

Resumen

El control de la legionelosis es importante en nuestro país, ya que todavía suelen producirse episodios cíclicos de esta enfermedad en la población. La vía de acceso de la *Legionella* es aérea, por lo que las fuentes ornamentales y sus procesos asociados de aerosolización son instalaciones con riesgo según la legislación (RD 865/2003 y Decreto 282/2002 de la Junta de Andalucía). Este trabajo presenta la experiencia sobre el control y seguimiento periódico del agua de las fuentes ornamentales de la ciudad de Córdoba, e incluso de la propia agua de abastecimiento urbano, desde 2005 hasta ahora. Gracias al programa de mantenimiento y limpieza, nunca se han detectado incidencias al respecto.

Palabras clave:

Agua potable, agua lúdica, *Legionella pneumophila*, legionelosis, aerobios a 22 °C, fuente ornamental.

Abstract

Legionella's control in ornamental fountains and tap water of Córdoba

The control of the legionelosis has received special importance in Spain in the last years based on the periodically experienced episodes of the disease. Because of the preferred route of access of *Legionella* to the human organism is the aerial one, the ornamental fountains and their associated processes of aerosols emission are one of the types of facilities with potential risk gathered in both the Spanish and the Andalusian normative (RD 865/2003 and Decree 282/2002). This work presents the experience carried out in Córdoba, exposing the control and periodic pursuit of the water of the ornamental fountains of the city, and even of the own tap water of the supplying, from 2005 to date. To emphasize, that with the measures of maintenance and cleaning carried out, at no moment incidences have been detected on the matter.

Keywords:

Drinking water, ludic water, *Legionella pneumophila*, legionelosis, microorganisms at 22 °C, ornamental fountain.

Control de *Legionella* en el agua de las fuentes ornamentales y de la red de consumo de Córdoba

Por: **Rafael Marín Galvín**

Empresa Municipal de Aguas de Córdoba, S.A. (Emacsa)

Control de Calidad, Calidad y Medio Ambiente
C/ De los Plateros, 1
14006 Córdoba
Tel.: 957 222 527
E-mail: rmargal@emacsa.es
www.emacsa.es

1. Introducción

Bajo la denominación común de *Legionella* se encuadran varias afecciones respiratorias humanas graves, provocadas por bacterias del género *Legionellae*. Se trata de bacilos neomorfos, gram-negativos, no esporulados, aerobios obligados, móviles por flagelos (polares o laterales), no fermentadores de la lactosa y que requieren de L-cisteína para su crecimiento óptimo (Figura 1). Estas bacterias se hallan muy difundidas en el suelo y, especialmente, en las aguas, tanto naturales libres como aguas empleadas en aparatos de aire acondicionado, torres de refrigeración, fuentes ornamentales y otros usos. Desde aquí pueden infectar al ser humano, en el que se alojan fundamentalmente en pulmones, líquido pleural y sangre. Una característica común a estas bacterias y que las dota de un notable poder patogénico es su elevada resistencia a la desinfección con cloro y al calentamiento del agua, incluso a temperaturas del orden de 50 °C.

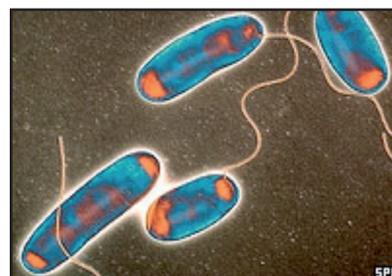


Figura 1. Micrografía de bacterias de *Legionella pneumophila*. Fuente: news.bbc.co.uk/2/hi/science/nature/3677756.stm.

