

# CAPÍTULO 11

## SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS

### 1. INTRODUCCIÓN

Las instalaciones de protección contra incendios en determinados tipos de edificios requieren el almacenamiento y distribución de agua hasta puntos cercanos a las zonas habitadas para su uso en caso de un posible fuego accidental. Dichos sistemas por definición, mantienen el agua estancada hasta el momento de uso. Desde el punto de vista de los riesgos de *Legionella* hay varios tipos de problemas potenciales listados en orden de importancia:

- a) La instalación contra incendios está conectada (sin una protección de corte eficaz) a otras redes de almacenamiento y distribución de agua que pueden resultar contaminadas si la bacteria se desarrolla en la red contra incendios.
- b) La instalación contra incendios está contaminada por bacterias del tipo *Legionella pneumophila* y los trabajadores y usuarios se ven potencialmente expuestos en la ejecución de pruebas hidráulicas.
- c) La instalación contra incendios está contaminada por bacterias del tipo *Legionella pneumophila* y los trabajadores y usuarios se ven potencialmente expuestos durante el uso de los equipos en una situación de emergencia.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

El fuego ha sido, a la vez un elemento imprescindible y un potencial enemigo tradicional de las viviendas y lugares de trabajo del ser humano.

Desde la antigüedad, en las ciudades siempre se ha dispuesto de diversos medios más o menos sofisticados para la lucha contra los incendios accidentales, tradicionalmente se disponía de grupos de bomberos a los que se confiaba dicha labor. A principios del siglo XX, se comenzó a instalar sistemas mecánicos de detección y extinción de incendios que basaban su funcionamiento en el almacenamiento de agua y su descarga automática o manual en caso de emergencia.

### 3. DESCRIPCIÓN

Los sistemas de protección contra incendios constituyen un conjunto de equipamientos diversos integrados en la estructura de los edificios, actualmente, las características de estos sistemas están regulados por el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico SI. Seguridad en caso de incendio. La protección contra incendios se basa en dos tipos de medidas:

- Medidas de protección pasiva.
- Medidas de protección activa.

#### 3.1 Medidas de protección pasiva:

Son medidas que tratan de minimizar los efectos dañinos del incendio una vez que este se ha producido. Básicamente están encaminadas a limitar la distribución de llamas y humo a lo largo del edificio y a permitir la evacuación ordenada y rápida del mismo.

Algunos ejemplos de estas medidas son:

- Compuertas en conductos de aire.
- Recubrimiento de las estructuras (para maximizar el tiempo antes del colapso por la deformación por temperatura).
- Puertas cortafuegos.
- Dimensiones y características de las vías de evacuación.
- Señalizaciones e iluminación de emergencia.
- Compartimentación de sectores de fuego.
- Etc.

### 3.2 Medidas de protección activa:

Son medidas diseñadas para asegurar la extinción de cualquier conato de incendio lo más rápidamente posible y evitar así su extensión en el edificio. Dentro de este apartado se han de considerar dos tipos de medidas:

- a) Medidas de detección de incendios, que suelen estar basadas en la detección de humos (iónicos u ópticos) o de aumento de temperatura.
- b) Medidas de extinción de incendios, que pueden ser manuales o automáticos:
  - Manuales: Extintores, Bocas de incendio equipadas (BIE), Hidrantes, Columna seca.
  - Automáticos: Dotados de sistemas de diversos productos para extinción:
    - Agua (Sprinklers, cortinas de agua, espumas, agua pulverizada).
    - Gases (Halcones (actualmente en desuso), dióxido de carbono).
    - Polvo (Normal o polivalente).

Dentro de todo este conjunto de equipos e instalaciones, desde el punto de vista de la legionelosis tan solo presentan riesgo, aquellos equipos que acumulan agua y pueden pulverizarla en algún momento, ya sea en pruebas o en caso de emergencia real.

En concreto, debemos incluir dentro de las instalaciones con riesgo de legionelosis las medidas de extinción de incendios manuales dotadas de agua como las bocas de incendio equipadas (BIE) y los hidrantes. Y los sistemas automáticos dotados que emplean agua para la extinción como los sprinklers, cortinas de agua o sistemas de agua pulverizada.

La estructura de los sistemas de riesgo, tanto en el caso de instalaciones manuales como automáticas es similar, cuentan con un sistema de aporte de agua, que puede ser un depósito de almacenamiento de agua y un grupo de bombas (a menudo con alimentación eléctrica autónoma) o bien una entrada directa de la red de suministro. Según los usos y dimensiones de los locales, existen unas exigencias reglamentarias específicas en cuanto a la obligatoriedad de mantener un cierto volumen de agua almacenada para casos de emergencia.

