

# CAPÍTULO 12

## INSTALACIONES DE LAVADO DE VEHÍCULOS

### 1. INTRODUCCIÓN

Dentro de las poblaciones, gasolineras, centros comerciales, zonas turísticas, etc. o en espacios destinados exclusivos para esta función cada día son más frecuentes las instalaciones de lavados de vehículos.

En este tipo de lavado el agua se pulveriza y se producen aerosoles; por este motivo, estas instalaciones están contempladas en el artículo 2.h “Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles” del Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis y concretamente están catalogadas como una instalación de “menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*”.

### 2. EVOLUCIÓN TÉCNICA

Las máquinas de lavado han evolucionado con el paso del tiempo, antiguamente los lavados de vehículos se efectuaban a mano o con mangueras de agua. La evolución ha llevado al ahorro de agua y a la utilización de agua a presión que hace que arrastre el polvo y arranque mejor la suciedad adherida al vehículo.

Se ha pasado de realizar todo el proceso de lavado con un solo tipo de agua a tener la posibilidad de usar diferentes calidades de agua. Actualmente la práctica totalidad de las instalaciones de lavado funcionan con al menos dos tipos de agua (red para la fase de lavado y desmineralizada para las fases de enjuague y encerado) pudiendo utilizarse en otros casos agua descalcificada. Asimismo, debido a las exigencias medioambientales actuales, cada vez más se reutilizan parte de las aguas residuales depuradas como aguas recicladas en algunas fases del lavado, llegando a ahorrar de un 20 hasta un 75% del agua de consumo de estas instalaciones. Por otro lado las instalaciones de lavado también han evolucionado en su nivel de automatización.

La evolución técnica ha llevado a tres tipos de instalaciones de lavado: boxes, puentes y trenes de lavado, cuyas características se describen en la sección correspondiente.

### 3. DESCRIPCIÓN

El lavado de vehículos puede ser manual o mecánico (figura 1).

#### 3.1 Lavado manual

El lavado manual o también llamado “box de lavado” se compone de un compresor que impulsa el agua y una pistola de lavado con la que se debe lavar el coche y luego se enjuaga. Se estima que el lavado medio por box puede ser de 7 coches/hora por pista. En cada lavado se cuenta aproximadamente con que 2,5 min son para el lavado con agua caliente (descalcificada, con jabón), 1,5 min son para el enjuague con agua de red o pozo (agua sin descalcificar) y 1,5 min para el enjuague final con agua desmineralizada. El caudal de las bombas (tanto de agua caliente, red o pozo y desmineralizada) es de aproximadamente 11 l/min.

#### 3.2 Lavado mecánico

El lavado mecánico puede ser de dos tipos:

### 3.2.1 Puente de lavado

Puente de lavado, en el que una estructura con rodillos de cepillos y boquillas de agua a presión se mueve hacia delante y detrás del coche, el cual permanece estático.

Se estima que el lavado medio por puente es de unos 10 coches/hora. En este tipo de instalaciones se consumen aprox. 100 l/coche en la fase de lavado (con detergente) con agua de red, pozo o reciclada. En la fase final de enjuague con agua de red o desmineralizada se consumen unos 25 l/coche. Si se enjuaga con agua desmineralizada hay que tener en cuenta que para generar en las membranas de osmosis 25 l de agua desmineralizada hay que verter al desagüe otros 25 l de rechazo (este valor puede variar en función de las características del agua)

### 3.2.2 Túnel o tren de lavado

Túnel o tren de lavado que en el que el coche es transportado automáticamente por el interior de un túnel en el que están dispuestos los rodillos de cepillos y las boquillas de agua a presión.

El número de coches/hora que lava un tren es muy variable según el modelo de máquina, pudiendo ir desde 20 coches hora hasta 100 coches hora. El consumo de agua también es muy variable debido a la gran variabilidad de configuraciones que pueden darse (más o menos módulos de cepillos, altas presiones, lavados de bajos).



Pistola de agua a presión



Puente de lavado



Túnel de lavado



Box de lavado

Figura 1. Tipos de lavado: manual y mecánico

Tanto boxes como puentes de lavado funcionan en su mayoría como autoservicios. Es decir, habitualmente no se necesita la presencia de ningún operario para poder realizar el lavado del vehículo. Sólo será necesario el personal encargado del mantenimiento de la instalación. No obstante, en el caso de los boxes de lavado, es el propio usuario el que está expuesto al aerosol.

El caso de los trenes de lavado es diferente, aunque el lavado sea mecánico, necesita de la presencia de personas para introducir el coche en la pista de lavado e incluso como paso previo al lavado, para ablandar la suciedad con una pistola de agua a presión.