Legionella sobrevive en los sedimentos de los cauces hídricos, siendo ingerida por los trofozoítos de algunas amebas del tipo de *Acanthameba*, *Hartmanella* y *Negleria*, lo cual favorece su permanencia y su desarrollo en los medios acuáticos naturales. Si bien existen hasta 42 especies del género, la más importante es *Legionella pneumophila*, que presenta en su constitución una alta tasa de ácidos grasos de cadena ramificada. De *Legionella pneumophila* se conocen seis serotipos antígenicos, de los que el serotipo 1 parece ser el más común y el que

provoca la enfermedad de la legionelosis propiamente dicha, cuyo período de incubación es de 3 a 6 días, y que a su vez puede actuar bajo diferentes formas clínicas:

- Enfermedad de los legionarios: síndrome caracterizado por afección respiratoria, malestar y cefaleas violentas, acompañado de tos seca, dolores torácicos y abdominales, y trastornos gastrointestinales. El período de incubación de la enfermedad varía de 2 a 10 días. Dichos trastornos presentaron mortalidades muy elevadas, del orden del 25%, sobre todo en ancianos, enfermos sometidos a tratamientos inmunodepresores, y fumadores.
- Pulmonía de Broad Street (Michigan, Estados Unidos).
- Fiebre de Pontiac: con síntomas gripales, fiebre, cefalea, pero sin pulmonías ni incidencias de mortalidad. La bacteria causante de la enfermedad se aisló de los sistemas de aire acondicionado.
- Epidemia del Hospital St. Elizabeth (Washington, Estados Unidos), cuya cepa bacteriana origen también se aisló en el agua de condensación de los acondicionadores de aire.

2. Vía infectiva y legislación

La ruta infectiva más importante de *Legionella* para el ser humano es la inhalación de aerosoles que la contengan, no habiéndose comprobado hasta la fecha la transmisión persona-persona. En este sentido, tampoco existe apenas peligro de contraer legionelosis por el consumo directo de aguas con presencia moderada de la bacteria.

Siguiendo con lo dicho más arriba y especialmente de forma estacional (primavera, verano, con aguas de más de 25 °C de temperatura), se han detectado a lo largo de los últimos 10-12 años en España de forma recurrente numerosos casos de legionelosis que han provocado algunas muertes entre, fundamentalmente, poblaciones de riesgo tales como

ancianos, personas inmunodeficientes, enfermos por tabaquismo y alcoholismo, diabetes, enfermos por procesos cancerosos y personas que han sufrido trasplantes de órganos. En estos episodios se ha demostrado una clara relación entre la enfermedad y la aparición de *Legionella* en conducciones e instalaciones de agua (sobre todo caliente y, por tanto, exentas de desinfectante residual) asociadas a torres de refrigeración de hoteles, gimnasios y residencias comunitarias, en las que el biofilm interior de estas conducciones parece ser un medio capaz de albergar colonias viables de la bacteria.

Estos episodios se dieron, y están dando, en diferentes puntos del país, tanto en la zona levantina, Murcia, Cataluña, así como en otras localidades del interior de la Península (Andalucía, Madrid), lo cual dio lugar a que se elaborara y publicara el Real Decreto 909/2001 de 27 de julio de 2001 del Ministerio de Sanidad y Consumo, modificado después por el Real Decreto 865/2003, donde se establecieron criterios higiénico-sanitarios para prevención y control de legionelosis en España.

En este sentido, y como prueba de la atención prestada al tema, en la mayoría de las comunidades autónomas se han ido publicando diferentes normativas autonómicas relacionadas con el control y prevención de la legionelosis, algunas anteriores a la existencia de normas nacionales. Así, pueden destacarse las siguientes normas por orden de antigüedad:

- Valencia, Orden de 7-5-1986 de la Consejería de Sanidad y Consumo, Decreto 173/2000 de 5 de diciembre del Gobierno Valenciano, Orden Conjunta de 22 de febrero de 2001, de las Consejerías de Medio Ambiente y Sanidad, y Decreto 201/2002 de 10 de diciembre del Consell de la Generalitat Valenciana.
- Madrid, Orden 1187/1998 de 11 de junio, de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid.

- Galicia, Decreto 9/2001 de 11 de enero.
- Extremadura, Orden de 11 de junio de 2001, de la Junta de Extremadura.
- Castilla-La Mancha, Orden de 18-9-2001.
- Navarra, Decreto Foral 298/2001 de 15 de octubre y Decreto Foral 54/2006 de 31 de julio.
- Asturias, Decreto 90/2002 de 4 de julio.
- Cantabria, Decreto 122/2002 de 10 de octubre.
- Andalucía, Decreto 287/2002 de 26 de noviembre (BOJA nº 144 de 7-12-2002).
- Cataluña, Decreto 352/2004 de 27 de julio.
- Aragón, Decreto 136/2005 de 5 de julio, del Gobierno de Aragón.