Este hecho es el principal riesgo desde el punto de vista de la legionelosis, se trata de mantener agua almacenada por un periodo de tiempo normalmente muy extenso y que en un momento determinado se puede pulverizar en presencia de personas.

#### 3.2.1 Sistemas Manuales: Bocas de incendio equipadas (BIE) y los hidrantes

En la figura 1, se observa un esquema simplificado de este tipo de instalaciones, donde se aprecia el depósito (1), el sistema de bombeo (2) y la red de distribución de agua (3) dentro del edificio.

También se observa la conexión de los circuitos interiores al aporte directo de agua de la red pública de suministro (4). Y una posible conexión a un camión cisterna, que pudiera suministrar agua extra en caso de ser necesario (5).

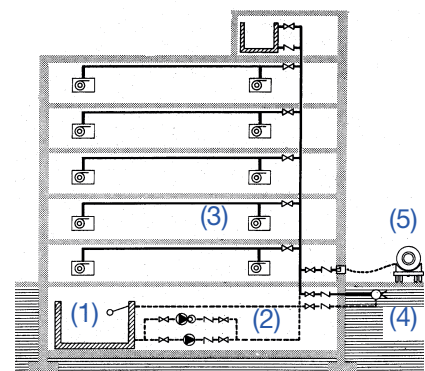


Figura 1. Sistemas manuales

### 3.2.2 Sistemas Automáticos: Sprinklers (rociadores), cortinas de agua o sistemas de agua pulverizada

En el caso de sistemas automáticos, la descripción de las instalaciones (figura 2) es similar al caso anterior de sistemas manuales, pero en este caso se incorpora un presostato (6), que envía una señal a una centralita (7) que activa las bombas, (8) en caso necesario. Si se produce un incendio la salida de agua, se realiza por el elemento rociador final (9).



Foto 1

En la imagen adjunta se observa una instalación de bombeo en un depósito de agua contra incendios (Foto1)

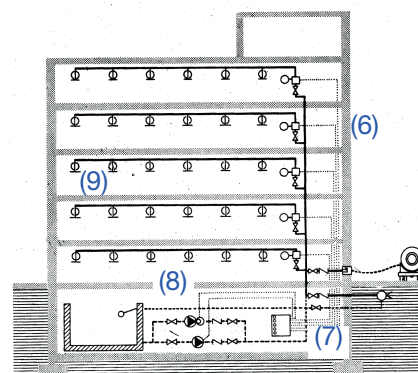


Figura 2. Sistemas automáticos

### 3.3 Terminología específica

#### • Boca de incendio equipada (BIE)

Equipo completo de protección y extinción de incendios, que se instala de forma fija sobre la pared y se conecta a una red de abastecimiento de agua. Esta compuesta de los siguientes elementos: manguera y soporte giratorio abatible, manómetro, válvula y boquilla lanza.

#### • Depósito contra incendios

Almacenamiento de agua, en cantidad suficiente para satisfacer las necesidades de agua de hidrantes, rociadores, BIE's u otros elementos finales del sistema durante un tiempo determinado por las características y usos de los edificios.

#### • Columna seca

Conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio discurre generalmente por la caja de la escalera y está provista de bocas de salida en pisos y de toma de alimentación en la fachada para conexión de los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, que es el que proporciona a la conducción la presión y el caudal de agua necesarios para la extinción del incendio.

#### • Detector de humo

Dispositivos que captan la presencia de humo y cuando el valor de ese fenómeno sobrepasa un umbral prefijado se genera una señal de alarma que es transmitida a la central de control y señalización, generalmente como cambio de consumo o tensión en la línea de detección. Según la clasificación de la NTP 215 Detectores de humo (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). Los detectores de humos suelen clasificarse en seis grupos:

- Fotoeléctricos
  - De haz de rayos proyectados.
  - De haz de rayos reflejados.
- Iónicos
  - De partículas alfa.
  - De partículas beta.
- De puente de resistencia.
- De análisis de muestra.
- Combinados.
- Taguchi con semiconductor.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

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

### 4.1 Fase de diseño

El diseño de sistemas contra incendios, como se ha explicado anteriormente, está definido en la Norma Básica de la Edificación, los aspectos del diseño que nos ocupan en el presente documento se basan en evitar los dos principales problemas asociados a este tipo de instalaciones.

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

- Criterios de selección (características técnicas de la instalación).
  - Materiales
  - Capacidad de circulación del agua en el sistema
  - Contaminación de otros sistemas
- Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua.

#### 4.1.1 Criterios de selección

El tipo de sistema a instalar en un edificio depende del uso (administrativo, comercial, hospitalario, residencial, etc.), las dimensiones (altura de evacuación y metros cuadrados), y las características técnicas de los locales (tipos de fuegos posibles, carga térmica, etc.)

