tabla 13. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Contaminación microbiológica	MEDIO	14
Estado higiénico de la instalación	ALTO	28
Estado mecánico de la instalación	ALTO	22
Estado del sistema de tratamiento del agua	ALTO	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>86</b>

Tabla 14. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	0
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	15
Frecuencia de uso	ALTO	40
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>55</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el resultado siguiente:

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*79,0 + 0,6*86,0 + 0,1*55,0</b>	<b>80,8</b>
---	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el Índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el Índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ . En este caso el Índice es 86 por lo que sería necesario actuar en este apartado.

Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 15, 16 y 17. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO” así como a potenciar el mantenimiento de la instalación y podrían ser, por ejemplo, las siguientes.

Tabla 15. Factor de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Procedencia del agua	Agua reciclada no tratada.	Se instala un tratamiento en el agua reciclada consistente en un sistema de filtración y una desinfección en continuo.	MEDIO
Punto de emisión de aerosoles	La instalación está próxima a elementos a proteger.	Se instala una barrera de protección.	BAJO

Tabla 16. Factor de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml y <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Como consecuencia del resto de acciones correctoras este valor disminuye < 100000 Ufc/ml en aerobios total así como < 100 Ufc/L. para <i>Legionella sp</i> .	BAJO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Se realiza una limpieza y desinfección de choque de la instalación y se aumenta la frecuencia de limpieza.	BAJO
Estado mecánico de la instalación	Mal estado general de conservación. Corrosión e incrustaciones generalizadas.	Se sustituyen los elementos con corrosión y se eliminan las incrustaciones.	BAJO
Estado del sistema de tratamiento del agua	La instalación requiere un tratamiento del agua pero no dispone de él.	Se instala un tratamiento en el agua reciclada consistente en un sistema de filtración y una desinfección en continuo.	BAJO

Tabla 17. Factor de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	
Frecuencia de uso	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	Se aumenta la frecuencia de uso. El sistema se usa como mínimo semanalmente.	MEDIO

Una vez realizadas estas acciones el Índice global quedaría como se muestra en las tablas 18,19 y 20.

Tabla 18. Índice de riesgo estructural corregido

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Procedencia del agua	ALTO	MEDIO	20	10
Tipología del lavado: Tipo de aerosolización	ALTO	ALTO	28	28
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	BAJO	22	0
Condiciones atmosféricas	BAJO	BAJO	0	0
Ubicación de la instalación	MEDIO	MEDIO	9	9
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			79	47

Tabla 19. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Contaminación microbiológica	MEDIO	BAJO	14	0
Estado higiénico de la instalación	ALTO	BAJO	28	0
Estado mecánico de la instalación	ALTO	BAJO	22	0
Estado del sistema de tratamiento del agua	ALTO	BAJO	22	0
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			86	0

Tabla 20. Índice de riesgo operacional corregido

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	BAJO	0	0
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	MEDIO	15	15
Frecuencia de uso	ALTO	MEDIO	40	20
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			55	35

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3 \cdot 47 + 0,6 \cdot 0 + 0,1 \cdot 35</math></b>	<b>17,6</b>
---	-------------

Con la aplicación pues de las medidas correctora indicadas se ha conseguido reducir el Índice global por debajo del valor 60 y el Índice de mantenimiento se ha disminuido hasta un valor de 0, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

Aunque la disminución del índice estructural no ha sido tan drástica (79 a 47) controlando el factor de mantenimiento y reduciendo el factor operacional se reduce el índice global de una forma considerable.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO		ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento			No se observan anomalías ni fugas	No se precisa
			Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
			Se observan fugas	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones			Ausencia de incrustaciones	No se precisa
			Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión			Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
			Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad			Ausencia	No se precisa
			Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de las boquillas			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de obstrucciones	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y tratamiento del agua			Funcionamiento correcto	No se precisa
			Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

### II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

FECHA		
Tipo de operación		Limpieza de las boquillas
		Limpieza de otros elementos

### III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>	
Tipo de operación	Desinfección de choque
	Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre: Nº de registro:
Dosis aplicada	
Tiempo de actuación	
Protocolo seguido	

### IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

### V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de aerobios totales		< 100000 Ufc/ml	No se precisa
		> 100000 Ufc/ml	.....
Determinación de <i>Legionella</i>		Ausencia	No se precisa
		Presencia < 1000 Ufc/L	.....
		Presencia > 1000 Ufc/L	.....
Otros controles analíticos			.....

# CAPÍTULO 13

## OTRAS INSTALACIONES QUE ACUMULEN AGUA Y PUEDAN PRODUCIR AEROSOLES

### 1. INTRODUCCIÓN

Dentro del ámbito de aplicación del 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 figuran, como concepto genérico, en el art. 2.h “Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles”, catalogados como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella”. Este apartado contempla cualquier tipo de instalación que no haya sido específicamente descrita, pero en la cual se pulverice el agua y se puedan producir aerosoles. Dentro de este concepto podrían incluirse, por ejemplo, algunos sistemas de limpieza mediante agua a presión, parques con atracciones acuáticas, equipos de lavado de gases, etc.

Algunas de estas instalaciones como, por ejemplo, los túneles de lavado, están tan extendidas que se ha considerado que debían disponer de un capítulo propio; no obstante para el resto de instalaciones no contempladas en ninguno, se ha desarrollado éste genérico que puede utilizarse como referencia sobre los criterios generales que deben tenerse en consideración para el cumplimiento del Real Decreto 865/2003.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

El agua es el compuesto químico más abundante en la naturaleza y también es el disolvente universal más utilizado. Su pulverización y/o aerosolización se aplica cada vez con mayor frecuencia en aplicaciones tecnológicas para disolver sustancias, por ejemplo, en aplicaciones de limpieza o en torres de absorción de gases; asimismo, el uso cotidiano del agua comporta un número cada vez más elevado de instalaciones en las cuales se puede producir su aerosolización.

### 3. DESCRIPCIÓN

En toda instalación que acumule agua y pueda producir un aerosol generalmente se deben contemplar los siguientes elementos:

#### **a) Aporte de agua**

El agua de aporte al sistema puede ser agua de red de consumo humano u otro tipo de agua no potabilizada como, por ejemplo, de pozo, subterránea, residual depurada, etc.

#### **b) Acumulación**

Generalmente la instalación dispondrá de un depósito de acumulación de agua previo a su envío a consumo.

#### **c) Distribución y recirculación del agua**

Comprende toda la red de distribución de agua. En algunos casos puede incluir un circuito de recirculación para su reutilización y/o tratamiento.

#### **d) Elementos de aerosolización**

En este concepto se incluyen todos los elementos que son capaces de producir un aerosol. Generalmente se tratará de boquillas pulverizadoras, no obstante, en algunos casos el aerosol puede producirse por otros procedimientos (por ejemplo, en parques de atracciones acuáticas, por impactos sobre la superficie del agua).

### **4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN**

Los criterios básicos de actuación se deben basar en controlar y garantizar la calidad microbiológica en el agua de consumo, conservar en perfecto estado la red de distribución evitando procesos de incrustaciones calcáreas y/o corrosión y en realizar un mantenimiento de la instalación que incluya la limpieza y, si es preciso, la desinfección de las partes más susceptibles de contaminación.

#### **a) Aporte de agua**

El agua de red cumple con la legislación vigente y posee generalmente un desinfectante residual que las protege de la contaminación microbiológica.

Cuando se utiliza agua cuya calidad microbiológica no está garantizada, por ejemplo, aguas de pozo, aguas subterráneas o residuales depuradas no potabilizadas (redes secundarias), debe establecerse un tratamiento previo que permita garantizar la calidad microbiológica del agua de aporte al sistema.

#### **b) Acumulación del agua**

En todas aquellas instalaciones donde exista un depósito de acumulación se debe tener presente que los gases disueltos en el agua (cloro y dióxido de carbono) se irán evaporando progresivamente hasta que desaparezcan por completo. Este efecto se acentuará en épocas de altas temperaturas.

Si se utiliza cloro como desinfectante, aunque el agua de aporte se suministre clorada, es imprescindible realizar un control y una regulación del valor de cloro residual y ajustar dicho valor en caso necesario, para poder garantizar la desinfección del agua (ver capítulo 2 Agua Fría de Consumo Humano).

#### **c) Distribución y recirculación del agua**

La red de distribución de agua puede ser un circuito sin recirculación donde todo el volumen del agua fluye cuando hay consumo, o bien un circuito con recirculación en el que existe un aporte periódico de agua cuando hay consumo.

Un circuito sin recirculación ofrece un menor riesgo de desarrollo de microorganismos y de formación de incrustaciones calcáreas y/o corrosión.

En un circuito donde el agua recircula puede producirse una concentración progresiva de las sales disueltas lo cual favorece la formación de incrustaciones calcáreas y de procesos de corrosión (ver capítulo 4 Torres de refrigeración y Condensadores evaporativos). Por otra parte, también aumenta el contenido de partículas en suspensión que, conjuntamente, con los depósitos calcáreos y los subproductos de corrosión, contribuyen a la formación de biocapas donde puede desarrollarse *Legionella*.

#### **d) Elementos de aerosolización**

Cuando existan boquillas pulverizadoras, debe considerarse que la presencia en el agua de partículas en suspensión y/o incrustaciones calcáreas puede ocasionar su obstrucción total o parcial. Asimismo, debe controlarse la presión del agua ya que si es excesiva aumenta el nivel de aerosolización.

#### **4.1 Fase de diseño**

En la fase de diseño deben considerarse siempre los siguientes conceptos:

#### 4.1.1 Aporte de agua

Cuando se utiliza agua cuya calidad microbiológica no está garantizada debe establecerse un tratamiento previo de desinfección.

La desinfección del agua puede realizarse en un depósito previo para permitir el tiempo de contacto necesario mediante un biocida autorizado, un sistema físico o físico-químico. Si no existe, ni es factible construir un depósito intermedio, se debe realizar como mínimo una desinfección en continuo (física o físico-química) en la tubería de aporte.

#### 4.1.2 Acumulación de agua

Si existe acumulación de agua, se debe garantizar que ésta mantenga su calidad microbiológica hasta su consumo. Si es preciso se debe establecer un circuito de recirculación con un control automático de la concentración de cloro o cloro/pH (ver capítulo 2 Agua Fría de Consumo Humano).

Se debe asegurar la existencia de un sistema de drenaje que permita el vaciado completo y la limpieza del depósito de acumulación.

Es preferible, siempre que sea posible, instalar dos o más depósitos en paralelo para permitir la limpieza de uno mientras el otro, o los demás, están en servicio.