En todas estas normativas se establecen similares criterios para el control y prevención de legionelosis en las instalaciones que pudieran ser objeto de esta problemática. Se suelen fijar niveles determinados de cloro residual, procedimientos y frecuencias de limpiezas, así como forma de llevar a cabo aquéllas en las instalaciones afectadas. Prueba también de la importancia prestada a la presencia de esta bacteria en las aguas es la inclusión de la determinación rutinaria de *Legionella* en el Real Decreto sobre Reutilización de aguas depuradas de nuestro país (RD 1620/2007 de 7 de diciembre).

Como forma de ayuda al gestor de instalaciones potencialmente afectadas por *Legionella*, el Ministerio de Sanidad publicó en su momento la *Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones objeto del ámbito de aplicación del real decreto 865/2003*, donde se recogía la forma de evaluar los riesgos inherentes a una serie de amplia de instalaciones susceptibles de experimentar la problemática anterior: agua fría de consumo humano; sistemas de agua caliente sanitaria; torres de refrigeración y condensadores evaporativos; centrales humidificadoras industriales; sistemas de agua clima-

tizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire; equipos de enfriamiento evaporativo; humectadores; fuentes ornamentales; riego por aspersión en el medio urbano; sistemas de agua contra incendios; instalaciones de lavado de vehículos; y otras instalaciones que acumulen agua y puedan producir aerosoles.

Con respecto a las aguas de consumo españolas, reguladas por el suficientemente conocido RD 140/2003, no es obligatorio el seguimiento periódico de *Legionella*. En el caso del abastecimiento a Córdoba, el gestor del mismo (Emacsa) tiene competencia tanto sobre el agua de consumo como sobre las fuentes ornamentales de la ciudad. Esto supuso que en su momento la Autoridad Sanitaria exigiera medidas acerca de la aplicación de las normativas nacional y autonómica sobre prevención y control de legionelosis para aguas de fuentes ornamentales.

Se trata ahora de comentar cómo se abordó esta situación en la práctica en nuestro abastecimiento, mediante medidas consensuadas entre la Autoridad Sanitaria provincial y Emacsa, lo que se ha traducido, entre otras actuaciones, en el segui-

miento mensual de *Legionella* tanto en el agua de las principales fuentes ornamentales de la ciudad como en la propia agua de la red de consumo público distribuida a la población.

3. Evaluación del riesgo de legionelosis en fuentes ornamentales

3.1. Generalidades sobre evaluación del riesgo en la Guía Técnica del Ministerio de Sanidad

Como introducción al tema indíquese que la Guía Técnica establece dos tipos de fuentes ornamentales en función de su sistema de recirculación de agua: fuentes con bomba sumergible; y fuentes con circuito de recirculación (**Figura 2**). También se indica en la guía la necesidad de elaborar un programa de mantenimiento de la instalación, estableciendo asimismo una periodicidad en las revisiones de los elementos que componen una fuente ornamental, fijando frecuencias mensuales para filtros de agua (prefiltro de la bomba) y equipos de desinfección del agua, trimestrales para el propio vaso de la fuente, y semestrales para las boquillas difusoras, bombas de impulsión y filtros de recirculación del agua.

Con respecto a la cuestión de la comprobación de la calidad del agua recirculada en las fuentes, la guía establece el protocolo para las toma de muestras, así como los parámetros de control aplicables que en principio serán recuento total de aerobios (a la temperatura más próxima a la del rango real de temperaturas del agua de la fuente y según la norma ISO 6222) y de *Legionella* (según la norma ISO 11731), debiendo ejecutarse las analíticas correspondientes por laboratorios bien acreditados por la norma UNE-EN ISO 17025 o bien certificados, en este segundo caso por la norma UNE-EN ISO 9001.