A continuación se detallan algunos aspectos de diseño relevantes desde el punto de vista de prevención de legionelosis.

##### **a) Materiales**

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

Ver en el apartado 4 “Criterios técnicos y protocolos de Actuación” las recomendaciones de selección de materiales del capítulo 2 “Agua Fría de Consumo Humano”, la parte aplicable correspondiente a sistemas contra incendios.

##### **b) Capacidad de circulación del agua en el sistema**

Tradicionalmente los sistemas contra incendios se han diseñado como instalaciones cerradas, que en algunos casos sólo se activan en caso de incendio, y con la destrucción del elemento final, esta situación hace muy difícil o incluso imposible la realización de un posible tratamiento de desinfección de las redes.

Por tanto, como criterio general es recomendable disponer de sistemas que permitan la completa circulación del agua por las redes de distribución del sistema, disponiendo, en el mejor caso de una red de recirculación completa que permita devolver el agua al aljibe de almacenamiento, o en todo caso, si esto no es posible por los requisitos de funcionamiento del sistema, que disponga de un grifo de vaciado al final de cada ramal de manera que se permita asegurar el tratamiento de toda la red en caso de ser necesario.

Las bocas de incendio equipadas de manguera podrían emplearse para realizar el tratamiento, pudiendo aprovechar cualquier operación de prueba hidráulica. Es recomendable disponer siempre de un punto de muestreo en un punto alejado del aljibe o punto de suministro de agua al sistema, y válvulas de drenaje que permitan vaciar la instalación al completo en caso de ser necesario.

NOTA: El vaciado completo de un sistema contra incendios deja sin protección el edificio y puede plantear problemas en caso de incendio en ese instante por lo que se recomienda determinar que tipo de medidas de protección alternativas serían consideradas válidas.

### c) Contaminación de otros sistemas

Los sistemas contra incendios que comparten circuitos de agua destinados a otros usos pueden resultar una fuente de contaminación, ya que por su propia función, están destinados a almacenar el agua estancada por largos periodos de tiempo, por ello es fundamental asegurar que las uniones de estos tipos de equipos con otras instalaciones se encuentren perfectamente protegidas, esto se puede conseguir con una válvula anti-retorno de bola o similar, o bien, si se desea máxima protección mediante un desconector (figura 3). Estos equipos suelen ser sistemas preintegrados que se insertan en la red y disponen de un juego de presostatos de manera que cuando la presión en el circuito “sucio” es superior a la del circuito a proteger (agua de red u otra instalación del edificio) se cierran las válvulas (1) y (2) abriendo la válvula (3) para vaciar la “T” de desagüado y permitir la completa desconexión de ambos circuitos.

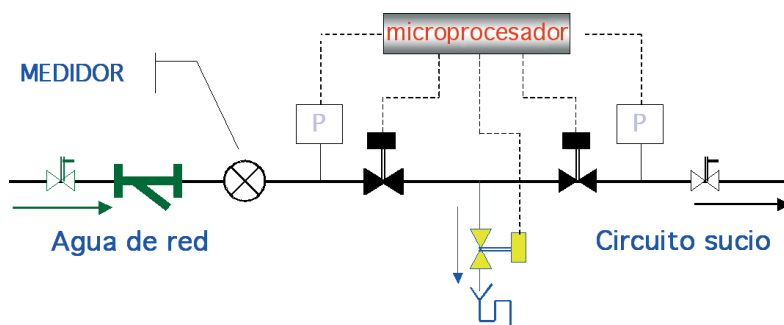


Figura 3. Desconector

En la fotografía (foto 2) se observa una instalación contra incendios alimentada directamente de red, que si bien está dotada de válvulas anti-retorno, no se puede considerar segura desde un punto de vista higiénico. Este tipo de instalaciones en algunos casos incluso incumple la normativa de protección contra incendios pero tal como demuestra la fotografía son situaciones posibles e incluso relativamente comunes.

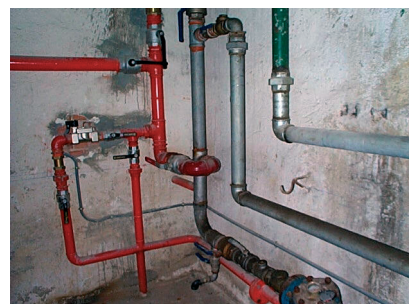


Foto 2

#### 4.1.2 Sistemas de desinfección y control de la calidad del agua

Mediante la desinfección se consigue controlar el crecimiento microbiano dentro de niveles que no causen efectos adversos.

Desde la fase de diseño de un sistema contra incendios se puede contemplar la necesidad de realizar desinfecciones, previendo, por tanto, todos los elementos que deben formar parte del equipamiento necesario para su realización.