#### 4.1.3 Distribución y/o recirculación del agua

Los materiales constitutivos del circuito hidráulico deben resistir la acción agresiva del agua y del cloro u otro desinfectante utilizado, con el fin de evitar procesos de corrosión. Se evitarán los materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias y hongos como el cuero, madera, fibrocemento, hormigón o los derivados de celulosa.

Se debe garantizar la correcta circulación del agua evitando su estancamiento y la presencia de zonas muertas.

Se debe disponer de suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación y permitir la eliminación completa de los sedimentos. Todos los equipos deben ser fácilmente accesibles para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.

En las instalaciones con circuito de recirculación se debe instalar un tratamiento que permita garantizar la calidad microbiológica del agua el cual, generalmente, constará de un sistema de filtración para eliminar las partículas en suspensión y de un sistema de desinfección físico, físico-químico o químico autorizado.

Asimismo, cuando existe un circuito de recirculación se debe valorar la posibilidad de que se produzca una concentración de sales en el agua de recirculación. Si es preciso se realizará un tratamiento adecuado para evitar la formación de incrustaciones calcáreas y el desarrollo de procesos de corrosión (ver capítulo 4 Torres de refrigeración y Condensadores evaporativos).

#### 4.1.4 Elementos de aerosolización

Los sistemas se diseñarán cuidando que sus elementos de aerosolización sean fácilmente accesibles para su limpieza y mantenimiento. El diseño de la instalación debe considerar asimismo su aislamiento del exterior para disminuir la salida de aerosoles al medio.

Cuando existan boquillas pulverizadoras, la presión del agua del circuito se ajustará a sus especificaciones técnicas. Si es preciso se instalarán reductores de presión.

#### 4.2 Fase de instalación y montaje

Los equipos se instalarán según un esquema de instalación y se verificará siempre la estanqueidad del circuito y la ausencia de fugas. Debe preverse que los materiales de construcción sean resistentes al biocida utilizado y al resto de productos químicos que se aditiven.

Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria. Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha. La temperatura del agua fría debe ser, siempre que las condiciones climatológicas lo permitan, inferior a 20 °C. Evitar instalar las tuberías de agua fría cerca de las de agua caliente, de focos de calor o donde reciba la radiación solar directa.

Cuando sea necesario se debe instalar un sistema de válvulas de retención, según la norma UNE-EN 1717, que evite retornos de agua, para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

Los equipos de tratamiento del agua instalados así como los posibles depósitos de agua intermedios, serán fácilmente accesibles para su mantenimiento, limpieza y control.

#### 4.3 Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación

Para el mantenimiento de la instalación, se elaborarán y aplicarán programas higiénico-sanitarios adecuados a sus características que incluirán el esquema de funcionamiento hidráulico y la revisión de todas sus partes para asegurar su correcto funcionamiento. Los programas incluirán como mínimo la limpieza y, si procede, la desinfección de la instalación. Las tareas realizadas deberán consignarse en el registro de mantenimiento.

La periodicidad de la limpieza de estas instalaciones se debe determinar en función de la Evaluación del Riesgo y será de, al menos, una vez al año; no obstante, la autoridad sanitaria competente, en caso de riesgo para la salud pública podrá decidir la ampliación de estas medidas.

Para llevar a cabo el programa de mantenimiento se realizará una adecuada distribución de competencias para su gestión y aplicación, entre el personal especializado de la empresa titular de la instalación o persona física o jurídica en quien delegue, facilitándose los medios para que puedan realizar su función con eficacia y un mínimo de riesgo.

Todo el personal que trabaje en operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario, pertenezca a una entidad o servicio externo contratado o bien sea personal propio de la empresa titular de la instalación, debe disponer de un nivel de conocimientos suficientes para realizar esta función y debe haber superado el curso de formación indicado en la Orden SCO/317/2003.

##### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

Evitar prolongados períodos de paro ya que favorecen el estancamiento del agua y la proliferación de microorganismos. Renovar periódicamente el agua y vaciar la instalación cuando se halle parada durante un periodo de tiempo prolongado.

En las zonas donde pueda acumularse suciedad, purgar al menos semanalmente las válvulas de drenaje, dejando correr el agua unos minutos.

Si existen equipos y aparatos en reserva, se deben usar con la frecuencia necesaria para evitar el estancamiento del agua en su interior. En caso de que no se utilicen, se mantendrán vacíos y se limpiaran y desinfectaran previamente a su puesta en funcionamiento.

##### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza. Cuando existan boquillas de pulverización, la inspección visual de la forma de pulverización indicará si existen obstrucciones en ellas.

La revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento del agua, se realizará con la siguiente periodicidad (tabla1).

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento de la instalación	Periodicidad
<b>Funcionamiento de la instalación:</b> Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.	<b>ANUAL</b>
<b>Estado de conservación y limpieza de los depósitos de acumulación:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión o incrustaciones.	<b>SEMESTRAL</b>
<b>Boquillas de pulverización:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea.	<b>SEMESTRAL</b>
<b>Zonas muertas o con estancamiento del agua:</b> Purgar las válvulas de drenaje, dejando correr el agua unos minutos.	<b>SEMANAL</b>

Equipos de tratamiento del agua: Comprobar su correcto funcionamiento.	Equipos para la desinfección del agua (si se dosifican biocidas, en este concepto se incluirá la determinación de su concentración en el circuito).	SEMANTAL
	Otros equipos	SEMESTRAL

Se revisará el estado de conservación y limpieza, con el fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación. Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución.

Los parámetros que figuran en la tabla 2 se determinarán cuando exista depósito de acumulación o en aguas cuya calidad microbiológica en el aporte no esté garantizada.

Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<b>Recuento total de aerobios</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo análisis.  La norma ISO 6222 especifica dos niveles de temperatura (22 y 36° C). A efectos de estas instalaciones será suficiente el análisis a la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación.	<b>SEMESTRAL</b>
<i>Legionella sp</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella sp</i> .	<b>MÍNIMA ANUAL</b>  (Especificar periodicidad según apartado 5. Evaluación del Riesgo).  En instalaciones que puedan afectar a edificios especialmente sensibles como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es semestral  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

Se incluirán, si fueran necesarios, otros parámetros que se consideren útiles en la determinación de la calidad del agua o de la efectividad del programa de tratamiento de la misma.

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida.

Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 3 se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados.

Tabla 3. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestra y transporte
<b>Recuento total de aerobios</b>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá el neutralizante adecuado al posible biocida utilizado.</p> <p>Se tomará aproximadamente un litro de agua en un punto del circuito cercano al elemento de aerosolización. Si es preciso, dejar correr previamente el agua unos segundos para garantizar que la muestra tomada sea representativa del circuito.</p>
<i>Legionella sp</i>	<p>Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá un neutralizante adecuado al biocida utilizado.</p> <p>Se tomará un volumen mínimo de un litro de agua en un punto cercano al elemento de aerosolización. Si es preciso, dejar correr previamente el agua unos segundos para garantizar que la muestra tomada sea representativa del circuito.</p> <p><b>Normas de transporte:</b></p> <p><b>Para las muestras ambientales (agua)</b>, tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetos a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas.</p>
<p>Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. "Guía para la conservación y la manipulación de muestras".</p>	

Hay que tener en cuenta que estas recomendaciones son generales y que el punto de toma de muestras dependerá en muchos casos del diseño, de las características de la instalación y otros factores que se determinarán en función de la evaluación del riesgo, por lo que este aspecto deberá tenerse en cuenta a la hora de realizar dicha evaluación.

### 4.3.4 Limpieza y desinfección

Durante la realización de los tratamientos de desinfección se han de extremar las precauciones para evitar que se produzcan situaciones de riesgo entre el personal que realice los tratamientos como todos aquellos ocupantes de las instalaciones a tratar.

En general, para los trabajadores, se cumplirán las disposiciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y su normativa de desarrollo. El personal deberá haber realizado los cursos autorizados para la realización de operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario para la prevención y control de la legionelosis, Orden SCO 317/2003 de 7 de febrero.

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- Limpieza y programa de mantenimiento
- Limpieza y desinfección de choque
- Limpieza y desinfección en caso de brote

Los criterios que se exponen a continuación deben considerarse como genéricos para instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella. En determinadas instalaciones pueden aplicarse criterios de otros capítulos (Fuentes Ornamentales, Agua Fría de consumo humano, Lavado de Vehículos, etc.) que se adapten mejor a las características de la instalación.

#### **4.3.4.1. Limpieza y programa de mantenimiento**

La limpieza y el programa de mantenimiento tienen como objeto garantizar que la instalación se encuentre en un correcto estado de higiene durante su funcionamiento habitual.

Se corresponderá con los programas de tratamiento especificados en el artículo 8.2 Real Decreto 865/2003 para las instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella.

La desinfección en estas instalaciones no es prioritaria dentro de los programas de mantenimiento higiénico-sanitario, más enfocados al control de la instalación mediante tareas de limpieza. No obstante, en caso de que la calidad microbiológica del agua no esté garantizada o de que la evaluación del riesgo aconseje realizar este tipo de tratamiento, deberán instalarse sistemas de desinfección en continuo. Si se utilizan desinfectantes éstos estarán debidamente autorizados.

#### **4.3.4.2. Limpieza y desinfección de choque**

Estas instalaciones se limpiarán y desinfectarán cuando se pongan en marcha 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.

Si existen boquillas pulverizadoras deben ser desinfectadas como mínimo anualmente. Esta desinfección puede hacerse periódicamente y en forma rotativa desmontándolas y sumergiéndolas en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua fría. Es posible, asimismo, utilizar un biocida alternativo autorizado siguiendo las instrucciones del fabricante. Anualmente se deberán haber desinfectado todas las boquillas.

Alternativamente también sería posible realizar la desinfección introduciendo en toda la red (por ejemplo, a baja presión para que no exista pulverización) una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre (u otro biocida alternativo), dejarla actuar durante 30 minutos y purgar posteriormente esta solución. En el caso de que existan depósitos intermedios en la instalación, éstos deberán ser vaciados, limpiados y, si procede, desinfectados.

#### **4.3.4.3. Limpieza y desinfección en caso de brote**

Detener el funcionamiento de la instalación.

Si existen depósitos de acumulación deberán ser vaciados, limpiados y desinfectados.

Llenar todo el circuito con agua que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos manteniendo del pH entre 7 y 8.

En caso necesario, añadir biodispersantes capaces de actuar sobre la biocapa, y/o anticorrosivos compatibles en cantidades adecuadas.