En este sentido, y como introducción al tema que se desarrolla más extensamente a continuación, en función de los resultados analíticos obtenidos se plantean acciones correctoras al efecto. Así, para conteos de *Legionella* inferiores a 100 colonias/l (**Figura 3**) no hay establecidas acciones correctoras, para niveles entre 100 y 1.000 colonias/l debe procederse a revisar el programa de mantenimiento establecido, para niveles de 1.000 a 10.000 colonias/l se llevará a cabo la limpieza y desinfección de choque, además de revisar el programa de mantenimiento establecido, y para

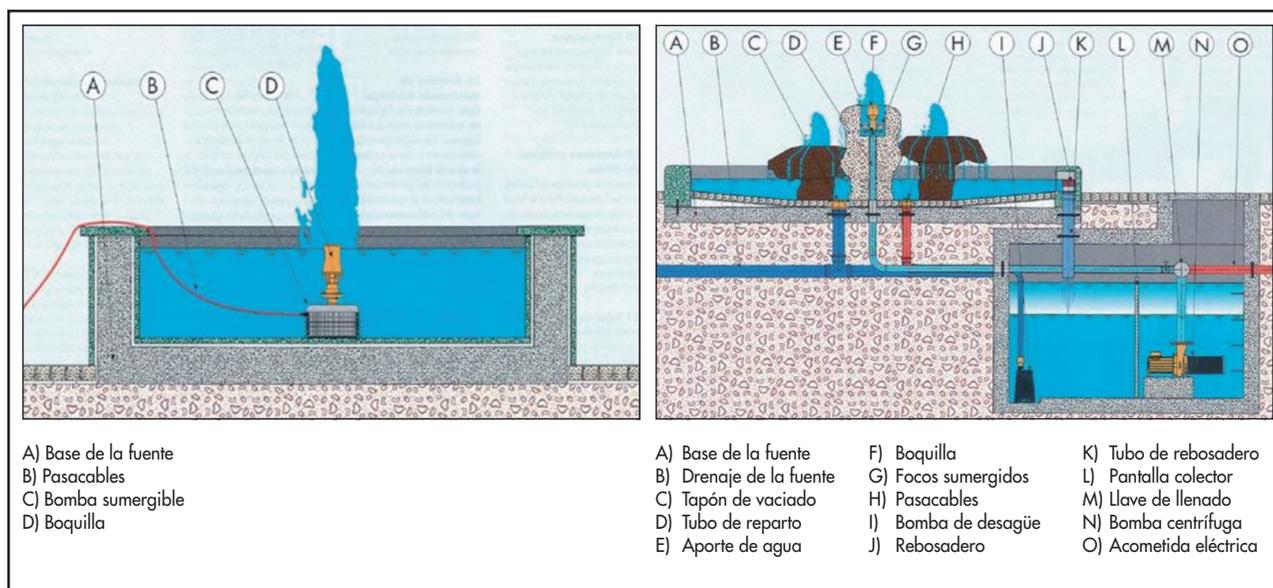


Figura 2. Izquierda, fuente con bomba sumergida; derecha, fuente con circuito de recirculación. Fuente: Guía Técnica del Ministerio Sanidad.

ARTÍCULOS TÉCNICOS

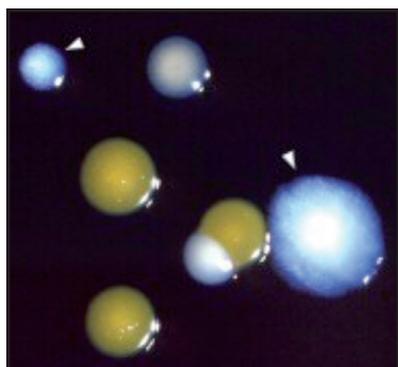


Figura 3. Colonias de *Legionella* (denotadas por las flechas) en medio agar-extracto de levadura (BCYE). Fuente: commons.wikimedia.org/wiki/File:LegionellaPneumophila.

niveles superiores a 10.000 colonias/l debe pararse la fuente, limpiarse y proceder a desinfección en caso de brote, y volver a comprobar el resultado tras 15 días de funcionamiento. Para los resultados de aerobios totales con niveles inferiores a 100.000 colonias/ml no hay que tomar acciones correctoras, mientras que superando este nivel habría que llevar a cabo limpieza y desinfección

de choque, así como revisar el programa de mantenimiento elaborado por el gestor de las fuentes, y finalmente, comprobar nuevamente el resultado tras ejecutar las acciones anteriores.