Para el mantenimiento de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en condiciones normales de operación en un sistema contra incendios se deberán contemplar los siguientes aspectos:

- Control de crecimiento de microorganismos
- Control de la corrosión y de incrustaciones

Los sistemas contra incendios son sistemas de almacenamiento y transporte de agua fría (normalmente con calidad de agua de consumo humano), por tanto la corrosión e incrustaciones se deben tratar como cualquier circuito de estas características. Ver en el apartado de “Criterios técnicos y protocolos de actuación” las recomendaciones de control de la corrosión y de las incrustaciones y el ejemplo de sistema de desinfección de depósitos acumuladores de agua del capítulo 2 Agua Fría de Consumo Humano, la parte aplicable correspondiente a sistemas contra incendios.

#### 4.2 Fase de instalación y montaje

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

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

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

#### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

En principio la instalación contra incendios se mantiene habitualmente en condiciones de estancamiento del agua, tan solo las bocas de incendio equipadas de manguera deben abrirse una vez al año de acuerdo a los requisitos de mantenimiento del Real Decreto 1942/1993, Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

#### 4.3.2 Revisión

En la revisión de una instalación se comprobará su correcto funcionamiento y su buen estado de conservación y limpieza. La revisión general de funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento de agua se realizará con la siguiente periodicidad (tabla 1):

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento de la instalación	Periodicidad
<b>Funcionamiento de la instalación:</b> Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.	ANUAL
<b>Estado de conservación y limpieza de los depósitos:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones.	SEMESTRAL
<b>Estado de conservación y limpieza de los puntos terminales (hidrantes, BIE's, sprinklers, rociadores, etc):</b> Debe comprobarse mediante inspección visual que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. Se realizará en un número representativo, rotatorio a lo largo del año de forma que al final del año se hayan revisado todos los puntos terminales de la instalación.	SEMESTRAL
<b>Filtros y otros equipos de tratamiento y/o desinfección del agua (si se dispone de ellos):</b> Comprobar su correcto funcionamiento.	TRIMESTRAL

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

Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución. Si se detectan procesos de corrosión se sustituirá el elemento afectado y, conjuntamente, se realizará, si es preciso, un tratamiento preventivo adecuado para evitar que estos procesos vuelvan a reproducirse.

Se revisará también la calidad físico-química y microbiológica del agua del sistema determinando los parámetros que se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
Temperatura(*)	Termómetro de inmersión de lectura directa	TRIMESTRAL
Nivel de cloro residual libre (**)	Medidor de cloro libre o combinado de lectura directa o colorimétrico (DPD)	TRIMESTRAL
pH (***)	Medidor de pH de lectura directa o colorimétrico	TRIMESTRAL

<i>Legionella sp</i> (****)	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella sp</i>	Mínima Anual.  (Especificar periodicidad según Evaluación de Riesgo. En instalaciones especialmente sensibles tales como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es semestral).  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.
-----------------------------	--	---

(\*) En el depósito de acumulación si existe.

(\*\*) En el depósito de acumulación si existe y en un número representativo de los puntos terminales.

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

(\*\*\*\*) En puntos significativos del circuito y del depósito si existe.

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

Todas las determinaciones deben ser llevadas a cabo por personal experto y con sistemas e instrumentos sujetos a control de calidad, con calibraciones adecuadas y con conocimiento exacto para su manejo y alcance de medida. Los ensayos de laboratorio se realizarán en laboratorios acreditados o que tengan implantados un sistema de control de calidad. En cada ensayo se indicará el límite de detección o cuantificación del método utilizado.

#### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

El punto de toma de muestra en la instalación es un elemento clave para asegurar la representatividad de la muestra, en la tabla 3 se incluyen algunas pautas a tener en consideración para cada uno de los parámetros considerados:

Tabla 3. Toma de muestras

Parámetro	Protocolo de toma de muestras
<b>Temperatura.</b>	En los depósitos, el punto de la toma de muestras estará alejado de la entrada de agua así como de cualquier adición de reactivos. Medir temperatura del agua y pH.
<b>Nivel de cloro residual libre y pH</b>	En la red de distribución se tomarán muestras directas en el depósito de almacenamiento de agua si existe.  Medir temperatura del agua y concentración de cloro libre.  Considerar siempre los valores más desfavorables para el algoritmo de determinación del riesgo.
<i>Legionella sp</i>	Las muestras deberán recogerse en envases estériles, a los que se añadirá un neutralizante del cloro (u otro biocida si procede).  En los depósitos se tomará un litro de agua de cada uno, preferiblemente de la parte baja del depósito, recogiendo, si existieran, materiales sedimentados. El punto de la toma de muestras estará alejado de la entrada de agua así como de cualquier adición de reactivos. Medir temperatura del agua y cantidad de cloro libre y anotar en los datos de toma de muestra.  En la red de distribución se tomarán muestras de agua de los puntos terminales de la red, grifos ubicados en los puntos finales de cada ramal.