Una vez realizada la desinfección la solución desinfectante se neutralizará, se tratará el agua adecuadamente y se conducirá a desagüe, aclarándose el sistema con agua limpia.

Si existen boquillas pulverizadoras, desmontarlas y desinfectarlas sumergiéndolas en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua fría.

Los elementos exteriores difíciles de desmontar o sumergir, se cubrirán con un paño limpio impregnado en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua fría.

#### 4.3.5 Criterios de valoración de resultados

En la tabla 4, se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las acciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de los mismos.

Tabla 4. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Acciones correctoras
Presencia de aerobios totales	> 100000 Ufc/ml.	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras. Realizar una limpieza y desinfección de choque. Confirmar el recuento, a los 15 días analizando también <i>Legionella sp.</i> Si se mantiene superior al valor indicado realizar una limpieza y desinfección en caso de brote. Confirmar el recuento de nuevo aproximadamente a los 15 días.
<i>Legionella sp</i>	>100 < 1000 Ufc/L.	Revisar el programa de mantenimiento adoptando las medidas correctoras adecuadas.
	≥ 1000 < 10000 Ufc/L.	Realizar limpieza y desinfección de choque y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días. Si se mantiene superior al valor indicado realizar una limpieza y desinfección en caso de brote según el apartado 4.3.4.2 de este capítulo. Confirmar el recuento de nuevo aproximadamente a los 15 días.
	≥ 10000 Ufc/L.	Realizar limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote según el apartado 4.3.4.3 y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

#### 4.3.6 Resolución de problemas asociados a la instalación

Los principales problemas que pueden presentarse son la contaminación microbiológica del agua, la formación de biocapas y la presencia de procesos de incrustación y/o corrosión.

Para evitar la contaminación microbiológica, en los depósitos de acumulación se debe evitar el estancamiento del agua y garantizar su desinfección cuando se envía a consumo.

Si los controles analíticos detectan una contaminación microbiológica importante, es aconsejable aumentar la frecuencia de vaciado y limpieza de la instalación.

Para la prevención de biocapas y para mantener el circuito en correcto funcionamiento se debe evitar la entrada de partículas en suspensión y la formación de incrustaciones calcáreas y procesos de corrosión.

Cuando existen boquillas de pulverización, la presencia de partículas en suspensión o de incrustaciones calcáreas, pueden producir su obstrucción. Si se detecta una frecuencia muy importante de obstrucción de las boquillas, es aconsejable instalar un tratamiento adecuado en el agua de aporte (ver capítulo 2 Agua Fría de Consumo Humano).

En los circuitos donde existe recirculación pueden acumularse lodos y fangos. Si es necesario, instalar un sistema de filtración y/o aumentar el caudal de renovación de agua. Si se observa la presencia de algas, puede añadirse un alguicida compatible con las características del circuito.

En los circuitos con recirculación en los cuales, por evaporación del agua, se concentren las sales disueltas, se deberá renovar el agua con la frecuencia adecuada para evitar una concentración excesiva de sales.

#### 4.3.7 Descripción de registros asociados a las instalaciones

Se dispondrá en estas instalaciones de un Registro de Mantenimiento donde se deberá indicar:

- Esquema del funcionamiento hidráulico de la instalación.
- Operaciones de revisión, limpieza, desinfección y mantenimiento realizadas incluyendo las inspecciones de las diferentes partes del sistema.

- Análisis realizados y resultados obtenidos.
- Certificados de limpieza y desinfección.
- Resultado de la evaluación del riesgo.

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberán ajustarse al Real Decreto 835/2003. No obstante en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (anexo 1).

## 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

El riesgo asociado a cada sistema concreto es variable y depende de múltiples factores específicos relacionados con la ubicación, tipo de uso, estado, etc.

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

La evaluación del riesgo de la instalación se realizará como mínimo una vez al año, cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003 de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003.

Las tablas 5, 6 y 7 que figuran a continuación permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación. Las tablas comprenden factores estructurales asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación; y factores de operación, asociados al funcionamiento de la instalación.

En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice global” que figura a continuación de la tabla 8. Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta. Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras. Asimismo, se valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

Los criterios que se exponen a continuación deben considerarse como genéricos para instalaciones de menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*. En determinadas aplicaciones pueden aplicarse criterios de otros capítulos que se adapten mejor a las características de la instalación (por ejemplo, en equipos de limpieza con agua a alta presión, podrían aplicarse los conceptos detallados en el capítulo de Lavado de Vehículos).

Tabla 5. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Agua fría de consumo humano.	Captación propia o aguas depuradas o recicladas tratadas.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisión el correcto funcionamiento de los equipos del tratamiento.	Captación propia no tratada.	Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica y en caso necesario introducir equipos de tratamiento (al menos filtración y desinfección).
<b>Acumulación de agua</b>	La capacidad de acumulación es inferior o igual al consumo diario de agua.	La capacidad de acumulación es superior al consumo diario de agua e inferior o igual al consumo semanal.	Reducir, si es posible, la capacidad de acumulación. Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica y en caso necesario introducir equipos de desinfección.	La capacidad de acumulación es superior al consumo semanal de agua.	Reducir, si es posible, la capacidad de acumulación. Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica y en caso necesario introducir equipos de desinfección.
<b>Recirculación del agua</b>	No existe recirculación del agua.	Existe recirculación del agua. El volumen total del circuito recircula en un tiempo inferior o igual a 4 horas.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisión del correcto funcionamiento de los equipos.	Existe recirculación del agua. El volumen total del circuito recircula en un tiempo superior a 4 horas.	Aumentar, si es posible, el caudal de recirculación.
<b>Tipo de aerosolización</b>	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	Sustituir, si es posible, el sistema de aerosolización.	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	Sustituir, si es posible, el sistema de aerosolización.
<b>Materiales</b> • Composición • Rugosidad • Corrosividad	Los materiales resisten la acción agresiva del agua y del biocida utilizado.	Existen materiales que no son resistentes a las condiciones del agua de la instalación.	Sustitución de materiales o recubrimiento con materiales adecuados. Adición de inhibidores de corrosión.	Existen materiales en contacto con el agua que favorecen el desarrollo de bacterias como el cuero, madera, fibrocemento, hormigón o los derivados de celulosa.	Sustitución de materiales.
<b>Emisión de aerosoles</b>	La emisión de aerosoles se halla aislada de elementos a proteger o zonas de tránsito de personas.	La emisión de aerosoles se halla cerca de elementos de proteger o en zonas de tránsito de personas.	Si es posible, instalar algún tipo de barrera de separación.	La emisión de aerosoles se halla en una zona con puntos de especial riesgo: Hospitales, residencias de ancianos, etc.	Si es posible, instalar algún tipo de barrera de separación.

Tabla 6. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece  - Aerobios totales < 100000 Ufc/ml.  - Legionella sp ausencia.	En los controles analíticos aparece  - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml.  - Legionella sp < 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados:	En los controles analíticos aparece :  - Legionella sp > 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados:
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación se encuentra limpia, sin biocapa.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección de choque de la instalación.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar o instalar sistemas de tratamiento.	Mal estado general de conservación: Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar o instalar sistemas de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.
<b>Estado del sistema de tratamiento del agua</b>	La instalación no requiere un tratamiento del agua o dispone de él y funciona correctamente.	La instalación requiere un tratamiento del agua y dispone de él, pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación requiere un tratamiento del agua y no dispone de él.	Instalar el sistema de tratamiento.

Tabla 7. Evaluación del riesgo de operación de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Temperatura media del agua de aporte</b>	< 20 °C.	20-30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.	> 30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.
<b>Temperatura media del agua en el sistema</b>	< 20 °C ó ≥ 50 °C.	20-34 °C ó 38-49 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento. Ajustar la temperatura de funcionamiento del sistema.	35-37 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento. Ajustar la temperatura de funcionamiento del sistema.

<b>Frecuencia de uso</b>	El sistema se usa diariamente.	El sistema se usa como mínimo semanalmente.	Aumentar frecuencia de uso.	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	Aumentar frecuencia de uso.
<b>Horario de funcionamiento</b>	La instalación se utiliza cuando el paso de personas es prácticamente nulo.	La instalación se utiliza en horas de poca frecuencia de paso de personas.	Si es posible, utilizar la instalación cuando el paso de personas sea más reducido.	La instalación se utiliza cuando el paso de personas es muy frecuente.	Si es posible, utilizar la instalación cuando el paso de personas sea más reducido.

Tabla 8. Índice global

<b>Riesgo Estructural</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Procedencia del agua	0	9	18
Acumulación de agua.	0	8	16
Recirculación del agua.	0	10	20
Tipo de aerosolización	0	11	22
Materiales	0	4	8
Emisión de aerosoles	0	8	16
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>Riesgo de Mantenimiento</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Contaminación microbiológica	0	15	30
Estado higiénico de la instalación	0	15	30
Estado mecánico de la instalación	0	9	18
Estado del sistema de tratamiento del agua	0	11	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>Riesgo Operacional</b>	<b>BAJO</b>	<b>MEDIO</b>	<b>ALTO</b>
Temperatura media del agua de aporte	0	10	20
Temperatura media del agua en el sistema	0	10	20
Frecuencia de uso	0	15	30
Horario de funcionamiento	0	15	30
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Teniendo en consideración los diferentes pesos de cada uno de los índices de riesgo, el valor medio se pondera de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3 \cdot \text{IE} + 0,6 \cdot \text{IM} + 0,1 \cdot \text{IO}$$

## 5.2 Acciones correctoras en función del Índice global

### ÍNDICE GLOBAL < 60

Cumplir los requisitos del Real Decreto 865/2003 así como los especificados en la sección Fase de vida útil: Mantenimiento de la instalación.

### ÍNDICE GLOBAL ≥ 60-80

Se llevarán a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice por debajo de 60. Aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral. Aumentar la frecuencia de control microbiológico a periodicidad mensual. Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 5, 6 y 7.

### ÍNDICE GLOBAL > 80

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán en caso de ser necesaria parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice. Aumentar la frecuencia de control microbiológico a periodicidad mensual.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60. Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 5, 6 y 7.

El mantenimiento y la limpieza es una parte esencial para la prevención de la legionelosis en toda instalación. Por este motivo el índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ .

