

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.

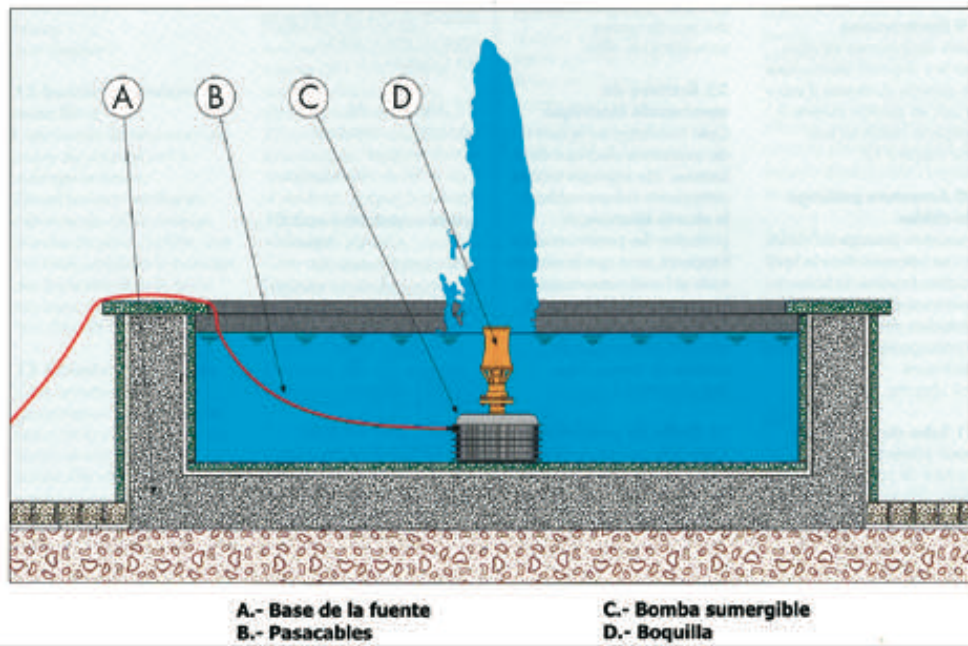


Fig. 1. Ejemplo de circuito con bomba sumergible

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.

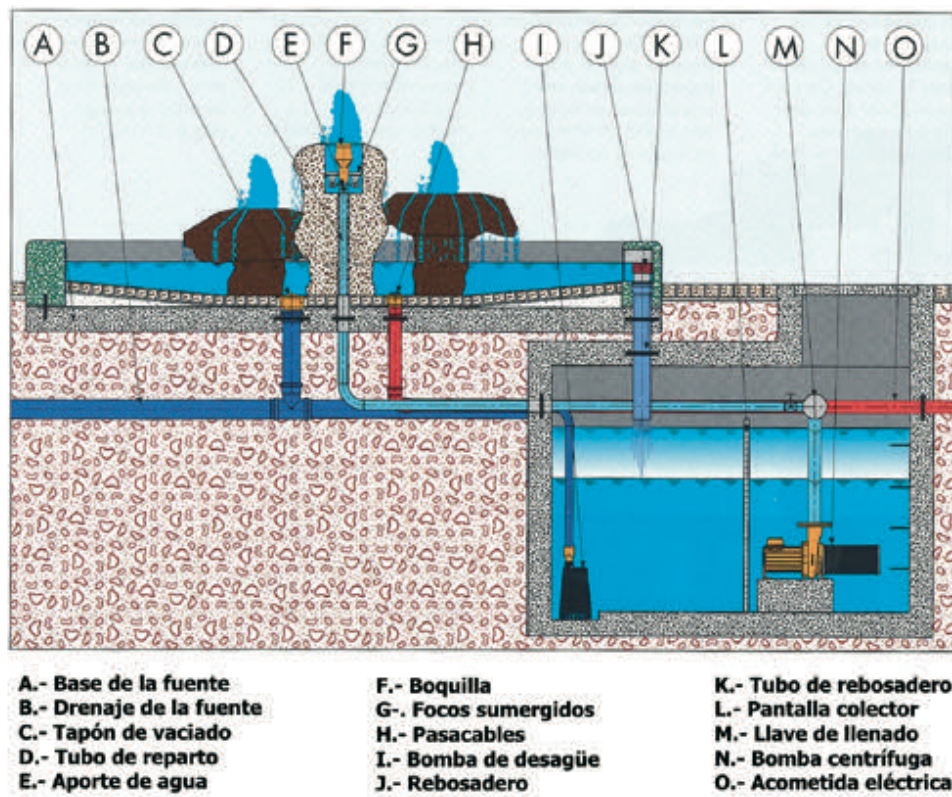


Fig. 2. Ejemplo de circuito con recirculación

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
Fuente: Debe comprobarse que no presenta suciedad general, algas, lodos, corrosión, o incrustaciones. El agua debe estar clara y limpia.		TRIMESTRAL
Boquillas: Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea.		SEMESTRAL
Bombas de impulsión: Debe comprobarse su correcto funcionamiento, así como que no presentan pérdidas ni se observan procesos de corrosión en ellas.		SEMESTRAL
Filtros de agua: Revisar que se encuentran correctamente instalados y en buenas condiciones higiénicas.	Pre-filtro bomba	MENSUAL
	Filtro recirculación	SEMESTRAL
Equipos de desinfección del agua: Comprobar su correcto funcionamiento.		MENSUAL

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
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 fuentes ornamentales 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</i> .	MINIMO ANUAL (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
Recuento total de aerobios	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. Normas de transporte: 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.
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.
Aerobios totales	≥ 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
Procedencia del agua	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).
Materiales • 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.
Tipo de aerosolización	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.
Punto de emisión de aerosoles	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.
Condiciones atmosféricas • 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.

Ubicación de la instalación	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
Parámetros físico-químicos - Nivel de biocida	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.
Contaminación microbiológica	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.
Estado higiénico de la instalación	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.
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 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.
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	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
TOTAL: Índice Estructural (IE)		50	100

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
TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)		50	100

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
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 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
TOTAL: Índice Estructural (IE)		73

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
TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)		74

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
TOTAL: Índice Operación (IO)		86

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

ÍNDICE GLOBAL = $0,3 \cdot 73,0 + 0,6 \cdot 74,0 + 0,1 \cdot 86,0$	74,9
--	-------------

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 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
TOTAL: Índice Estructural (IE)			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
TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)			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
TOTAL: Índice Operación (IO)			86	48

ÍNDICE GLOBAL = 0,3*64,0 + 0,6*9,0 + 0,1*48,0	29,4
--	-------------

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

FECHA		
Tipo de operación		Lavado manual de los filtros
		Vaciado y limpieza de la fuente
Protocolo seguido		

III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

FECHA		
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	.....
		≥ 10000 Ufc/L	.....
Determinación de aerobios totales		< 100000 Ufc/ml	No se precisa
		≥ 100000 Ufc/ml	.....
Nivel de biocida			
Otros controles analíticos		