	<p><b>Normas de transporte:</b></p> <p><b>Para las muestras ambientales (agua)</b>, tal y como especifica el punto 2.2.62.1.5 del Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR), las materias que no es probable causen enfermedades en seres humanos o animales no están sujetos a estas disposiciones. Si bien es cierto que <i>Legionella pneumophila</i> puede causar patología en el ser humano por inhalación de aerosoles, es prácticamente imposible que estos se produzcan durante el transporte. No obstante, los recipientes serán los adecuados para evitar su rotura y serán estancos, deberán estar contenidos en un paquete externo que los proteja de agresiones externas</p>
<p>Para todos los parámetros, las muestras deberán llegar al laboratorio lo antes posible, manteniéndose a temperatura ambiente y evitando temperaturas extremas. Se tendrá en cuenta la norma UNE-EN-ISO 5667-3 de octubre de 1996. “Guía para la conservación y la manipulación de muestras”.</p>	

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

#### 4.3.4 Limpieza y desinfección

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

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

- Limpieza y programa de mantenimiento
- Limpieza y desinfección de choque
- Limpieza y desinfección en caso de brote

##### 4.3.4.1 Limpieza y programa de mantenimiento

La limpieza y desinfección de mantenimiento tiene como objeto garantizar la calidad microbiológica del agua durante el funcionamiento normal de la instalación.

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

Puede realizarse con cloro, con cualquier otro tipo de biocida autorizado, sistemas físicos o físico-químicos de probada eficacia. Para mantener la calidad físico-química y microbiológica del agua de un sistema contra incendios dotado de aljibe se puede instalar un sistema como el descrito en la figura 4.

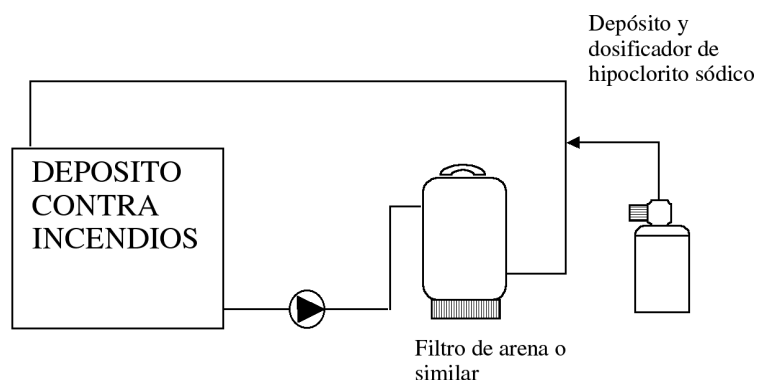


Figura 4. Sistema de control de la calidad físico química del agua



#### 4.3.4.2 Limpieza y desinfección de choque

Anualmente se deberá realizar algún tipo de tratamiento del depósito de agua, acorde a los resultados analíticos de las muestras de control de *Legionella sp*, según los requisitos de los criterios de valoración de resultados del apartado 4.3.5. El proceso de decisión será el siguiente:

- Toma de muestra del agua del depósito, si existe, y de algún punto alejado en la red de distribución (que deberá estar dotada de un punto de muestreo adecuado).
- Si el resultado es positivo (ver apartado 4.3.5 Criterios de valoración), el sistema se someterá a desinfección química según lo descrito en el anexo 3 del Real Decreto 865/2003.
- Si el resultado es negativo, el depósito se someterá a una limpieza general convencional, que por ahorro de agua, podrá realizarse mediante sistemas de limpia fondos, aplicando éstos también a las paredes.

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

El sistema se someterá a desinfección química según lo descrito en el anexo 3C del Real Decreto 865/2003, considerando como puntos finales de la red los grifos instalados a tal efecto en los puntos mas alejados de cada ramal. Si estos no existen deberán instalarse, excepto en el caso de sistemas con recirculación.

#### 4.3.5 Criterios de valoración de resultados

En la tabla 4 se relacionan los distintos parámetros a medir con su valor de referencia y las acciones correctoras que pueden adoptarse en caso de desviación de los mismos.