### 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Para la confección de este ejemplo se ha considerado un parque de atracciones acuáticas con las características que se describen en las tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Agua de pozo tratada.	MEDIO
Acumulación de agua	Existe una gran capacidad de acumulación de agua. El volumen total de agua se renueva cada mes.	ALTO
Recirculación del agua	Existe un circuito de recirculación donde el agua se filtra y se le adiciona un biocida. El volumen total del circuito recircula en 12 horas.	ALTO
Tipo de aerosolización	La atracción produce un nivel muy importante de aerosolización con gotas finas.	ALTO
Materiales	Los materiales resisten la acción agresiva del agua y del biocida utilizado.	BAJO
Emisión de aerosoles	La emisión se realiza en una zona con tránsito de personas.	MEDIO

Tabla 10. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml y Legionella < 1000 Ufc/L.	MEDIO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	ALTO
Estado mecánico de la instalación	Algunos elementos de la instalación presentan áreas de corrosión.	MEDIO
Estado del sistema de tratamiento del agua	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y adecuado pero la dosis de biocida en el agua es inferior a la requerida.	MEDIO

Tabla 11. Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura media del agua de aporte	18 °C.	BAJO
Temperatura media del agua en el sistema	25 °C.	MEDIO
Frecuencia de uso	El sistema se usa diariamente.	BAJO
Horario de funcionamiento	Se utiliza cuando el paso de personas es muy frecuente.	ALTO

A partir de estos factores se calcularía el Índice global tal y como se muestra en las tablas 12, 13 y 14, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 12. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	MEDIO	9
Acumulación de agua.	ALTO	16
Recirculación del agua.	ALTO	20
Tipo de aerosolización	ALTO	22
Materiales	BAJO	0
Emisión de aerosoles	MEDIO	8
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>75</b>

Tabla 13. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Contaminación microbiológica	MEDIO	15
Estado higiénico de la instalación	ALTO	30
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	9
Estado del sistema de tratamiento del agua	MEDIO	11
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>65</b>

Tabla 14. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	0
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	10
Frecuencia de uso	BAJO	0
Horario de funcionamiento	ALTO	30
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>40</b>

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*75 + 0,6*65 + 0,1*40</b>	<b>65,5</b>
---	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el Índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el Índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ . En este caso el Índice es 65 por lo que sería necesario actuar en este apartado.

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO” así como a potenciar el mantenimiento de la instalación y podrían ser, por ejemplo, los que se muestran en la tabla 15. Sin embargo, hay que tener en cuenta que, a veces, no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 15. Factor de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml y <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Como consecuencia del resto de acciones correctoras este valor disminuye < 100000 Ufc/ml en aerobios total así como ausencia para <i>Legionella sp</i> .	<b>BAJO</b>
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Se realiza una limpieza y desinfección de choque de la instalación y se aumenta la frecuencia de limpieza.	<b>BAJO</b>
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Algunos elementos de la instalación presentan áreas de corrosión.	Se sustituyen los elementos con corrosión.	<b>BAJO</b>

<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección</b>	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y adecuado pero la dosis de biocida en el agua es inferior a la requerida.	Se revisa el sistema de tratamiento y se ajusta la dosis de biocida.	<b>BAJO</b>
---	--	--	-------------

Una vez realizadas las acciones correctoras el Índice global quedaría como se muestra en las tablas 16, 17 y 18:

Tabla 16. Índice de riesgo estructural con acción correctora

<b>Estructural</b>	<b>FACTOR</b>		<b>VALOR</b>	
	<b>Anterior</b>	<b>Con acción correctora</b>	<b>Anterior</b>	<b>Con acción correctora</b>
Procedencia del agua	MEDIO	<b>MEDIO</b>	9	<b>9</b>
Acumulación de agua.	ALTO	<b>ALTO</b>	16	<b>16</b>
Recirculación del agua.	ALTO	<b>ALTO</b>	20	<b>20</b>
Tipo de pulverización y tamaño de gotas	ALTO	<b>ALTO</b>	22	<b>22</b>
Materiales	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Emisión de aerosoles	MEDIO	<b>MEDIO</b>	8	<b>8</b>
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			75	<b>75</b>

Tabla 17. Índice de riesgo de mantenimiento con acción correctora

<b>Mantenimiento</b>	<b>FACTOR</b>		<b>VALOR</b>	
	<b>Anterior</b>	<b>Con acción correctora</b>	<b>Anterior</b>	<b>Con acción correctora</b>
Contaminación microbiológica	MEDIO	<b>BAJO</b>	15	<b>0</b>
Estado higiénico de la instalación	ALTO	<b>BAJO</b>	30	<b>0</b>
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	<b>BAJO</b>	9	<b>0</b>
Estado del sistema de tratamiento del agua	MEDIO	<b>BAJO</b>	11	<b>0</b>
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			65	<b>0</b>

Tabla 18. índice de riesgo operacional con acción correctora

<b>Operación</b>	<b>FACTOR</b>		<b>VALOR</b>	
	<b>Anterior</b>	<b>Con acción correctora</b>	<b>Anterior</b>	<b>Con acción correctora</b>
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	<b>MEDIO</b>	10	<b>10</b>
Frecuencia de uso	BAJO	<b>BAJO</b>	0	<b>0</b>
Horario de funcionamiento	ALTO	<b>ALTO</b>	30	<b>30</b>
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			40	<b>40</b>

Aplicando los factores de ponderación a cada índice se obtiene el resultado siguiente:

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3*75 + 0,6*0 + 0,1*40</math></b>	<b>26,5</b>
---	-------------

Con la aplicación pues de las medidas correctora indicadas se ha conseguido reducir el Índice global por debajo del valor 60 y el Índice de mantenimiento por debajo de 50, concretamente a un valor de 0, lo que indica que aún sin realizar acciones correctoras estructurales, ni operacionales se ha reducido el índice global a 26,5.

## ANEXO 1: REGISTROS

Se debe identificar la instalación y el responsable de la misma.

En principio el certificado de limpieza y desinfección de la empresa autorizada sirve como registro de estas actividades, no obstante recomendamos que se pueda registrar para mayor control en forma de tabla formando parte del libro de registro al que se añadirá el certificado. A continuación se detalla un posible ejemplo:

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

	FECHA	ESTADO	ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento		No se observan anomalías ni fugas	No se precisa
		Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
		Se observan fugas	..... (acción realizada)
Revisión de la forma de aerosolización		Pulverización uniforme	No se precisa
		Pulverización no homogénea	..... (acción realizada)
Incrustaciones		Ausencia de incrustaciones	No se precisa
		Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión		Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
		Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad		Ausencia	No se precisa
		Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de las boquillas		Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
		Presencia de obstrucciones	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y tratamiento del agua		Funcionamiento correcto	No se precisa
		Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

## II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

<b>FECHA</b>	
Tipo de operación	Limpieza del depósito Limpieza del circuito

## III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

<b>FECHA</b>	
Tipo de operación	Desinfección de choque Desinfección en caso de brote
Producto utilizado	Nombre: Nº de registro:
Dosis aplicada	
Tiempo de actuación	
Protocolo seguido	

## IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Mantenimiento de equipos e instalaciones		Limpiezas parciales	.....
		Reparaciones	.....
		Verificaciones	.....
		Otras incidencias	.....
Mantenimiento del sistema de tratamiento del agua		Calibraciones y verificaciones	.....
		Reparaciones	.....
		Otras incidencias	.....

## V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de aerobios totales		< 100000 Ufc/ml	No se precisa
		≥ 100000 Ufc/ml	.....
Determinación de <i>Legionella sp</i>		Ausencia	No se precisa
		< 1000 Ufc/L	.....
		≥ 1000 Ufc/L	.....
Otros controles analíticos			.....

# TERMINOLOGÍA GENERAL

## TÉRMINO

## DEFINICIÓN

### Acidez

Es la capacidad de un agua para ceder protones ( $H^+$ ) y, por consiguiente, para neutralizar los álcalis. En el agua de consumo humano, en la práctica, viene determinada por el contenido en ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ) y sus iones en equilibrio: bicarbonato ( $HCO_3^-$ ) y carbonato ( $CO_3^{2-}$ ). Se determina mediante la medición del pH.

### Ácido hipocloroso

Parte del cloro libre disuelto que realiza una eficaz desinfección del agua.

### ACS: Agua Caliente Sanitaria

Es el agua fría de consumo humano (AFCH) sometida a tratamientos para elevar su temperatura.

### Aerobios totales

Conjunto de microorganismos que necesita o tolera la presencia de oxígeno molecular para sobrevivir. Normalmente se determinan de acuerdo a la norma ISO 6222 (22 ó 36 °C), a la temperatura del agua más próxima a la de funcionamiento de la instalación.

### Aerosol

Suspensión de partículas ultramicroscópicas de sólidos o líquidos en el aire u otro gas. Se consideran las comprendidas entre 1 y 10 micras, (1mm = 1000 micras).

### Agua agresiva

Agua con tendencia a disolver las incrustaciones calcáreas.

### Agua corrosiva

Agua cuya composición físico-química favorece la corrosión de un determinado metal.

### Agua descalcificada

Agua tratada mediante intercambio iónico para eliminar su dureza.

### Agua desmineralizada

Agua tratada por ósmosis inversa o por intercambio iónico para eliminar las sales.

### Agua incrustante

Agua con tendencia a formar incrustaciones calcáreas.

### AFCH: Agua Fría de Consumo Humano

Es el agua que cumple los requisitos del Real Decreto 140/2003.

### Agar BCYE-a

“Buffered Charcoal-Yeast Extract”, medio de elección para el cultivo de *Legionella*, enriquecido con extracto de levadura, L-cisteína, pirofosfato férrico,  $\alpha$ -keroglutarato y carbón activado como neutralizante de los compuestos. También se puede hacer el medio selectivo añadiendo una mezcla de antibióticos (polimixina B, anisomicina, oxitetraciclina, cefamandol, vancomicina o cicloheximida, etc.).

### Agua de aporte

Es el agua que alimenta a una instalación.

### Alcachofa

Pieza agujereada por donde sale el agua de la ducha.

### Alcalinidad

Es la capacidad de un agua para aceptar protones ( $H^+$ ) y, por consiguiente, para neutralizar los ácidos; se caracteriza por la presencia natural de iones carbonatos ( $CO_3^{2-}$ ), bicarbonatos ( $HCO_3^-$ ) e hidróxidos ( $OH^-$ ). En el agua de consumo humano, en la práctica, viene determinada por el contenido en bicarbonatos. Se determina mediante valoración con ácidos.

### Alga

Seres vivos eucariotas unicelulares o pluricelulares, pertenecientes a un grupo clasificado en el reino protistas, que viven preferentemente en el agua y que en general, están provistos de clorofila y realizan la fotosíntesis.

### Ameba

Protozoo rizópodo, que se caracteriza por su forma cambiante, debida a la falta de membrana y por su movimiento ameboide a base de pseudópodos, que también utiliza para capturar alimentos. Unas especies viven libres en el agua o la tierra y otras habitan en el intestino del hombre y de los animales.