La evaluación concreta del riesgo asociado a cada instalación de una fuente ornamental se fundamenta en tres tipos de factores de riesgo:

- Factores estructurales, relacionados con las características de la instalación (**Tabla 1**).
- Factores de mantenimiento, relacionados con el tratamiento y mantenimiento llevados a cabo (**Tabla 2**).
- Factores de operación, relacionados con el funcionamiento habitual de la instalación (**Tabla 3**).

Cada tabla recoge los criterios para establecer un factor de riesgo ‘bajo, medio o alto’, así como acciones correctoras para rebajar el riesgo evaluado. Finalmente, la valoración global de estos factores da lugar a un índice global, presentado

en la **Tabla 4**, que facilita la decisión sobre la necesidad de tomar medidas correctoras a fin de minimizar el riesgo asociado a cada instalación. Con respecto a esto, en función del valor concreto del índice global para cada caso se explicitan tres apartados:

- Índice global <60. No existe la necesidad de tomar medidas correctoras especiales, siendo válido el programa de mantenimiento previamente establecido.
- Índice global ≥ 60 a <80. Habrá que tomar medidas para rebajar el índice por debajo de 60, incrementando la frecuencia de la revisión de la instalación a trimestral en todo caso.
- Índice global ≥ 80 . Habrá que tomar medidas inmediatas, que podrían incluir la parada de la fuente, aumentando la frecuencia de limpieza y desinfección a periodicidad trimestral, todo ello enfocado a rebajar el valor del Índice de 60.

Tabla 1

Valor del factor	Bajo	Medio		Alto	
	Factor	Factor	Acciones a considerar	Factor	Acciones a considerar
Procedencia del agua	Red distribución	Captación propia tratada	Controlar frecuencia apartado 4.3.2. Guía Técnica Revisión correcto funcionamiento equipos	Captación propia no tratada	Controlar frecuencia indicada contaminación microbiológica Si es necesario introducir equipos tratamiento
Materiales: - Composición - Rugosidad - Corrosividad	Materiales metálicos y plásticos resistentes al agua y biocidas	Hormigón, materiales metálicos y plásticos no resistentes al agua y biocidas	Sustitución materiales o poner revestimiento Adición inhibidores corrosión	Cuero, madera, celulosa. Otros materiales que favorezcan crecimiento bacteriano	Sustitución materiales Si es necesario introducir equipos tratamiento
Tipo aerosolización	Bajo nivel aerosolización	Gotas grandes que caen por gravedad	Sustituir sistema	Gotas finas transportadas por aire	Sustituir sistema
Punto emisión aerosoles	Instalación aislada de elementos a proteger o de tránsito personas	Hay elementos a proteger pero alejados punto emisión	Instalar barrera separación	Cercanía elementos a proteger o tránsito personas	Aumentar distancia. Instalar barrera separación
Condiciones atmosféricas: - Vientos - Humedad relativa - Temperatura ambiental	Efecto no significativo	Vientos dominantes envían aerosol a zonas baja-media densidad población	Cuando renovación fuente, tener en cuenta condiciones atmosféricas	Vientos dominantes envían aerosol a zonas alta densidad población o a elementos a proteger	Cuando renovación fuente, tener en cuenta condiciones atmosféricas
Ubicación instalación	Alejada zonas habitadas	Zona urbana con baja-media densidad población	Cuando renovación fuente, tener en cuenta ubicación	Zona urbana con alta densidad población o cercanía elementos a proteger	Cuando renovación fuente, tener en cuenta ubicación

Tabla 1. Evaluación del riesgo estructural de la instalación.