Tabla 4. Acciones correctoras en función de los parámetros

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctora en caso de incumplimiento
Nivel de cloro ó Biocida utilizado	1 mg/l Cloro residual libre. Usar dispositivo automático, añadiendo anticorrosivo, compatible con el cloro, en cantidad adecuada.	Revisar y ajustar el sistema de dosificación de cloro o biocida cuando la concentración se encuentre por debajo del valor de referencia.
	Según fabricante.	
Temperatura	Según condiciones de funcionamiento.	No aplicable.
pH	6,5-9,0	Se valorará este parámetro a fin de ajustar la dosis de cloro a utilizar (UNE 100030) o de cualquier otro biocida.
<i>Legionella sp</i>	≥ 1000 < 10000 Ufc/L.	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras que disminuyan la concentración de <i>Legionella</i> . Limpieza y desinfección de choque. Confirmar el recuento aproximadamente a los 15 días y repetir el proceso hasta conseguir niveles < 1000 Ufc/L.
	≥ 10000 Ufc/L.	Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema en su caso. Limpieza y desinfección en caso de brote. Confirmar el recuento aproximadamente a los 15 días y repetir el proceso hasta conseguir niveles < 1000 Ufc/L.

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

Los principales problemas asociados a este tipo de instalaciones están relacionados con la dificultad de tratar las redes por la falta de recirculación o la ausencia de salidas de agua en los puntos finales del sistema, la única opción en estos casos es instalar tales medios.

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

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

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

El contenido del registro y de los certificados del tratamiento efectuado deberá ajustarse al Real Decreto 835/2003. No obstante en este capítulo se recoge un modelo de registro de mantenimiento (anexo 1).

### 5. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA INSTALACIÓN

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

#### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

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

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

Las tablas 5, 6 y 7 que figuran a continuación permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación. Las tablas comprenden factores estructurales asociados a las características propias de la instalación; factores de mantenimiento asociados al tratamiento y al mantenimiento que se realiza en la instalación y factores de operación asociados al funcionamiento de la instalación. En cada tabla se indican los criterios para establecer un factor de riesgo “BAJO”, “MEDIO” o “ALTO” así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice global” que figura a continuación de la tabla 8. Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado. El Índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de implementar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación.

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

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

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

Tabla 5. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Agua de consumo humano.	Captación propia tratada.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisar el correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Captación propia no tratada. Procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.	Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica e introducir equipos de tratamiento, como mínimo filtración y desinfección.
<b>Agua estancada</b>	El agua se mueve desde el depósito (tratado) hasta los puntos finales mediante un sistema de recirculación de agua constante o periódicamente de tal forma que el biocida accede a todos los puntos de la instalación.	El sistema mantiene el agua estancada. No hay modo de recircular o vaciar el agua de la red excepto por los rociadores.	Establecer un programa de movimiento periódico del agua en dichos elementos. Se ha de garantizar el acceso del biocida a todos los puntos de la instalación.	Existen tramos muertos, depósitos o equipos en desuso, by-pass, etc. sin justificación técnica.	Eliminar dichos tramos.
<b>Materiales</b> • Composición • Rugosidad • Corrosividad	Materiales metálicos y plásticos que resistan la acción agresiva del agua y biocidas.	Hormigón. Materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación.	Sustitución de materiales o recubrimiento con materiales adecuados. Adición de inhibidores de corrosión.	Cuero. Madera. Celulosa. Otros materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias.	Sustitución de materiales.
<b>Tipo de aerosolización</b>	Nivel bajo de aerosolización.	Nivel importante de aerosolización con gotas grandes que caen por gravedad.	No aplica.	Nivel muy importante de aerosolización con gotas finas que son transportadas por el aire.	No aplica.
<b>Conexión a otras redes</b>	Instalación totalmente separada de otras redes.	Instalación conectada a otras redes pero dispone de válvula anti-retorno o desconector.	Separar físicamente la instalación.	Instalación conectada a otras redes sin ningún tipo de válvula anti-retorno o desconector.	Separar físicamente la instalación o instalar válvula anti-retorno o desconector.

Tabla 6 Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	Cumple las especificaciones del presente documento.	No cumple algunas de las especificaciones del presente documento o el incumplimiento es puntual.	Repetir el ensayo. Adoptar acciones correctoras específicas según el parámetro.	No cumple las especificaciones del presente documento.	Revisar el programa de tratamiento del agua y adoptar acciones correctoras específicas para cada parámetro.
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece:  - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	En los controles analíticos aparece:  - <i>Legionella sp</i> 1000-10000 Ufc/L.	Según apartado 4.3.5 Criterios de valoración de resultados.	En los controles analíticos aparece: - <i>Legionella sp</i> > 10000 Ufc/L.	Según apartado 4.3.5 Criterios de valoración de resultados.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación no presenta lodos, biocapa, turbidez, etc.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Realizar una limpieza y desinfección preventiva de la instalación.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar sistema de tratamiento.	Mal estado general de conservación. Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.
<b>Estado del sistema de tratamiento y desinfección</b>	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado funcionando correctamente.	La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	Instalar el sistema de tratamiento y desinfección.