### Antioxidante

Sustancia utilizada, generalmente como aditivo, para evitar procesos de oxidación y/o de corrosión.

<b>Bacteria</b>	Grupo de microorganismos unicelulares procarióticos, sin núcleo diferenciado y de tamaño que oscila entre 0,1 y 400 µm de longitud. Viven en el aire, el suelo, el agua, animales y plantas. Suelen ser las responsables de la putrefacción y descomposición de la materia orgánica y algunas ocasionan enfermedades al hombre, los animales, las plantas e incluso a otros microorganismos.
<b>Bandeja de condensados</b>	Pieza de metal u otro material utilizada para recogida del agua condensada de las baterías de enfriamiento y/o deshumectación.
<b>Biocapa</b>	Conjunto de microorganismos y residuos embebidos en una capa protectora que queda adherida a una superficie.
<b>Biocidas</b>	Sustancias activas y preparados que contienen una o más sustancias activas, presentados en la forma que son suministrados al usuario, destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier organismo nocivo por medios químicos o biológicos. Entre las muchas clasificaciones que pueden presentar los biocidas pueden ser oxidantes y no oxidantes.
<b>Biodispersante</b>	Sustancias que permiten emulsionar-dispersar la materia orgánica y la biocapa presente en las paredes interiores de los sistemas por los que circula agua. Favorecerán la penetración de los biocidas en el interior de éstos acúmulos orgánicos.
<b>Boca de hombre</b>	Registro existente en máquinas, equipos y sistemas, que permite el acceso de una persona a su interior para realizar trabajos de inspección, limpieza, mantenimiento, etc.
<b>Boquilla</b>	Uno de los posibles elementos de salida del agua de una instalación, que permite su pulverización.
<b>Brote</b>	Epidemia localizada, no generalizada. Presencia de casos de una enfermedad en número más elevado de lo que cabría esperar en condiciones normales. La aparición de dos o más casos de una enfermedad con estas características asociadas temporo-espacialmente puede constituir un brote.
<b>Caldera</b>	Recipiente cerrado en el que un fluido es calentado, con o sin cambio de fase.
<b>Caudal</b>	Volumen de agua que fluye en la unidad de tiempo.
<b>Ciclos de concentración</b>	Relación entre la salinidad del agua de la balsa o piscina y agua de aporte. Este parámetro se puede determinar a través de la conductividad o bien, en forma más precisa mediante el análisis de cloruros. En Centrales Humidificadoras Industriales, este término se aplica sólo en centrales con recirculación de agua.
<b>Circuito abierto</b>	Circuito en el que existe un consumo regular de agua.
<b>Circuito cerrado</b>	Circuito en el que no existe un consumo regular de agua; el agua circula constantemente y sólo se realizarán aportes para compensar fugas y pérdidas.
<b>Cloración</b>	Es la adición de cloro gas o compuestos de cloro al agua, con el propósito de desinfectarla y/u oxidar algún compuesto que ella contenga.
<b>Cloro</b>	Elemento químico que se utiliza principalmente como desinfectante, para eliminar microorganismos presentes en el agua.
<b>Cloro libre</b>	Es el cloro disuelto en agua que no está asociado con materia orgánica ni con amoníaco y que posee una elevada capacidad de desinfección.
<b>Cloro residual</b>	Parte del cloro libre o combinado, que permanece activo después de un periodo de tiempo especificado.
<b>Colonia</b>	Agrupación de microorganismos celulares, como por ejemplo bacterias, hongos, etc.
<b>Conductividad</b>	Capacidad de la materia para conducir la electricidad. En el agua, la conductividad está directamente relacionada con la presencia de iones (sales disueltas) y es por

tanto un buen indicador de la renovación del agua en aquellos equipos que basan su funcionamiento en la evaporación del agua pura, permitiendo por tanto la concentración de las sales.

<b>Control</b>	Comprobación, inspección, intervención. Regulación, manual o automática sobre un sistema.
<b>Corrosión</b>	Ataque que experimentan los metales por la acción del medio en que se utilizan (atmósfera, agua, suelo, etc.), produciéndose en el proceso reacciones químicas o electroquímicas.
<b>Corrosión por aireación diferencial</b>	Proceso que se origina cuando una partícula se deposita sobre la superficie interna de un elemento metálico en un circuito de agua. Esta partícula produce una aireación diferencial entre la superficie metálica cubierta por la partícula (a la cual no le llega el oxígeno disuelto en el agua y, como consecuencia, no se oxida) y el resto de la superficie metálica (a la cual le puede llegar el oxígeno disuelto y se oxida). De esta forma, con dos metales distintos en contacto directo (uno oxidado y el otro sin oxidar), se crea una micropila que produce la corrosión del metal en la zona situada bajo la partícula.
<b>Desagüe</b>	Elemento (tubería, grifo, etc.) existente en las instalaciones y sistemas hidráulicos, que permite el vaciado de los mismos.
<b>Desinfección</b>	Es la eliminación o destrucción de las formas vegetativas de los microorganismos y de su potencial infeccioso.
<b>Desinfección por radical hidroxilo</b>	Un radical libre es un átomo, una molécula o un compuesto que contiene un electrón no apareado. Se simbolizan con un punto ( $\text{OH}^\cdot$ ). Los radicales libres son muy electrofílicos y atacan lugares con alta densidad electrónica como enlaces $\text{O}=\text{O}$ , aunque tienen un tiempo de vida media muy corto (nanosegundos). Su alto poder oxidante los hace útiles en procesos de desinfección bacteriológica.
<b>Desinfección por ionización</b>	Sistema de desinfección basado en procedimientos electroquímicos. Generalmente se refiere a la generación de iones de cobre y plata por electrolisis. Estos iones cargados positivamente son adsorbidos en la pared celular de la bacteria (efecto electrostático). Esto produce una reducción de la permeabilidad de las paredes de la célula y la desnaturalización de las proteínas causando la muerte de la bacteria. En algunos casos también se ha ampliado este concepto a equipos que basan su sistema de desinfección en la generación de ozono o de radicales hidroxilo por electrolisis del agua.
<b>Desinfección por oxígeno ionizado</b>	Sistema de desinfección basado en procedimientos electroquímicos. El oxígeno ionizado se genera normalmente a partir del oxígeno del aire (o si es preciso introduciendo oxígeno puro en la corriente de agua) mediante descarga eléctrica de baja energía, para evitar llevar al nivel de generación de ozono. Posteriormente el aire rico en oxígeno ionizado se inyecta en el agua a desinfectar y se autoconsume en el proceso de desinfección.
<b>Desinfección por ozonización</b>	Sistema de desinfección basado en la aplicación de ozono en el agua. El ozono se genera normalmente a partir del oxígeno del aire mediante radiación ultravioleta o bien mediante descarga eléctrica silenciosa (este sistema produce mayores concentraciones de ozono en el aire que el anterior). Posteriormente el ozono se inyecta en el agua a desinfectar. Cuando se utilizan dosis elevadas de ozono, generalmente una vez se ha realizado la desinfección, se debe destruir el ozono residual en el agua mediante carbón activo o radiación ultravioleta.
<b>Desinfección por radiación ultravioleta</b>	Sistema de desinfección en el cual el agua pasa a través de una cámara que se irradia con radiación ultravioleta, generalmente a 254 nm. La dosis de radiación ultravioleta debe ser adecuada a la transmitancia del agua para garantizar el proceso de desinfección (generalmente se deben utilizar dosis mínimas de $400 \text{ J/m}^2$ ). El equipo debe disponer de un sensor de radiación.
<b>Desinfectante</b>	Biocida, sistema físico o físico-químico, que destruye o inactiva irreversiblemente microorganismos patógenos.

<b>Desinfectantes oxidante</b>	<p>Destruyen los microorganismos por oxidación química penetrando la pared celular y alterando su metabolismo, llegando a destruir la membrana citoplásmica, desnaturalizar las proteínas estructurales o enzimáticas, así como los ácidos nucleicos. Su espectro es de acción larga y actúa de dos formas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oxidante: destruye la materia orgánica.</li> <li>• Biocida: desinfecta el agua del circuito.</li> </ul>
<b>Desinfectantes no oxidantes</b>	<p>No existe una relación simple entre la estructura química de un biocida y su mecanismo de acción, identificándose diferentes tipos que incluyen la destrucción celular y la interferencia sobre el material genético. Su actividad es selectiva y su espectro de acción es reducido. Son moléculas de síntesis y su eficacia desinfectante está condicionada a la calidad físico-química del agua, que puede afectar la vida media de la molécula.</p>
<b>Dosificador automático</b>	<p>Equipo para la adición de un producto químico al agua en una dosis controlada. Generalmente está constituido por un depósito de acumulación de producto, una bomba dosificadora, un sistema de aspiración de producto y otro de impulsión e inyección. La adición normalmente puede producirse en forma temporizada, en forma proporcional al caudal utilizando un contador con emisión de impulsos o a partir de una señal externa procedente de un instrumento de regulación y control. A efectos de esta guía se considerará, igualmente, dosificación automática la adición de preparados sólidos de disolución lenta.</p>
<b>DPD</b>	<p>N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD). Es un reactivo que produce una coloración rosada al reaccionar con el cloro presente en el agua y que, por ello, se utiliza para la determinación de la concentración del cloro libre y del cloro combinado presentes.</p>
<b>Dureza</b>	<p>Característica del agua que expresa su contenido de calcio y magnesio. Se expresa como carbonato cálcico equivalente. Se diferencia entre dureza permanente (la no asociada a carbonatos y bicarbonatos) y dureza temporal (la asociada a bicarbonatos). Se expresa en nuestro país en mg/l de CaCO<sub>3</sub>, aunque también se utilizan otras unidades como el grado francés (10 mg/l de CaCO<sub>3</sub>).</p>
<b>Enfermedad de Declaración Obligatoria (EDO)</b>	<p>Toda enfermedad objeto de declaración obligatoria a nivel nacional, en virtud del Real Decreto 2210/95 de 28 de diciembre, por el que se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. La declaración corresponde a los médicos en ejercicio, tanto en el sector público como privado, ante la sospecha de un caso. Tratándose de legionelosis, incluida en el sistema desde el año 1996, la notificación es semanal y se acompaña de unos datos relativos al caso (de identificación, epidemiológicos y microbiológicos) recogidos de acuerdo con los Protocolos de las Enfermedades de Declaración Obligatoria. En caso de brotes o situaciones epidémicas, la declaración es urgente. Asimismo al formar España parte del Grupo Europeo para el Estudio de Legionelosis (EWGLI), se deben notificar los casos de enfermedad en españoles asociados con viajes al extranjero, así como los acaecidos en España a turistas extranjeros.</p>
<b>Equipo de protección individual (EPI)</b>	<p>Cualquier equipo (mascarillas, guantes, gafas, etc.) destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.</p>
<b>Equipo físico para prevención de incrustaciones calcáreas</b>	<p>Sistema de tratamiento para protección frente a incrustaciones calcáreas sin modificación de composición química del agua ni adición de ningún producto químico.</p>
<b>Filtración</b>	<p>Sistema para retención de sólidos en suspensión.</p>
<b>Filtro multiestrato</b>	<p>Sistema para retención de sólidos en suspensión a través de un filtro en el cual se hallan diversas capas de sílex de granulometría controlada y asimismo una capa de antracita/hidroantracita en la parte superior para facilitar la filtración.</p>