En las figuras 2 y 3 se describe el diagrama completo del circuito hidráulico de estas instalaciones utilizando un biocida o con un sistema de oxidación avanzada, por ejemplo, mediante ozono.

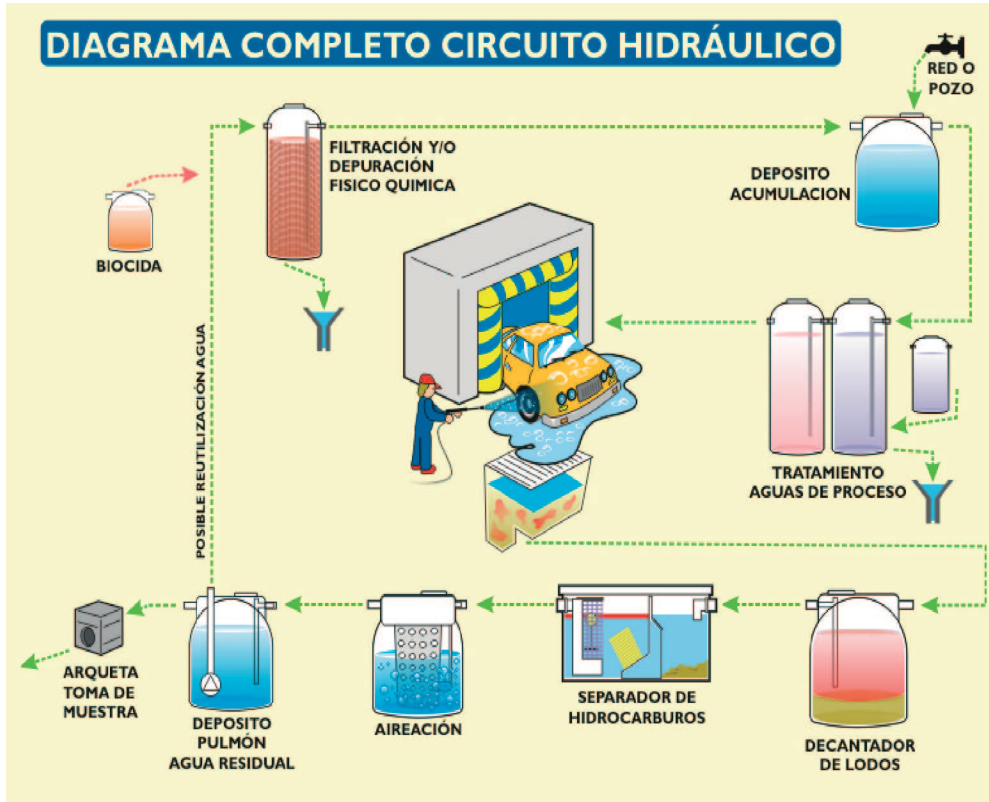


Figura 2. Circuito con desinfección mediante biocida

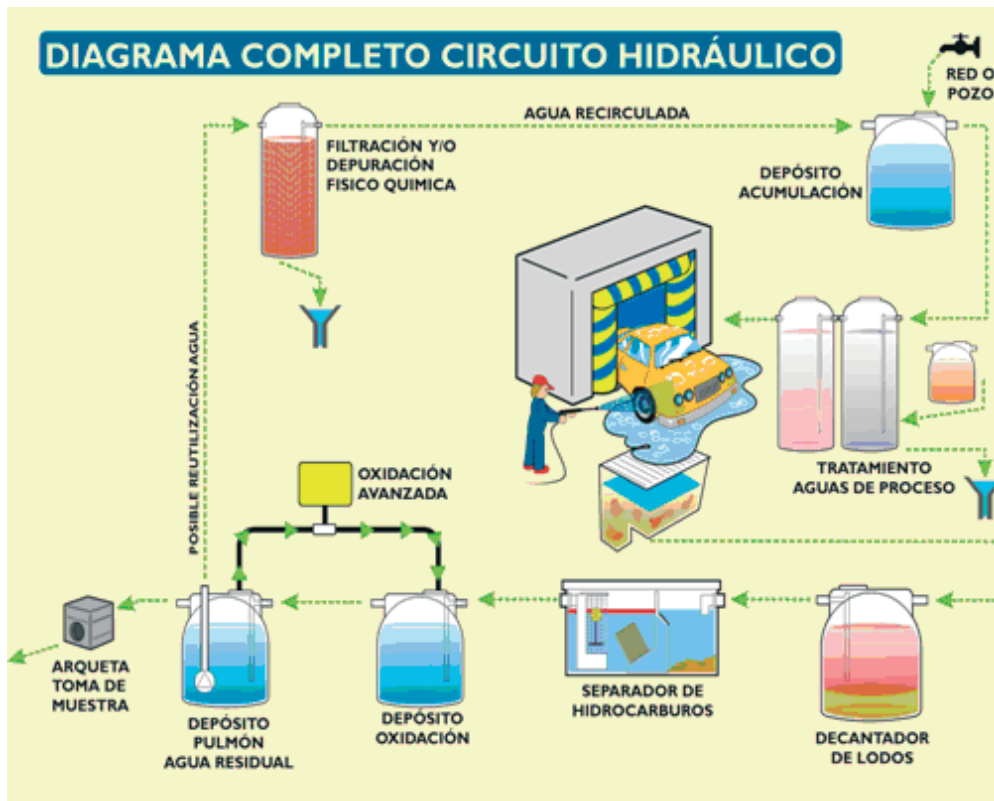


Figura 3. Circuito con desinfección mediante oxidación avanzada

### 3.3 Terminología específica

- **Pistola o lanza**

Elemento por el que se impulsa el agua a presión.

- **Lavado a alta presión**

En este tipo de instalaciones se considera un lavado a alta presión cuando se realiza con agua a más de 60 bar. No hay utilización de elementos mecánicos para el frotado de la superficie del vehículo.

- **Pista**

Zona donde se realiza el lavado ya sea manual (boxes) o automático (puente o tren).

- **Cerramiento**

Elemento que aísla del exterior la pista de lavado. Se compone de paneles de vidrio y de plástico.

- **Puertas**

Puertas automáticas que se instalan en cerramientos de puentes de lavado y que los aíslan del exterior mientras se realiza el lavado.

- **Reciclador**

Máquina destinada a la reutilización del agua residual generada por la propia instalación para nuevos lavados.

- **Agua reciclada**

Agua residual de lavado tratada para volver a ser utilizada en la primera fase de lavados posteriores.

## 4. CRITERIOS TÉCNICOS Y PROTOCOLOS DE ACTUACIÓN

Los criterios básicos de actuación se deben basar en garantizar que el agua de aporte sea de una calidad bacteriológica adecuada y, por otra parte, en la realización de un mantenimiento de la instalación que permita la limpieza y desinfección de las partes más susceptibles de contaminación.

### 4.1 Fase de diseño

En esta fase se deberá contemplar en primer lugar el origen del agua y la garantía microbiológica que ofrece. Cuando se utilice agua de la red de distribución de AFCH no es preciso realizar ningún tratamiento de desinfección al tratarse de un agua cuya calidad bacteriológica está garantizada. En el caso de existencia de depósitos previos o intermedios o tramos que favorezcan la pérdida de la capacidad del desinfectante del agua, se valorará la necesidad de realizar un tratamiento de desinfección.

