

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 a 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.

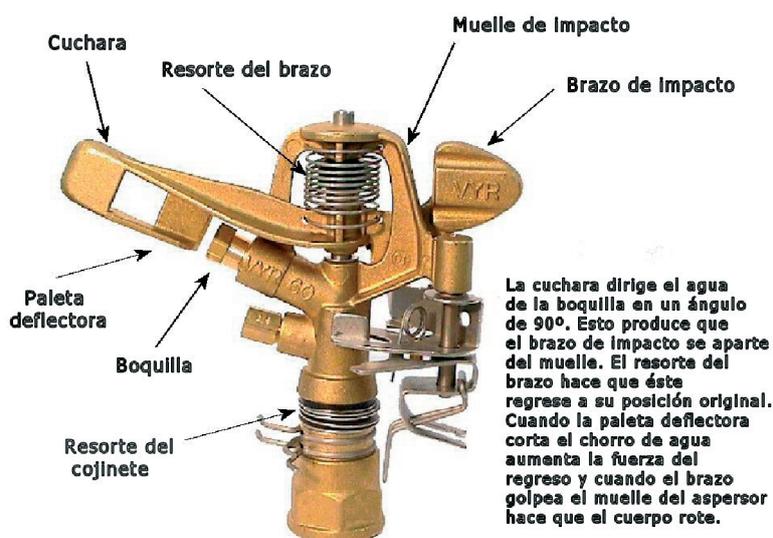


Figura 1. Ejemplo de aspersor de impacto



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.

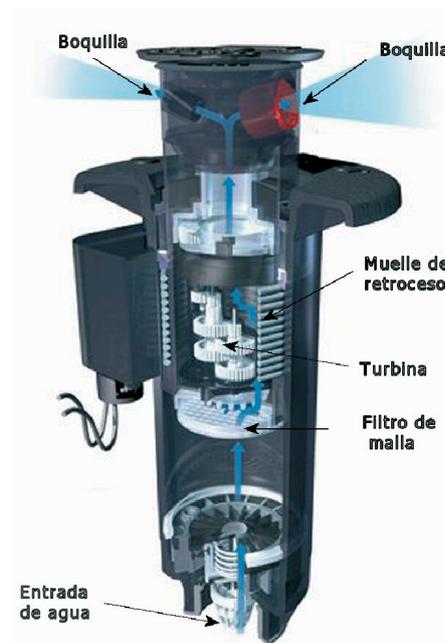


Figura 3. Ejemplo de aspersor de turbina

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 |
|---|---|------------------|
| Circuito de riego: Se controlará regularmente el correcto funcionamiento del sistema y la ausencia de fugas en el circuito. | | SEMESTRAL |
| Boquillas: Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea. | | SEMESTRAL |
| Filtros de los aspersores: Revisar que no se encuentren obstruidos. Limpiar o sustituir cuando sea necesario. | Si existe filtro de protección general | SEMESTRAL |
| | Si no existe filtro de protección general | MENSUAL |
| Equipos de tratamiento del agua: Comprobar su correcto funcionamiento. | Equipos para la desinfección del agua de aporte | SEMANTAL |
| | Otros equipos | SEMESTRAL |

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 |
|-----------------------------------|--|---|
| 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 sistemas de riego será suficiente el análisis a la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación. | TRIMESTRAL |
| <i>Legionella sp</i> | Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de Legionella. | MÍNIMA 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 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 |
|--|--|
| 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 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>Normas de transporte:</p> <p>Para las muestras ambientales (agua), 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 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, 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 | ≥ 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. |
| | ≥ 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 |
| Procedencia del agua | 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). |
| 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. | Otros materiales en contacto con el agua 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 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. |
| 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 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 |
| Parámetros fisicoquímicos - Nivel de biocida | 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. |
| Contaminación microbiológica | 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. |
| 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 áreas de 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 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 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 |
| TOTAL: Índice Estructural (IE) | | 50 | 100 |

| 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 |
| TOTAL: Índice Mantenimiento (IM) | | 50 | 100 |

| 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 |
| 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 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 |
| TOTAL: Índice Estructural (IE) | | 64 |

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 |
| TOTAL: Índice Mantenimiento (IM) | | 70 |

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 |
| TOTAL: Índice Operación (IO) | | 70 |

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

| | |
|---|-------------|
| ÍNDICE GLOBAL = 0,3*64,0 + 0,6*70,0 + 0,1*70,0 | 68,2 |
|---|-------------|

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 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) |
|---|---|--|--------------------------------|
| 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 y se produce Ausencia de <i>Legionella sp</i> . | BAJO |
| Estado higiénico de la instalación | 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. | 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 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 16 Factor de riesgo operacional con acción correctora

| FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN | SITUACIÓN ACTUAL | ACCIÓN CORRECTORA | FACTOR (con 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 |
| Horario de funcionamiento | Se utiliza siempre de día en horas de paso frecuente de personas. | Se programa el uso de sistema solamente en horario nocturno | BAJO |
| Temperatura media del agua en el sistema | 21 °C. | Al utilizar la instalación solamente de noche esta temperatura se reduce a 19 °C. | BAJO |

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 | MEDIO | 9 | 9 |
| Materiales | BAJO | BAJO | 0 | 0 |
| Tipo de pulverización y tamaño de gotas | 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) | | | 64 | 64 |

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 | MEDIO | 9 | 9 |
| Contaminación microbiológica | MEDIO | BAJO | 12 | 0 |
| Estado higiénico de la instalación | ALTO | BAJO | 24 | 0 |
| Estado mecánico de la instalación | ALTO | BAJO | 16 | 0 |
| Estado del sistema de tratamiento y desinfección | MEDIO | BAJO | 9 | 0 |
| TOTAL: Índice Mantenimiento (IM) | | | 70 | 9 |

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 | BAJO | 0 | 0 |
| Temperatura media del agua en el sistema | MEDIO | BAJO | 10 | 0 |
| Frecuencia de uso | ALTO | MEDIO | 30 | 15 |
| Horario de funcionamiento | ALTO | BAJO | 30 | 0 |
| TOTAL: Índice Operación (IO) | | | 70 | 15 |

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

| | |
|--|-------------|
| $\text{ÍNDICE GLOBAL} = 0,3*64,0 + 0,6*9,0 + 0,1*15,0$ | 26,1 |
|--|-------------|

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

| | |
|-------------------|----------------------------------|
| FECHA | |
| Tipo de operación | Limpieza de los filtros internos |
| | Limpieza de las boquillas |

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 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 | | | |