<b>Filtros de arena</b>	Sistema para retención de sólidos en suspensión a través de una o más capas de sílex de granulometría controlada.
<b>Filtros de cartuchos o malla</b>	Elemento de protección mediante una malla que evita el paso de partículas sólidas por encima de un determinado tamaño.
<b>Filtros de diatomeas</b>	Sistema de filtración a través de una capa de diatomeas, forzando el paso del agua mediante un sistema de presurización o aspiración del agua.
<b>Grifo</b>	Válvula con abertura al aire de donde se puede extraer agua.
<b>Halógeno</b>	Grupo o familia de elementos químicos constituido por Flúor, Cloro, Bromo, Yodo y Astatio. Tienen propiedades químicas similares con una gran reactividad química. Forman compuestos muy abundantes en la naturaleza. Son ampliamente utilizados en diferentes aplicaciones tecnológicas e industriales y muy especialmente como desinfectantes.
<b>Hipoclorito</b>	Ión $\text{OCl}^-$ que se halla en las disoluciones acuosas de cloro y de hipoclorito sódico en equilibrio con el ácido hipocloroso ( $\text{HOCl}$ ) y el ión hidrógeno ( $\text{H}^+$ ).
<b>Hipoclorito sódico</b>	Compuesto químico de fórmula $\text{NaOCl}$ . Se utiliza ampliamente como desinfectante en forma de solución transparente, de color amarillo verdoso. Los preparados industriales para los usos de aplicación de esta guía generalmente contienen entre 100 y 150 gramos de cloro libre por litro. Normalmente se obtiene por reacción de cloro con hidróxido sódico diluido en agua.
<b>Incrustación</b>	Formación de precipitados insolubles, principalmente de calcio y magnesio, que se originan generalmente como consecuencia de la dureza del agua al aumentar la temperatura, la concentración de sales, etc.
<b>Índice de Langelier (IL)</b>	$\text{IL} = \text{pH} - \text{pH}_s$ (siendo $\text{pH}_s$ el pH de saturación del agua). Langelier desarrolló un método para predecir el pH de saturación de cualquier agua teniendo en cuenta los equilibrios del carbonato cálcico y su solubilidad a diferentes temperaturas. Si el índice de Langelier de un agua es negativo su tendencia será a disolver carbonato cálcico. En general se interpreta como la posibilidad de que el agua sea agresiva. Si el índice de Langelier es positivo, el agua tendrá tendencia a formar incrustaciones de carbonato cálcico. Cuanto más alejado está el pH del agua del pH de saturación, más pronunciada será la inestabilidad.
<b>Índice de Ryznar (IR)</b>	Basándose en diversos estudios reales sobre distintos sistemas, Ryznar modificó el índice de Langelier para predecir la tendencia incrustante o agresiva de un agua. $\text{IR} = 2 \text{pH}_s - \text{pH}$ . Si el resultado es inferior a 6, el agua tendrá tendencia incrustante y si el resultado es superior a 7 tendencia agresiva.
<b>Inhibidor de corrosión</b>	Sustancia química destinada a evitar los procesos de corrosión, generalmente por formación de una capa de protección sobre la superficie de los metales.
<b>Inhibidor de incrustaciones calcáreas</b>	Producto químico que impide el desarrollo y crecimiento de incrustaciones calcáreas generalmente por distorsión de su estructura cristalina.
<b>Intercambiador de calor</b>	Dispositivo utilizado para transferir energía térmica de un fluido a otro, sin transferencia de masa de los fluidos, que permite el intercambio térmico entre un fluido caliente primario (aceite térmico o agua) y un circuito secundario, recorrido por un fluido que normalmente es agua.
<b>Intercambio iónico</b>	Reacción química reversible entre un sólido (resina de intercambio) y una solución acuosa por medio de la cual los iones pueden intercambiarse de una sustancia a otra. Las resinas de intercambio de iones son resinas sintéticas que contienen grupos activos que le proporcionan la propiedad de intercambiar sus iones con los de la solución.
<b>Ión</b>	Átomo o radical que ha perdido o ganado uno o más electrones, adquiriendo así una carga eléctrica. Los iones cargados positivamente son cationes (Calcio, Magnesio, Hierro, etc.) y los que tienen carga negativa son aniones (Sulfatos, Cloruros, etc.).

<b>Legionella sp</b>	Identificación de <i>Legionella</i> a nivel de género.
<b>Legionella</b>	Bacilo gramnegativo, aerobio estricto, con un tamaño que oscila entre 0,3 y 0,9 µm de ancho y 1,5 a 5 µm de largo. Son móviles gracias a uno o más flagelos polares o subpolares. Se determinará según la norma ISO 11731 Parte 1 tal como figura en el Real Decreto 865/2003.
<b>Legionelosis</b>	Enfermedad producida por <i>Legionella</i> que puede presentar dos cuadros clínicos bien diferenciados: 1) Fiebre de Pontiac: síndrome febril agudo autolimitado, 2) Enfermedad del legionario: enfermedad respiratoria aguda con signos focales de neumonía, fiebre, cefalea y mialgias.
<b>Limpieza</b>	Acción de retirar la suciedad de una instalación.
<b>Monitorización</b>	Medición repetida para conocer si se han producido cambios a lo largo del tiempo; sinónimo de "vigilancia" o "seguimiento". En la práctica, son sistemas de medida de cualquier parámetro, que posteriormente permite comparar con un valor guía y actuar si la comparación es insatisfactoria.
<b>Ozonización</b>	Inyección de gas ozono en un medio con el fin de destruir microorganismos por oxidación o actuar sobre determinados compuestos químicos, por el mismo método.
<b>Pasivación</b>	Cambio de la superficie de un metal, químicamente activa, a un estado menos reactivo que por tanto limita la capacidad de corrosión del metal. El cambio en la superficie se puede producir habitualmente por la adhesión de una sustancia química o por cambios de tipo electroquímico.
<b>Pérdidas por evaporación</b>	Masa de agua que, en contacto con el aire, pasa a estado vapor y se pierde en la atmósfera en los equipos que basan su funcionamiento en la evaporación del agua pura (torres de refrigeración, condensadores evaporativos, etc.).
<b>pH</b>	Valor analítico que nos indica la acidez de un agua. Técnicamente se define como $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ , siendo $[\text{H}^+]$ la actividad del hidrogenión (la "actividad" del hidrogenión se corresponde con su concentración efectiva). El valor pH 7,0 corresponde a un pH neutro. Los valores superiores a 7,0 corresponden a aguas básicas o alcalinas y los inferiores a aguas ácidas.
<b>Prefiltro</b>	Equipo que generalmente forma parte de la bomba de recirculación consistente en un filtro mecánico con una malla para la separación de partículas de gran tamaño, hojas, pelos, etc. del agua antes de su entrada en la bomba.
<b>Presión</b>	Es el cociente entre la acción de una fuerza sobre la unidad de superficie.
<b>Protección catódica</b>	Es una técnica de protección frente a la corrosión de un metal, por disminución del potencial de corrosión a un valor correspondiente a la región de inmunidad, en la que la corrosión es imposible. La protección catódica puede realizarse mediante ánodos galvánicos (de sacrificio) o mediante corriente impresa.
<b>Purga</b>	Elemento que permite el desaguado parcial o total de un circuito o depósito, a fin de asegurar la calidad y la renovación del agua. Habitualmente sirve para controlar la concentración de las sales disueltas.
<b>Separador de gotas</b>	Conjunto de superficies quebradas o curvas que se colocan por encima de la descarga de agua de las torres y condensadores o a la salida de la cámara de pulverización en centrales humidificadoras industriales para minimizar la emisión de aerosoles al exterior. Son lamas, normalmente, en material plástico con un perfil aerodinámico especialmente diseñado para efectuar la función de desagüe del agua que contiene el aire que las atraviesa, la velocidad de paso de aire a través de las lamas separadores es de 3 a 7 m/s, dependiendo de la tipología de la lama a utilizar.
<b>Sistema físico de desinfección</b>	Procedimiento de desinfección basado en la aplicación de equipos de filtración adecuados para la retención de bacterias, aplicación de radiación ultravioleta, aumento de la temperatura o cualquier otro sistema utilizado con el fin de retener o destruir la carga bacteriológica del agua sin introducir productos químicos ni aplicar procedimientos electroquímicos.

<b>Sistema físico-químico de desinfección</b>	Procedimiento de desinfección basado en la aplicación de equipos generadores de ozono, iones, o cualquier otro sistema utilizado para la destrucción de las bacterias mediante procedimientos electroquímicos
<b>Sólidos disueltos</b>	Corresponde al total de sustancias disueltas presentes en el agua una vez eliminada de ésta los sólidos no disueltos y en suspensión. Es indicativo del contenido salino del agua.
<b>Sólidos en suspensión</b>	Comprenden todas aquellas sustancias que están suspendidas en el seno de un agua y no decantan de forma natural. Se componen de sustancias y restos minerales y orgánicos de diversa procedencia.
<b>Sólidos totales</b>	Suma de todos los sólidos presentes en el agua.
<b>Torunda</b>	Varilla dotada de algodón en su extremo, utilizada para rascar superficies con el objeto de recoger muestras para análisis.
<b>Tubería</b>	Conducto formado por diferentes tramos de tubos por donde circula el agua.
<b>Turbidez</b>	Propiedad de un líquido para dejar pasar la luz debido a la presencia de sólidos en suspensión que dificultan su paso por difracción, dispersión o por absorción. Su valor se expresa en unidades nefelométricas de formacina (UNF) y ocasionalmente se usan las siglas en inglés NTU, obtenidas mediante el nefelómetro, aparato que hace pasar un rayo de luz a través de una muestra para medir la cantidad que es dispersada a 90°.
<b>Ufc</b>	Unidades formadoras de colonias. Es una unidad de medida usada en microbiología para determinar el número de microorganismos presentes en un medio. Se determina por el número de colonias en formación presentes en una muestra. Normalmente se refieren al volumen muestreado del medio sometido a análisis (ml, litro en agua o metro cúbico en aire).
<b>Válvula</b>	Elemento mecánico que, colocado en una abertura de máquinas, instrumentos o tuberías, sirve para crear una barrera física destinada a permitir o interrumpir el paso de fluidos.