En muchos casos, el aprovechamiento de aguas subterráneas, residuales depuradas no potabilizadas (redes secundarias), o recirculadas del propio sistema para la limpieza de vehículos, es muy necesario para obtener un ahorro general de agua y así se contempla en los planes de muchos Organismos de las diferentes Administraciones que regulan el uso del agua. No obstante, en estos casos, debe establecerse un tratamiento previo que permita garantizar la calidad microbiológica del agua de aporte al sistema de lavado.

La desinfección del agua puede realizarse en un depósito previo para permitir el tiempo de contacto necesario, mediante un biocida autorizado o un sistema físico o físico-químico.

Si se emplea agua reciclada, ésta sólo puede ser utilizada en la primera fase de lavado (lavado con jabón), lavado de bajos y altas presiones de máquinas automáticas. El enjuague debe realizarse siempre con agua de red o desmineralizada.

Los sistemas de lavado se diseñarán cuidando que sus elementos sean fácilmente accesibles y desmontables para su limpieza y mantenimiento.

El diseño de la instalación debe considerar asimismo, su aislamiento del exterior mediante la instalación de cerramientos, tipo mamparas o puertas automáticas en función del tipo de lavado, que disminuyan la salida de aerosoles al medio. La presión del agua de la instalación se ajustará siempre a las especificaciones de las boquillas. Una presión excesiva aumenta el nivel de aerosolización. Si es preciso se instalarán reductores de presión.

#### 4.2 Fase de instalación y montaje

Los equipos se instalarán según un esquema de instalación y se verificará siempre la estanqueidad del circuito y la ausencia de fugas. Los equipos de tratamiento del agua así como los posibles depósitos de agua intermedios, serán fácilmente accesibles para su mantenimiento, limpieza y control.

Durante la fase de montaje se evitará la entrada de materiales extraños. En cualquier caso el circuito de agua deberá someterse a una limpieza y desinfección previa a su puesta en marcha. Hay que prevenir la formación de zonas con estancamiento de agua que pueden favorecer el desarrollo de la bacteria.

Sería recomendable utilizar materiales de construcción resistentes al biocida de mantenimiento y al resto de productos químicos que se aditiven.

