

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 limpiarán y desinfectarán 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 (tabla 1).

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento de la instalación	Periodicidad
Funcionamiento de la instalación: Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.	ANUAL
Estado de conservación y limpieza de los depósitos de acumulación: Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión o incrustaciones.	SEMESTRAL
Boquillas de pulverización: Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea.	SEMESTRAL
Zonas muertas o con estancamiento del agua: Purgar las válvulas de drenaje, dejando correr el agua unos minutos.	SEMANAL

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
Recuento total de aerobios	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.	SEMESTRAL
<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 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
Recuento total de aerobios	<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>Normas de transporte:</p> <p>Para las muestras ambientales (agua), 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
Procedencia del agua	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).
Acumulación de agua	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.
Recirculación del agua	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.
Tipo de aerosolización	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.
Materiales • 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.
Emisión de aerosoles	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 a 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
Contaminación microbiológica	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:
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.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección de choque de la instalación.
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 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.
Estado del sistema de tratamiento del agua	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
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 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.

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	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

Riesgo Estructural	BAJO	MEDIO	ALTO
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
TOTAL: Índice Estructural (IE)		50	100

Riesgo de Mantenimiento	BAJO	MEDIO	ALTO
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
TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)		50	100

Riesgo Operacional	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
TOTAL: Índice Operación (IO)		50	100

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 ≤ 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
TOTAL: Índice Estructural (IE)		75

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
TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)		65

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
TOTAL: Índice Operación (IO)		40

ÍNDICE GLOBAL = $0,3*75 + 0,6*65 + 0,1*40$	65,5
--	-------------

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 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)
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 ausencia 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	Algunos elementos de la instalación presentan áreas de corrosión.	Se sustituyen los elementos con corrosión.	BAJO

Estado del sistema de tratamiento y desinfección	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.	BAJO
---	--	--	-------------

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

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acción correctora	Anterior	Con acción correctora
Procedencia del agua	MEDIO	MEDIO	9	9
Acumulación de agua.	ALTO	ALTO	16	16
Recirculación del agua.	ALTO	ALTO	20	20
Tipo de pulverización y tamaño de gotas	ALTO	ALTO	22	22
Materiales	BAJO	BAJO	0	0
Emisión de aerosoles	MEDIO	MEDIO	8	8
TOTAL: Índice Estructural (IE)			75	75

Tabla 17. Índice de riesgo de mantenimiento con acción correctora

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acción correctora	Anterior	Con acción correctora
Contaminación microbiológica	MEDIO	BAJO	15	0
Estado higiénico de la instalación	ALTO	BAJO	30	0
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	BAJO	9	0
Estado del sistema de tratamiento del agua	MEDIO	BAJO	11	0
TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)			65	0

Tabla 18. Índice de riesgo operacional con acción correctora

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acción correctora	Anterior	Con acción correctora
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	BAJO	0	0
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	MEDIO	10	10
Frecuencia de uso	BAJO	BAJO	0	0
Horario de funcionamiento	ALTO	ALTO	30	30
TOTAL: Índice Operación (IO)			40	40

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

ÍNDICE GLOBAL = $0,3*75 + 0,6*0 + 0,1*40$	26,5
---	-------------

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

FECHA					
Tipo de operación	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Limpieza del depósito</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Limpieza del circuito</td> </tr> </table>		Limpieza del depósito		Limpieza del circuito
	Limpieza del depósito				
	Limpieza del circuito				

III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

FECHA					
Tipo de operación	<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Desinfección de choque</td> </tr> <tr> <td></td> <td>Desinfección en caso de brote</td> </tr> </table>		Desinfección de choque		Desinfección en caso de brote
	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		