# BIBLIOGRAFÍA

1. Aboal JL, Farjas P. Legionella: un problema de salud pública y un problema para la salud pública. Gac Sanit 2001, (15): 91-4.
2. Arano L, Carratalá J, Domínguez A, et al. Mesures de control dels sistemes d'aire i aigua: Prevenció de la legionel·losi als centres sanitaris. Servei Català de Salut. Generalitat de Catalunya .1995.
3. A guide to developing risk management plans for cooling systems. Department of Human Services. Public Health Division. Victoria Government. Nov. 2001. [http://:www.legionella.vic.gov.au](http://www legionella.vic.gov.au).
4. Steell EW. Abastecimiento de Agua y alcantarillado.5ª ed. Barcelona. Gustavo Gili; 1981.
5. Álvarez J, Oyaga N, Escofet A, Codony F, Orcau A, Oliva JM. Legionelosis comunitaria en las comarcas de Barcelona entre 1992 y 1999: características epidemiológicas y métodos diagnósticos. Med Clin (Barcelona) 2001; 117: 495-496.
6. American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc. (ASHRAE) standards. Guideline 12-2000: Minimizing the risk of legionellosis associated with building water systems. ASHRAE; 2000.[www.ashrae.org](http://www.ashrae.org).
7. Arizmendi LJ. Cálculo y Normativa Básica de las instalaciones en los edificios. 6ª ed.1ª imp. ren. Universidad de Navarra; 2003.
8. ASRAHE HANDBOOI 1999 – Heating. Ventilating and Air-Conditioning. Applications.
9. Backer De G and Groupe de travail Legionella n° CSH : 7509. Recommandations pour la prévention des infections à Legionella dans les établissements de soins. CONSEIL SUPERIEUR D'HYGIÈNE. BELGIQUE enero 2002.
10. Biblioteca Atrium de las instalaciones de agua. Grupo Editorial Océano. Barcelona 1992.
11. Belmonte JA, Marín de la Cruz D, Gornés Mª B, Gubert L, Guinot A. Quemaduras por agua caliente sanitaria. And Peditr (Barcelona) 2004; 61: 413-417.
12. Boletín Oficial del Estado Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE).BOE nº 186, 5/8/98.
13. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía. Reglamento Sanitario de las piscinas de uso colectivo BOJA nº 36. 25/3/99.
14. Report of the Expert Advisory Committee on Biocides. Department of Health. London: Her Majesty's Stationery Office.
15. Branding M.G. et al. Dynamics of bacterial biofilm formation. In Microbial Biofilms ed. H.M. Lapin-Scott & J.W. Costerton 1995.
16. Brown. MRW et al Reduced susceptibility of thin Pseudomonas App Microbiol. 2000. 88.
17. Cadiergues R., Minimiser le risque légionellose. SEDIT 2001.
18. Castejón, E, Benavides, FG, Moncada, S. Teoría general de la evaluación de riesgos. Arch. Prev. Riesgos Labor 1998 ; (2) : 69-74.
19. CIRCULAIRE DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé.
20. Andrés de JA, Aroca S, García M. Climatización Calefacción II. Agua Caliente Sanitaria. Bellisco Ediciones técnicas y Científicas; 1998).
21. Cano R, Martin C, Mangas I, Mateo S. Situación epidemiológica de la legionelosis en España. Gac Sanit 2001;15 (Supl 2):76.
22. Carpentier B, Cerf. O. Biofilms and their consequences, with particular reference to hygiene in the food industry. J Appl bacterial.1993 Dec;75(6):449-511.

23. Cartier D, Decludt B, Guillotin L, Van Gastel B, Dubrou S, Jarraud S. Investigación de brotes. *Eurosurveillance* 1999; 4:115-8. Agrupación epidémica de casos de la enfermedad del legionario: París, junio de 1998.
24. Centers for Disease Control and Prevention Draft Guideline for Environmental Infection Control in Healthcare Facilities. 2001.
25. Centro Nacional de Epidemiología. Instituto de Salud Carlos III. Vigilancia Epidemiológica de la legionelosis en España. <http://cne.isciii.es>.
26. CIRCULAIRE DGS/SD7A/SD5C-DHOS/E4 n° 2002/243 du 22/04/2002 relative à la prévention du risque lié aux légionelles dans les établissements de santé. Direction Générale De La Santé France.
27. Cochran WL et al Reduced susceptibility of *Pseudomonas*. *Microbiol* 2000. Pag 88.
28. Code of Practice for the control of legionarie's disease. NSW Health Department. Australia.
29. Code of Practice. The prevention or control of legionellosis. Health and Safety Commission. 1994.
30. Conseil Supérieur d'Hygiene Publique de France. Section des eaux. Section des milieux de vie. Section des maladies transmissibles. Gestion du Risque lié aux légionelle. Novembre 2001.
31. Control de la legionelosis. Guía de Tratamientos Preventivos. FRICAM (Federación de Asociaciones de Empresarios Instaladoras y Mantenedoras de Fluidos y Energía de Castilla La-Mancha. Junta de Comunidades de Castilla La-Mancha.
32. Curso de CALIDAD AMBIENTAL: aire interior, iluminación y calefacción natural, acondicionamiento acústico y seguridad frente al incendio. Fundación Universidad Carlos III. Año 2000.
33. Dadswell JV. Managing swimming, spa, and other pools to prevent infection. *Comm Dis Public Health* 1998; (6) 2: 37-40.
34. NSW. Code of Practice for the control of Legionnaires' disease. New South Wales. NSW Health Department, Sidney, Australia. 2nd ed.2004.
35. De Beer, D. et al. Direct measurement of chlorine penetration into biofilms during disinfection. *Environ. Microbiol.* 60 – 1994.
36. Department of Human Services. Public Health Division. A guide to developing risk management plans for cooling tower systems. Melbourne Victoria November 2001.
37. Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya. Decret 352/2004 pel qual s'establixen les condicions higienicosanitáires per a la prevenció i el control de la legionelosis. DOGC núm 4185, 29/07/2004.
38. DIN 1946 (part 4) Heating, ventilation and air conditioning. HVAC systems in hospitals. (VDI code of practice).
39. European Guidelines for control and prevention of travel associated legionnaire's disease. European Surveillance Scheme for Travel Associated Legionnaire's Disease and the European Working Group for Legionella Infections. Supported by the European Commission Directorate Public Health, Directorate-General Health and Consumer Protection. July 2002. <http://www.ewgli.org>
40. Guía práctica recomendada para mantener sus sistemas de enfriamiento eficiente y seguro. Eurovent-Cecomaf. Eurovent 9/5. 2ª ed. 2002. Traducción en <http://www.energies.com>.
41. Fernández JA, Marco T, Orozco D, et al. El Hospital ante un brote prolongado de legionelosis. *Gac Sanit* 2004 18 (4): 335-337.
42. Final Recommendations to minimize transmission of legionnaires' Disease from whirlpool spas on cruise ships. National Center for environmental Health and Centers for Disease Control and Prevention. March 25, 1997.
43. FUNDAMENTALS. ASHRAE HANDBOOK (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc).1993.
44. Gost J, Bermejo B, Úriz J. et al Vigilancia y control de las infecciones originadas por gérmenes oportunistas: legionelosis. *Anales* vol. 23. sup. 2. En <http://www.cfnavarra.es/salud/anaels/textos/vol23/suple2/suple18a.html>.
45. Guía para la prevención de la legionelosis en instalaciones de riesgo. Comunidad de Madrid.
46. Guía Práctica. Doença dos legionarios. Direcção Peral de Saude. Direcção Peral de Turismo. Portugal.
47. Guide des bonnes pratiques. Legionella et tours aéroréfrigérantes. Ministère de l'Amenagement du Territoire et de l'Environnement. Republique Française. Juin 2001.

48. Guide d'investigation d'un ou plusieurs cas de légionellose. Bull Epidémiol Hebdom 1997; 20-22-83:105.
49. Guidelines for auditing risk management plans for cooling tower systems. Department of Human Services (Victoria) Environmental Health Unit Legionella Program .Public Health Division. State Government Victoria.2005. [http://www.health.vic.gov.au/environment/downloads/audit\\_guidelines.pdf](http://www.health.vic.gov.au/environment/downloads/audit_guidelines.pdf).
50. Gidelaines for legionella 2001. Public Health Act. Depatment of Health and Human Services. Tasmania
51. Gumá M, Mariano AC. Manual de prevención y control de la legionelosis. Dirección General de Salud Pública. Consejería de Salud y Consumo. Islas Baleares 2003.
52. HVAC SYSTEMS AND EQUIPMENT. ASHRAE HANDBOOK (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc).1992.ASHRAE HANDBOOK (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc).1995.
53. Health and Safety Executive. Health and Safety Comission. Legionnaires' Disease: the control of legionella bacteria in water systems. Approved Code of Practice. 6 november 2000. HSE Books.
54. Hygienic Standard for ventilation and air-conditioning systems Offices and Assembly rooms. Verein Deutscher Ingenieure 6022 Part 1.1998.
55. International Congress on the problem and prevention of Legionella in Europe. Aquatech Doc CEN/TC 164/WG 2 N-0359 E.2004. Sept 28-29; Amsterdam. The Netherlands.
56. Jernigan DB, Hofmann J, Cetron MS, Genese CA, Nuorti JP, Fields BS. Outbreak of Legionnaires' disease among cruise ship passengers exposed to a contaminated whirlpool spa. Lancet 1996; (347):494-498.
57. Jolley RL, Bull RJ, Davis WP, et al. Water chlorination: Cemistry, Environmental Impact and Health Effects. Lewis Publishers, INC Virginia 1984.
58. King CH. Survival of coliforms and bacterial pathogens within protozoa during chlorination. Microbiol 1988;54.
59. La Legionella en las instalaciones de climatización. Decisiones Integrales de Medioambiente, S.L. Editado por Proyectar Navarra. Septiembre de 2001.
60. Lane R.W. Control de las incrustaciones y corrosión en instalaciones hidráulicas de edificios.
61. Lee JV, Joseph C, on behalf of the PHLS Atypical Pneumonia Working Group. Gudelines for investigating single cases of Legionnaires' disease. Comm Dis Public Health 2002; (5) 2: 157-162.
62. Legionelles. État des lieux. RISE CSTB. France.
63. Legionnaire's disease. The control of legionella bacteria in water systems. Approved code of practice & guidance. HSE books. (Health and Safety Commission) 6-11-2000 UK.
64. Lettinga KD, Verbon A, Weberling GJ, et al. Legionnaires' disease at a Dutch flower Show: Prognostic Factors and Impact of Therapy. Emerging Infectious Diseases. CDC. Vol 8 n° 12 Dec. 2002. en <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol18no12/02-0035.htm>.
65. Liu Z. Stout JE, Boldin M. Intermittent Use of Copper-silver Ionization for Legionella Control in Water Distribution systems: A potential Option in Buildings Housing Individuals at Low Risk of Infection. Clin. Infect. Dis. 1998.
66. Liu Z. Stout JE, Tedesco L. Controlled evaluation of copper-silver ionization in eradicating Legionella Neumophila from a hospital water distribution system. J. Infect Dis 1994.
67. McEvoy M, Batchelor N, Hamilton G, et al. A cluster of cases of Legionnaires' disease associated with exposure to a spa pool on display. Comm Dis Public Health 2000; 3:43-45.
68. Manual de Aire Acondicionado. Carrier Air Conditioning Company MARCOMBO, SA. Boixareu editores. Barcelona.
69. Manual para la Prevención y Control de la Legionelosis, Aspergilosis y Tuberculosis en Instalaciones Sanitarias. Consejería de Salud. Dirección General de Salud Pública y participación. Editado por Consejería de Salud. Junta de Andalucía. Año 2002.
70. Martí JM, Marti S, et al. Tratamiento de aguas. Stenco 3ª ed. 2004.
71. Marti S. Prevención y control de la Legionella. Tecnología del agua. Ed. RBI. Noviembre 2002.
72. Mir. J. "Resistance to Chlorine of fresh water bacterial. Microbiol.1997; 82 pag.