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

##### 4.3.1 Criterios de funcionamiento

En el funcionamiento de estas instalaciones hay que evitar:

- Prolongados períodos de paro ya que favorecen el estancamiento del agua y la proliferación de microorganismos.
- Depósitos de almacenamiento de agua sobredimensionados, ya que favorecen que el agua se estanque dando lugar a la proliferación de microorganismos.
- Los volúmenes de almacenamiento de agua que se suelen recomendar en este tipo de instalaciones son los siguientes:
  - Alimentación de máquinas automáticas (puente o tren) con agua de red o pozo para realizar la primera fase del lavado: aproximadamente 500 litros.
  - Alimentación de máquinas automáticas con agua reciclada para realizar la primera fase del lavado: aproximadamente 500 litros.
  - Alimentación bombas de alta presión (altas presiones o lavado de bajos) en máquinas automáticas con agua de red, pozo o reciclada: aproximadamente 100 litros.
  - Alimentación de boxes con agua de red o pozo para realizar la fase de enjuague: aproximadamente 200 litros.
  - Agua desmineralizada (un depósito por cada máquina automática de la instalación. Si hay un puente (o tren) y boxes un solo depósito es suficiente para todas las instalaciones): aproximadamente 1.000 litros.
- Situar los depósitos de almacenamiento en lugares soleados o en lugares donde el agua que contienen alcance temperaturas elevadas que favorezcan el desarrollo de microorganismos.

Siempre que sea posible se utilizará agua de aporte procedente de red de distribución de AFCH. La presencia de un sistema de elevación de la temperatura del agua por encima de 60 °C, que en algunos casos se utiliza para favorecer el lavado de los vehículos, además evita el crecimiento de *Legionella* en ese circuito.

##### 4.3.2 Revisión

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

La inspección de los diferentes elementos, de la forma de pulverización así como del alcance del chorro de agua indicará si el sistema funciona correctamente y si existen obstrucciones en las boquillas.

La revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, así como los sistemas utilizados para el tratamiento del agua, se realizará con la siguiente periodicidad (tabla 1).

Tabla 1. Periodicidad de las revisiones

Elemento		Periodicidad
<b>Funcionamiento de la instalación:</b> Realizar una revisión general del funcionamiento de la instalación, incluyendo todos los elementos, reparando o sustituyendo aquellos elementos defectuosos.		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>Circuito de lavado:</b> Se controlará regularmente el correcto funcionamiento del sistema y la ausencia de fugas en el circuito.		SEMESTRAL
<b>Boquillas:</b> Debe comprobarse mediante inspección visual exterior que no presentan suciedad general, corrosión, o incrustaciones. La pulverización debe ser homogénea.		SEMESTRAL
<b>Pistolas de presión:</b> Revisar que no se encuentren obstruidas. Limpiar o sustituir cuando sea necesario.		SEMESTRAL
<b>Equipos de tratamiento del agua:</b> Comprobar su correcto funcionamiento.	Equipos para la desinfección del agua.	SEMANTAL
	Otros equipos.	SEMESTRAL

En general, se revisará el estado de conservación y limpieza, con fin de detectar la presencia de sedimentos, incrustaciones, productos de la corrosión, lodos, algas y cualquier otra circunstancia que altere o pueda alterar el buen funcionamiento de la instalación. Si se detecta algún componente deteriorado se procederá a su reparación o sustitución. Los parámetros que figuran en la tabla 2, se determinarán cuando exista depósito de acumulación, agua de captación propia, agua reciclada o en aguas cuya calidad microbiológica en el aporte no esté garantizada.

Tabla 2. Parámetros de control de la calidad del agua

Parámetro	Método de análisis	Periodicidad
<b>Recuento total de aerobios a la salida de una boquilla en muestras rotatorias</b>	Según norma ISO 6222. Calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo análisis.  La norma ISO 6222 especifica dos niveles de temperatura (22 y 36 °C). A efectos de sistemas de lavado de vehículos será suficiente el análisis a la temperatura más cercana al rango de trabajo de la instalación.	SEMESTRAL
<i>Legionella sp</i>	Según Norma ISO 11731 Parte 1. Calidad del agua. Detección y enumeración de <i>Legionella</i> .	MINIMA ANUAL  (Especificar periodicidad según Evaluación de Riesgo. En instalaciones cercanas a edificios especialmente sensibles como hospitales, residencias de ancianos, balnearios, etc. la periodicidad mínima recomendada es semestral)  Aproximadamente 15 días después de la realización de cualquier tipo de limpieza y desinfección.