Tabla 7. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
Temperatura del agua del sistema	< 15 °C.	15-25 °C.	Estudiar la causa del calentamiento del agua y corregirla.	> 25 °C.	Estudiar la causa del calentamiento del agua y corregirla.
Frecuencia de funcionamiento	Las pruebas hidráulicas se realizan siempre por personal especializado con el edificio vacío.	Las pruebas hidráulicas se realizan con el edificio ocupado, pero se toman medidas para asegurar evitar la exposición de personas ajenas.	Programar las pruebas con el edificio vacío.	Las pruebas hidráulicas se realizan con el edificio ocupado.	Programar las pruebas con el edificio vacío o tomar medidas para asegurar evitar la exposición de personas ajenas.

Tabla 8. Índice global

Riesgo estructural	Bajo	Medio	Alto
Procedencia del agua	0	6	12
Agua estancada	0	6	12
Materiales	0	3	6
Tipo de aerosolización	0	10	20
Conexión a otras redes.	0	25	50
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

Riesgo de mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Parámetros fisicoquímicos	0	8	16
Contaminación microbiológica	0	13	26
Estado higiénico de la instalación	0	11	22
Estado mecánico de la instalación	0	7	14
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	0	11	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

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

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

<b>INDICE GLOBAL: <math>0,30 * IE + 0,60 * IM + 0,1 * IO</math></b>
---

## 5.2 Valoración del índice global

### ÍNDICE GLOBAL < 60

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

### INDICE GLOBAL ≥ 60 ≤ 80

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

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

### INDICE GLOBAL > 80

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

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

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

## 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

Consideremos una instalación con las características que se describen en las tablas 9, 10 y 11.

Tabla 9. Ejemplo de evaluación del riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Agua de la red de distribución pública.	BAJO
Agua estancada	El sistema mantiene el agua estancada. No hay modo de recircular.	MEDIO
Materiales	El depósito es de hormigón sin un recubrimiento adecuado.	MEDIO
Tipo de aerosolización	El sistema dispone de rociadores de agua pulverizada que crean una fina pulverización.	ALTO
Conexión a otras redes	Instalación conectada a otras redes sin ningún tipo de válvula antirretorno o desconector.	ALTO

Tabla 10. Ejemplo de evaluación del riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Parámetros fisico-químicos	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: Cloro: No detectado pH: 8,7	MEDIO
Contaminación microbiológica	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: - <i>Legionella sp</i> : 12000 Ufc/L	ALTO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta suciedad en el depósito y el resto de la instalación esta aceptablemente limpia	MEDIO
Estado mecánico de la instalación	El sistema presenta un estado mecánico aceptable en general excepto las bombas que presentan corrosión.	MEDIO
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección	ALTO

Tabla 11. Ejemplo de evaluación del riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura del agua en balsa	La temperatura en el agua de la balsa es de 16 °C.	MEDIO
Frecuencia de funcionamiento	Las pruebas hidráulicas se realizan con el edificio ocupado.	ALTO

A partir de estos factores se calcularía el Índice global tal y como se muestra en las tablas 12, 13 y 14, aplicando a cada factor el valor asignado a su nivel de riesgo.

Tabla 12. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	BAJO	0
Agua estancada	MEDIO	6
Materiales	MEDIO	3
Tipo de aerosolización	ALTO	20
Conexión a otras redes	ALTO	50
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>79</b>

Tabla 13. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Parámetros fisicoquímicos	MEDIO	8
Contaminación microbiológica	ALTO	26
Estado higiénico de la instalación	MEDIO	11
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	7
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	ALTO	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>74</b>

Tabla 14. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura del agua en el sistema	MEDIO	20
Frecuencia de funcionamiento	ALTO	60
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>80</b>

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

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3 \cdot 79 + 0,6 \cdot 74 + 0,1 \cdot 80</math></b>	<b>76,1</b>
--	-------------

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

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores “ALTO” así como a potenciar el mantenimiento de la instalación y podrían ser, por ejemplo, los que se muestran en la

tabla 13. Corrigiendo estos factores obtenemos los resultados que se muestran en las tablas 15, 16 y 17. Hay que tener en cuenta que a veces no es posible actuar contra todos los factores.