73. Ministère de l'Écologie et du Développement Durable. Climespace-Michèle Merchat. Guide de Formation. Guide de Formation á la gestion du risque de prolifération des légionelles dans les installations de refroidissement par dispersion d'eau dans un flux d'air.
74. Ministerio de Sanidad y Consumo. Recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis. Dirección general de Salud Pública. Subdirección General de Sanidad Ambiental. Madrid 1999.
75. MMWR. Legionnaire's disease associated with a spa Display. Virginia. Set-oct, 1996. January 31, 1997/46 (04); 83-86.
76. NMWR Guidelines for Prevention of Nosocomial Pneumonia January 3, 1997/ vol. 46/Nº. RR-1.
77. NMWR Guidelines for Preventing Health-Care Associated Pneumonia March 26, 2004/vol. 53 /Nº. RR-3.
78. ÖNORM B 2531-1:2004 .Trinkwasser-Versorgungseinrichtungen in Grundstücken - Teil 1: Richtlinien für Planung, Bau und Betrieb.
79. ÖNORM B 5019 (in Vorbereitung): Hygienerrelevante Planung, Ausführung, Betrieb, Wartung und Überprüfung von Warmwasseranlagen.
80. Orden de 13 de agosto de 1999, por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio.
81. Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero, por la que se regula el procedimiento de homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones objeto del Real Decreto 909/2001, de 27 de julio.
82. Orden SCO/3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.
83. Ordoñez JM. Algunos aspectos con relación a la prevención de la Legionelosis. El autoclave año 15. nº 1. Abril 2003.
84. Pelaz C. Baladrón D. La Legionelosis es hoy una enfermedad conocida. Acta científica y tecnológica 2003 Nº 6: 35-40.
85. Pizzetti, C. Acondicionamiento del aire y refrigeración. Teoría y cálculo de las instalaciones. Editorial Interciencia. 1971.
86. Prieto N, Cano R, Martín C, De Mateo S. Legionelosis relacionada con viajes a España. Procedimientos y resultados de la Red de Vigilancia de Infecciones por Legionella (EWGLINET) 2002 vol. 10 nº 20/209-220.
87. Psicometría. Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIE 3.01 (ATECYR) Madrid. Año 1.996.
88. 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.
89. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
90. Recomendaciones para la minimización de riesgos microbiológicos asociadas a las infraestructuras hospitalarias del Servicio Vasco de Salud.
91. Recomendaciones para la prevención y control de la Legionelosis Ministerio de Sanidad y Consumo. Madrid, 1999.
92. Recomendaciones Técnico-Sanitarias para el mantenimiento y desinfección preventiva de instalaciones de agua sanitaria y torres de refrigeración en edificios colectivos. Consejería de Salud. Junta de Andalucía. Sevilla 2002.
93. Report of the Maryland Scientific Working Group to Study *Legionella* in Water Systems in Healthcare Institutions. Department of Health & Mental Hygiene. State of Maryland. EEUU.
94. Rodríguez R. Enfermedad de los legionarios: aspectos clínicos, epidemiológicos y de prevención. Unidad de Análisis y Tendencias en Salud Ministerio de Salud Pública de Cuba. Reporte Técnico de Vigilancia. Vol. 4, Nº 6. Junio 27, 1999. En <http://www.dhsint.com/epidemiologos/Buscador/abstrct/109/109.asp>.
95. Rodríguez, JA. Tratamientos para evitar brotes por *Legionella* en las instalaciones. El Instalador, Nº 325. Madrid. Año 1996.

96. Rowbotham TJ. Legionellosis associated with ships: 1977 to 1997. *Comm Dis Public Health* 1998; 1: 145-151.
97. Rusell AD. *Pharmaceutical microbiology* ed. WB Hugo and AD Rusell. Blackwell Scientific Publications. Oxford 1998.
98. Sabría M, Domínguez A. Legionellosis. *Med Clin (Barcelona)* 2002; 119 (Supl. 2).
99. Santa-Marina L, Borde-Lekona B, Zaldua I, et al. Guía práctica para el diseño del plan de autocontrol de *Legionella*. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco. 2002.
100. *Sistemas de Climatización. Documentos Técnicos de Instalaciones en la Edificación DTIE 9.01 (ATECYR)* Madrid. Año 2.001.
101. *Standards of Practice for the Control of Legionellae in Water Systems.* Public Health and Development Division. Victorian Government Department of Human Services. Melbourne 1999.
102. Saunders CJP, Joseph CA, Watson JM. Investigating a single case of legionnaires' disease: guidance for consultants in communicable disease control. *Comm Dis Public Health* 1994; (4) 10: 112-114.
103. Siquier G, García M. Prevenció i lluita contra la *Legionella*: Instruccions de manteniment i desinfecció d'instal·lacions comunitàries d'aigua i aire condicionat Conselleria de Sanitat i Consum. Govern Balear. Novembre 1997.
104. Stoodley P. Detachment of cell clusters from mature mixed-species biofilms. *Microbiol* 2001.67
105. *The Management of Legionnaire's Disease in Ireland.* National Disease Surveillance Centre. Ireland
106. UNE 112076 IN. Prevención de la corrosión en circuitos de agua.
107. UNE 100.151:1988. Climatización. Puertas de estanqueidad de redes de tuberías.
108. UNE -77-073. Calidad del Agua.
109. UNE 77204. Calidad de aire. Aspectos Generales.
110. UNE -EN 1822-1-2-223 y pr EN 1822 -4-5. Filtros absolutos (HEPA y ULPA).
111. UNE -EN 779. Filtros de Aire.
112. UNE -EN 12097. Ventilación de edificios. Conductos.
113. Unceta N, San Pedro MC, Goicoloea MA, Barrio RJ. Estudio sobre la aplicación de tratamientos para el control de la proliferación de la legionelosis en una instalación de suministro de agua caliente sanitaria realizada con acero galvanizado. Facultad de Farmacia Universidad del País Vasco.
114. Varios <http://www.eurosurveillance.org/ew>.

## DIRECCIONES DE INTERNET DE INTERÉS

- [www.aeas.es](http://www.aeas.es)
- [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org)
- [www.amed-ddd.com](http://www.amed-ddd.com)
- [www.anecpla.com](http://www.anecpla.com)
- [www.aquaespana.org](http://www.aquaespana.org)
- [www.atecyr.org](http://www.atecyr.org)
- [www.ccohs.ca/oshasnwers/diseases/legion/html](http://www.ccohs.ca/oshasnwers/diseases/legion/html)
- [www.cdc.gov/niosh/98.102.html](http://www.cdc.gov/niosh/98.102.html)
- [www.comadrid.es/sanidad/salud/medio\\_ambiente/agua/legio/index.html](http://www.comadrid.es/sanidad/salud/medio_ambiente/agua/legio/index.html)
- [www.dhnh.state.md.us/html/legionella.htm](http://www.dhnh.state.md.us/html/legionella.htm)
- [www.dhs.vic.gov.au/phd](http://www.dhs.vic.gov.au/phd)
- [www.dhs.vic.gov.au/phd/hprot/envhlth/legion/index.html](http://www.dhs.vic.gov.au/phd/hprot/envhlth/legion/index.html)
- [www.dhs.vic.gov.au/phd/lrmp](http://www.dhs.vic.gov.au/phd/lrmp)
- [www.e-nergias.com](http://www.e-nergias.com)
- [www.epa.gov](http://www.epa.gov)
- [www.euroserveillance.org/ew](http://www.euroserveillance.org/ew)
- [www.ewgli.org](http://www.ewgli.org)
- [www.faps.es](http://www.faps.es)
- [www.gencat.net/sanitat/portal/cat/latest.html](http://www.gencat.net/sanitat/portal/cat/latest.html)
- [www.legionella.org](http://www.legionella.org)
- [www.legionella.info](http://www.legionella.info)
- [www.legionella.com](http://www.legionella.com)
- [www.marleycoolingtower.com](http://www.marleycoolingtower.com)
- [www.msc.es/salud/ambiental/home.htm](http://www.msc.es/salud/ambiental/home.htm)
- [www.osha.gov/dts/osta/otm/otm](http://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm)
- [www.osha.gov/SLTC/legionairesdisease/index.html](http://www.osha.gov/SLTC/legionairesdisease/index.html)
- [www.osha.slc.gov/dts/hib/hibdata/hib19981209](http://www.osha.slc.gov/dts/hib/hibdata/hib19981209)
- [www.sante.gouv.fr](http://www.sante.gouv.fr)
- [www.towerflo.com](http://www.towerflo.com)
- [www.waternet.com](http://www.waternet.com)