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

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

### 4.3.3 Protocolo de toma de muestras

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

Tabla 3. Toma de muestra

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

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

### 4.3.4 Limpieza y desinfección

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

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

Se pueden distinguir tres tipos de actuaciones en la instalación:

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

#### **4.3.4.1 Limpieza y programa de mantenimiento**

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

La desinfección en estas instalaciones no es prioritaria dentro de los programas de mantenimiento higiénico-sanitario, más enfocados al control de la instalación mediante tareas de limpieza. No obstante, en caso de que la calidad microbiológica del agua no esté garantizada o de que la evaluación del riesgo aconseje realizar este tipo de tratamiento, deberán instalarse sistemas de desinfección en continuo.

Si existe un sistema de desinfección química en continuo será preciso realizar una determinación semanal de su concentración y recoger este resultado en el registro de mantenimiento. En cualquier caso, siempre se utilizarán desinfectantes debidamente autorizados.

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

Estas instalaciones se limpiarán y desinfectarán cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez, tras una parada superior a un mes, tras una reparación o modificación estructural, cuando una revisión general así lo aconseje y cuando así lo determine la autoridad sanitaria.

Todas las boquillas deben ser desinfectadas como mínimo anualmente. Esta desinfección puede hacerse periódicamente y en forma rotativa desmontándolas y sumergiéndolas en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua fría. Es posible, asimismo, utilizar un biocida alternativo autorizado siguiendo las instrucciones del fabricante. Anualmente se deberán haber desinfectado todas las boquillas.

Alternativamente, también sería posible realizar la desinfección introduciendo en toda la red (por ejemplo, a baja presión para que no exista pulverización) una solución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre (u otro biocida alternativo), dejarla actuar durante 30 minutos y purgar posteriormente esta solución.

En el caso de que existan depósitos intermedios en la instalación, éstos deberán ser vaciados, limpiados y si procede desinfectados.

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

Detener el funcionamiento del sistema de lavado de vehículos.

Llenar todo el circuito con agua que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos manteniendo del pH entre 7 y 8.

En caso necesario, añadir biodispersantes capaces de actuar sobre la biocapa, y/o anticorrosivos compatibles en cantidades adecuadas.

Una vez realizada la desinfección la solución desinfectante se neutralizará, se tratará el agua adecuadamente y se conducirá a desagüe, aclarándose el sistema con agua limpia.

Desmontar todas las boquillas y desinfectarlas sumergiéndolas en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando posteriormente con agua fría.

Los elementos exteriores difíciles de desmontar o sumergir, se cubrirán con un paño limpio impregnado en una disolución que contenga 20 mg/l de cloro residual libre durante 30 minutos aclarando con agua fría.

En el caso de que existan depósitos intermedios en la instalación, éstos deberán ser vaciados, limpiados y desinfectados.

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

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



Tabla 4. Acciones correctoras en función del parámetro

Parámetro	Valor de referencia	Actuación correctiva en caso de incumplimiento	
Presencia de aerobios totales	> 100000 Ufc/ml	Se revisará el programa de mantenimiento, a fin de establecer acciones correctoras Realizar una limpieza y desinfección de choque Confirmar el recuento, a los 30 días analizando también <i>Legionella sp.</i> Si se mantiene superior al valor indicado realizar una limpieza y desinfección de choque. Confirmar el recuento de nuevo aproximadamente a los 15 días.	
<i>Legionella sp</i>	Presencia (*)	> 100 Ufc/L	Realizar limpieza y desinfección de choque y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.
		< 1000 Ufc/L	
		≥ 1000 Ufc/L	Realizar limpieza y desinfección según protocolo en caso de brote y una nueva toma de muestras aproximadamente a los 15 días.

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

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

Los principales problemas asociados a la instalación son los que se producen como consecuencia de la obstrucción de las boquillas de pulverización.

Estos problemas pueden producirse por la entrada de partículas sólidas o impurezas contenidas en el agua y por formación de incrustaciones calcáreas en las boquillas. En ambos casos la solución consiste en localizar el tramo o equipo afectado y sustituir o limpiar las piezas defectuosas.

Si se detecta una frecuencia muy importante de obstrucción de las boquillas, es aconsejable instalar en el aporte general un filtro de protección adecuado a las características del agua.

Si se detecta una formación importante de incrustaciones calcáreas en las boquillas pulverizadoras, es aconsejable descalcificar el agua, dosificar un inhibidor o utilizar un equipo físico para evitarlas.

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

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

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

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

## 5. EVALUACIÓN DE RIESGOS DE LA INSTALACIÓN

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

### 5.1 Criterios para la evaluación del riesgo

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

La evaluación del riesgo de la instalación debe ser realizada por personal técnico debidamente cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado tal como se establece en la Orden SCO/317/2003 de 7 de febrero por el que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitaria de las instalaciones objeto del Real Decreto 865/2003, las tablas 5, 6 y 7 que figuran a continuación permiten determinar los factores de riesgo asociados a cada instalación.