Tabla 15. Factores de riesgo estructurales con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Procedencia del agua	Agua de la red de distribución pública.	No es preciso.	<b>BAJO</b>
Agua estancada	El sistema mantiene el agua estancada. No hay modo de recircular.	A medio plazo se plantea la instalación de grifos en los puntos finales de los ramales. Pero por el momento no se modifica.	<b>MEDIO</b>
Materiales	El depósito es de hormigón sin un recubrimiento adecuado.	No se modifica.	<b>MEDIO</b>
Tipo de aerosolización	El sistema dispone de rociadores de agua pulverizada que crean una fina pulverización.	No se modifica.	<b>ALTO</b>
Conexión a otras redes	Instalación conectada a otras redes sin ningún tipo de válvula anti-retorno o desconector.	Se instala un desconector de red.	<b>MEDIO</b>

Tabla 16. Factores de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Parámetros fisicoquímicos	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: Cloro: No detectado. pH: 8,7.	Tras instalar un sistema de cloración en continuo los niveles suben por encima de 1 mg/l.	<b>BAJO</b>
Contaminación microbiológica	Los controles analíticos ofrecen el siguiente resultado: - <i>Legionella sp</i> : 12000 Ufc/L.	Limpieza y desinfección del sistema hasta reducir el valor por debajo de 1000 Ufc/L.	<b>BAJO</b>
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta suciedad en el depósito y el resto de la instalación esta aceptablemente limpia.	Se limpia el depósito.	<b>BAJO</b>
Estado mecánico de la instalación	El sistema presenta un estado mecánico aceptable en general excepto las bombas que presentan corrosión.	Se protegen los elementos dañados.	<b>BAJO</b>
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección.	Se instala un sistema de dosificación en continuo.	<b>BAJO</b>

Tabla 17. Factores de riesgo operacionales con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Temperatura del agua en el sistema	La temperatura en el agua de la balsa es de 16 °C.	No aplica.	<b>MEDIO</b>
Frecuencia de funcionamiento	Las pruebas hidráulicas se realizan con el edificio ocupado.	Se cambia la programación a momento en que el edificio se encuentra vacío.	<b>BAJO</b>



Una vez realizadas las acciones correctoras el Índice global queda como se muestra en las tablas 18, 19 y 20.

Tabla 18. Índice de riesgo estructural

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Procedencia del agua	BAJO	BAJO	0	0
Agua estancada	MEDIO	MEDIO	6	6
Materiales	MEDIO	MEDIO	3	3
Tipo de aerosolización	ALTO	ALTO	20	20
Conexión a otras redes	ALTO	MEDIO	50	25
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			79	54

Tabla 19. índice de riesgo de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Parámetros fisicoquímicos	MEDIO	BAJO	8	0
Contaminación microbiológica	ALTO	BAJO	26	0
Estado higiénico de la instalación	MEDIO	BAJO	11	0
Estado mecánico de la instalación	MEDIO	BAJO	7	0
Estado del sistema de tratamiento y desinfección	ALTO	BAJO	22	0
<b>Índice de Mantenimiento (IM)</b>			74	0

Tabla 20. índice de riesgo operacional

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura del agua en el sistema	MEDIO	MEDIO	20	20
Frecuencia de funcionamiento	ALTO	BAJO	60	0
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			80	20

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

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3 \cdot 54 + 0,6 \cdot 0 + 0,1 \cdot 20</math></b>	<b>18,2</b>
---	-------------

Con la aplicación de las medidas correctoras indicadas se ha conseguido reducir el Índice global desde 76,1 hasta un valor de 18,2 y el Índice de Mantenimiento se ha disminuido hasta un valor de 0, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

Aunque la disminución del Índice Estructural no ha sido tan drástica (79 a 54) controlando los factores riesgo de mantenimiento se reduce el índice global de forma considerable.

## ANEXO 1: REGISTROS

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

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

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

CONCEPTO	FECHA	ESTADO		ACCIÓN REALIZADA
Revisión general del funcionamiento			No se observan anomalías ni fugas	No se precisa
			Se observan elementos defectuosos	..... (acción realizada)
			Se observan fugas	..... (acción realizada)
Revisión de incrustaciones			Ausencia de incrustaciones	No se precisa
			Presencia de incrustaciones	..... (acción realizada)
Revisión de corrosión			Ausencia de procesos de corrosión	No se precisa
			Presencia de elementos con corrosión	..... (acción realizada)
Revisión de suciedad			Ausencia	No se precisa
			Presencia de sedimentos	..... (acción realizada)
Estado de las BIE's y/o rociadores			Correcto, sin obstrucciones	No se precisa
			Presencia de obstrucciones	..... (acción realizada)
Estado de los equipos de desinfección y tratamiento del agua			Funcionamiento correcto	No se precisa
			Funcionamiento defectuoso	..... (acción realizada)

## II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

<b>FECHA</b>	
Tipo de operación	Limpieza del depósito

## III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

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

## IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

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

## V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONCEPTO	FECHA	OPERACIÓN	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de <i>Legionella sp</i>		Ausencia	No se precisa
		Presencia <10000 Ufc/L	.....
		Presencia ≥ 10000 Ufc/L	.....
Otros controles analíticos			.....