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

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

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice Global” que figura a continuación de la tabla 8. Este Índice se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) a partir de las tablas anteriores y se establece un valor global ponderado.

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

Este algoritmo es un indicador del riesgo, que en cualquier caso siempre debe utilizarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero que no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta. Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales de cualquier índole (Real Decreto 865/2003 u otros que le afecten) relativos a estas instalaciones, deben cumplirse.

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

Tabla 5. Evaluación del riesgo estructural de la instalación

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Procedencia del agua</b>	Agua fría de consumo humano.	Captación propia o aguas depuradas o recicladas tratadas.	Controlar con la frecuencia indicada en el apartado 4.3.2. Revisar el correcto funcionamiento de los equipos de tratamiento.	Captación propia no tratada.	Controlar con la frecuencia indicada la contaminación microbiológica y en caso necesario introducir equipos de tratamiento (al menos filtración y desinfección).
<b>Tipología del lavado: Tipo de aerosolización</b>	Tren de lavado: Nivel bajo de aerosolización.	Puente de lavado: Nivel importante de aerosolización.	No aplica. No es posible sustituir el sistema de pulverización, de él depende el resultado final del lavado.	Boxes de lavado: Nivel muy importante de aerosolización	No aplica. No es posible sustituir el sistema de pulverización. De él depende el resultado final del lavado.
<b>Punto de emisión de aerosoles</b>	Instalación totalmente aislada de elementos a proteger o zonas de tránsito de personas.	Existen elementos a proteger pero se hallan suficientemente alejados del punto de emisión.	Instalar algún tipo de barrera de separación.	Próximo a elementos a proteger (zonas de tránsito de personas, tomas de aire exterior, ventanas, etc.)	Incrementar la distancia.  Instalar algún tipo de barrera de separación.

<b>Condiciones atmosféricas</b> • 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 se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas.	Existencia de vientos dominantes que dirijan el aerosol a zonas de alta densidad de población o elementos a proteger.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación se tendrán en cuenta las condiciones atmosféricas.
<b>Ubicación de la instalación</b>	Zona alejada de áreas habitadas.	Zona urbana de baja o media densidad de población.	Cuando sea aplicable en el diseño de la máquina se tendrá en cuenta la ubicación.	Zona urbana de alta densidad Zona con puntos de especial riesgo: Hospitales, residencias de ancianos, etc.	Cuando sea aplicable en el diseño y/o renovación de la máquina se tendrá en cuenta la ubicación.

Tabla 6. Evaluación del riesgo de mantenimiento de la instalación

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Contaminación microbiológica</b>	En los controles analíticos aparece  - Aerobios totales < 100000 Ufc/ml  - <i>Legionella sp</i> ausencia	En los controles analíticos aparece  - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml  - <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados.	En los controles analíticos aparece - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml incluso después de realizar una desinfección de choque. - <i>Legionella sp</i> ≥ 1000 Ufc/L.	Según criterio de valoración de resultados.
<b>Estado higiénico de la instalación</b>	La instalación se encuentra limpia, sin biocapa.	La instalación presenta áreas de biocapa y suciedad no generalizada.	Realizar una limpieza de la instalación.	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada	Realizar una limpieza y desinfección de choque de la instalación.
<b>Estado mecánico de la instalación</b>	Buen estado de conservación. No se detecta presencia de corrosión ni incrustaciones.	Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones.  Verificar o instalar sistema de tratamiento.	Mal estado general de conservación: Corrosión y/o incrustaciones generalizadas.	Sustituir o tratar los elementos con corrosión y/o incrustaciones. Verificar o instalar sistema de tratamiento. Añadir inhibidores de corrosión o utilizar materiales más resistentes a la corrosión.

<b>Estado del sistema de tratamiento del agua</b>	La instalación no requiere un tratamiento del agua o dispone de él y funciona correctamente.	La instalación requiere un tratamiento del agua y dispone de él, pero no funciona correctamente.	Revisar, reparar o sustituir el actual sistema de tratamiento.	La instalación requiere un tratamiento del agua y no dispone de él.	Instalar el sistema de tratamiento.
---	--	--	--	---	-------------------------------------

Tabla 7. Evaluación del riesgo operacional de la instalación

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	BAJO	MEDIO		ALTO	
	FACTOR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR	FACTOR	ACCIONES A CONSIDERAR
<b>Temperatura media del agua de aporte</b>	< 20 °C.	20-30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.	> 30 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías.
<b>Temperatura media del agua en el sistema</b>	< 20 °C ó ≥ 50 °C.	20-34 °C ó 38-49 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías. Ajustar la temperatura de funcionamiento del sistema.	35-37 °C.	Mejorar las medidas de aislamiento de las tuberías. Ajustar la temperatura de funcionamiento del sistema.
<b>Frecuencia de uso</b>	El sistema se usa diariamente.	El sistema se usa como mínimo semanalmente.	No aplica.	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	No aplica.

Tabla 8. Índice Global

<b>Riesgo estructural</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Procedencia del agua	0	10	20
Tipología del lavado: Tipo de aerosolización	0	14	28
Punto de emisión de aerosoles	0	11	22
Condiciones atmosféricas	0	6	12
Ubicación de la instalación	0	9	18
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>Riesgo de mantenimiento</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Contaminación microbiológica	0	14	28
Estado higiénico de la instalación	0	14	28
Estado mecánico de la instalación	0	11	22
Estado del sistema de tratamiento del agua	0	11	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

<b>Riesgo operacional</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Temperatura media del agua de aporte	0	15	30
Temperatura media del agua en el sistema	0	15	30
Frecuencia de uso	0	20	40
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>50</b>	<b>100</b>

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

## 5.2 Valoración del índice global

### ÍNDICE GLOBAL < 60

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

### ÍNDICE GLOBAL ≥ 60-80

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

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

Aumentar la frecuencia de control microbiológico a periodicidad mensual.

Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas 5, 6 y 7.

### ÍNDICE GLOBAL > 80

Se tomarán medidas correctoras de forma inmediata que incluirán en caso de ser necesaria la parada de la instalación hasta conseguir rebajar el índice. Aumentar la frecuencia de control microbiológico a periodicidad mensual.

Aumentar la frecuencia de limpieza y desinfección de la instalación a periodicidad trimestral hasta rebajar el índice por debajo de 60. Un ejemplo de posibles acciones se recoge en las tablas "Acciones a considerar"

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

## 5.3 Ejemplo de evaluación del riesgo de una instalación

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

Tabla 9. Ejemplo de evaluación de riesgo estructural

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Procedencia del agua	Agua reciclada no tratada.	ALTO
Tipología del lavado Tipo de aerosolización	Box de lavado. El nivel de aerosolización es muy importante.	ALTO
Punto de emisión de aerosoles	La instalación está próxima a elementos a proteger.	ALTO
Condiciones atmosféricas	El efecto de las condiciones atmosféricas no es significativo.	BAJO
Ubicación de la instalación	La instalación se halla en una zona urbana de baja o media densidad de población.	MEDIO

Tabla 10. Ejemplo de evaluación de riesgo de mantenimiento

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml y <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	MEDIO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	ALTO
Estado mecánico de la instalación	Mal estado general de conservación. Corrosión e incrustaciones generalizadas.	ALTO
Estado del sistema de tratamiento del agua	La instalación requiere un tratamiento del agua pero no dispone de él.	ALTO

Tabla 11. Ejemplo de evaluación de riesgo operacional

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	FACTOR
Temperatura media del agua de aporte	18° C.	BAJO
Temperatura media del agua en el sistema	21° C.	MEDIO
Frecuencia de uso	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	ALTO

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

Tabla 12. Índice estructural

Estructural	FACTOR	VALOR
Procedencia del agua	ALTO	20
Tipología del lavado: Tipo de aerosolización	ALTO	28
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	22
Condiciones atmosféricas	BAJO	0
Ubicación de la instalación	MEDIO	9
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>		<b>79</b>

Tabla 13. Índice de mantenimiento

Mantenimiento	FACTOR	VALOR
Contaminación microbiológica	MEDIO	14
Estado higiénico de la instalación	ALTO	28
Estado mecánico de la instalación	ALTO	22
Estado del sistema de tratamiento del agua	ALTO	22
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>		<b>86</b>

Tabla 14. Índice operacional

Operación	FACTOR	VALOR
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	0
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	15
Frecuencia de uso	ALTO	40
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>		<b>55</b>

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

<b>ÍNDICE GLOBAL = 0,3*79,0 + 0,6*86,0 + 0,1*55,0</b>	<b>80,8</b>
---	-------------

A la vista de este valor se deben considerar acciones correctoras para disminuir el Índice por debajo de 60. Asimismo, tal como se expuso anteriormente el Índice de mantenimiento considerado por separado debe ser siempre  $\leq 50$ . En este caso el Índice es 86 por lo que sería necesario actuar en este apartado.

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

Las acciones correctoras deberían estar encaminadas a reducir preferentemente el número de factores "ALTO" así como a potenciar el mantenimiento de la instalación y podrían ser, por ejemplo, las siguientes.

Tabla 15. Factor de riesgo estructural con acción correctora

FACTORES DE RIESGO ESTRUCTURAL	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Procedencia del agua	Agua reciclada no tratada.	Se instala un tratamiento en el agua reciclada consistente en un sistema de filtración y una desinfección en continuo.	MEDIO
Punto de emisión de aerosoles	La instalación está próxima a elementos a proteger.	Se instala una barrera de protección.	BAJO

Tabla 16. Factor de riesgo de mantenimiento con acción correctora

FACTORES DE RIESGO MANTENIMIENTO	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	FACTOR (con acción correctora)
Contaminación microbiológica	En los controles analíticos aparece: - Aerobios totales > 100000 Ufc/ml y <i>Legionella sp</i> < 1000 Ufc/L.	Como consecuencia del resto de acciones correctoras este valor disminuye < 100000 Ufc/ml en aerobios total así como < 100 Ufc/L. para <i>Legionella sp</i> .	BAJO
Estado higiénico de la instalación	La instalación presenta biocapa y suciedad visible generalizada.	Se realiza una limpieza y desinfección de choque de la instalación y se aumenta la frecuencia de limpieza.	BAJO
Estado mecánico de la instalación	Mal estado general de conservación. Corrosión e incrustaciones generalizadas.	Se sustituyen los elementos con corrosión y se eliminan las incrustaciones.	BAJO
Estado del sistema de tratamiento del agua	La instalación requiere un tratamiento del agua pero no dispone de él.	Se instala un tratamiento en el agua reciclada consistente en un sistema de filtración y una desinfección en continuo.	BAJO

Tabla 17. Factor de riesgo operacional con acción correctora

FACTORES DE RIESGO OPERACIÓN	SITUACIÓN ACTUAL	ACCIÓN CORRECTORA	
Frecuencia de uso	El sistema se usa esporádicamente, con una frecuencia superior a una semana.	Se aumenta la frecuencia de uso. El sistema se usa como mínimo semanalmente.	MEDIO

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

Tabla 18. Índice de riesgo estructural corregido

Estructural	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Procedencia del agua	ALTO	MEDIO	20	10
Tipología del lavado: Tipo de aerosolización	ALTO	ALTO	28	28
Punto de emisión de aerosoles	ALTO	BAJO	22	0
Condiciones atmosféricas	BAJO	BAJO	0	0
Ubicación de la instalación	MEDIO	MEDIO	9	9
<b>TOTAL: Índice Estructural (IE)</b>			79	47

Tabla 19. Índice de riesgo de mantenimiento corregido

Mantenimiento	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Contaminación microbiológica	MEDIO	BAJO	14	0
Estado higiénico de la instalación	ALTO	BAJO	28	0
Estado mecánico de la instalación	ALTO	BAJO	22	0
Estado del sistema de tratamiento del agua	ALTO	BAJO	22	0
<b>TOTAL: Índice Mantenimiento (IM)</b>			86	0

Tabla 20. Índice de riesgo operacional corregido

Operación	FACTOR		VALOR	
	Anterior	Con acciones correctoras	Anterior	Con acciones correctoras
Temperatura media del agua de aporte	BAJO	BAJO	0	0
Temperatura media del agua en el sistema	MEDIO	MEDIO	15	15
Frecuencia de uso	ALTO	MEDIO	40	20
<b>TOTAL: Índice Operación (IO)</b>			55	35

<b>ÍNDICE GLOBAL = <math>0,3 \cdot 47 + 0,6 \cdot 0 + 0,1 \cdot 35</math></b>	<b>17,6</b>
---	-------------

Con la aplicación pues de las medidas correctora indicadas se ha conseguido reducir el Índice global por debajo del valor 60 y el Índice de mantenimiento se ha disminuido hasta un valor de 0, lo cual implica un riesgo bajo en todos los factores.

Aunque la disminución del índice estructural no ha sido tan drástica (79 a 47) controlando el factor de mantenimiento y reduciendo el factor operacional se reduce el índice global de una forma considerable.



## ANEXO 1: REGISTROS

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

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

### I - OPERACIONES DE REVISIÓN

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

### II – OPERACIONES DE LIMPIEZA

FECHA		
Tipo de operación		Limpieza de las boquillas
		Limpieza de otros elementos

### III - OPERACIONES DE DESINFECCIÓN

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

### IV - OPERACIONES DE MANTENIMIENTO

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

### V - RESULTADOS ANALÍTICOS

CONTROL	FECHA	RESULTADO	ACCIÓN REALIZADA
Determinación de aerobios totales		< 100000 Ufc/ml	No se precisa
		> 100000 Ufc/ml	.....
Determinación de <i>Legionella</i>		Ausencia	No se precisa
		Presencia < 1000 Ufc/L	.....
		Presencia > 1000 Ufc/L	.....
Otros controles analíticos			.....