ARTÍCULOS TÉCNICOS

Tabla 2					
Valor del factor	Bajo	Medio		Alto	
	Factor	Factor	Acciones a considerar	Factor	Acciones a considerar
Parámetros fisicoquímicos: - Nivel biocida	Nivel biocida controlado de forma automática o frecuencia semanal	Se adiciona biocida y control de frecuencia mensual	Aumentar frecuencia control biocida	No adición biocida o control de frecuencia menos que mensual	Adicionar biocida. Aumentar frecuencia control biocida
Contaminación microbiológica	Controles con: Aerobios 22 °C <100.000 UFC/ml y <i>Legionella</i> <1.000 UFC/l	Controles con: Aerobios 22 °C >100.000 UFC/ml o <i>Legionella</i> ≥1.000 UFC/l <10.000UFC/l	Según apartado 4.3.5. Guía Técnica Valoración resultados	Controles con: <i>Legionella</i> >10.000 UFC/l	Según apartado 4.3.5. Guía Técnica Valoración resultados
Estado higiénico instalación	Instalación sin lodos, biocapa, turbidez	Instalación con lodos, biocapa y suciedad no generalizada	Realizar limpieza instalación	Instalación con lodos, biocapa y suciedad generalizada	Realizar limpieza instalación y desinfección preventiva
Estado mecánico instalación	Buen estado conservación No corrosión ni incrustaciones	Corrosión parcial de algunos elementos o incrustaciones parciales	Sustituir o tratar elementos afectados Verificación sistema tratamiento	Mal estado general de conservación Corrosión o incrustaciones generalizadas	Sustituir o tratar elementos afectados Verificación sistema tratamiento Añadir inhibidores corrosión
Estado sistema tratamiento y desinfección	Instalación con sistema tratamiento y desinfección adecuado y de funcionamiento correcto	Instalación con sistema tratamiento y desinfección adecuado pero de funcionamiento no correcto	Revisar, reparar o sustituir sistema actual tratamiento	Instalación sin sistema tratamiento y desinfección	Instalar sistema tratamiento y desinfección adecuado

Tabla 2. Evaluación del riesgo del mantenimiento de la instalación.

Tabla 3					
Valor del factor	Bajo	Medio		Alto	
	Factor	Factor	Acciones a considerar	Factor	Acciones a considerar
Temperatura media agua aporte	Inferior a 20 °C	Entre 20 y 30 °C	Mejorar medidas aislamiento tuberías	Superior a 30 °C	Mejorar medidas aislamiento tuberías
Temperatura media agua en el sistema	Inferior a 2°C	Entre 20 y 30 °C	Aumentar frecuencia renovación agua aporte	Superior a 30 °C	Aumentar frecuencia renovación agua aporte
Frecuencia renovación agua	Renovación constante agua Renovación total volumen fuente como mínimo cada 15 días	Renovación parcial pero constante agua Renovación total volumen fuente como mínimo cada mes	Aumentar frecuencia renovación agua aporte	No renovación significativa agua Renovación total volumen fuente frecuencia superior a un mes	Aumentar frecuencia renovación agua aporte
Sistema filtración	Filtro con lavado automático o manual con frecuencia semanal	Filtro con lavado manual con frecuencia mensual	Aumentar frecuencia lavado filtro Automatizar lavado filtro	Filtro con lavado manual con frecuencia superior a mensual No existe filtro	Aumentar frecuencia lavado filtro Automatizar lavado filtro Instalar filtro si es posible

Tabla 3. Evaluación del riesgo de operación de la instalación.

Con esta minuciosa sistemática es posible llevar a cabo una evaluación muy objetiva del riesgo asociado en cada fuente ornamental desde el punto de vista de la prevención y control de la legionelosis, así como para establecer y ejecutar las medidas correctoras idóneas para reducir este riesgo al máximo.

3.2. Aplicación al caso de las fuentes ornamentales de Córdoba

En la ciudad de Córdoba se tienen datadas casi 700 fuentes, entre fuentes ornamentales y fuentes bebederos. Dado que las fuentes bebederos no se encuentran incluidas en la normativa para prevención y control de

legionelosis, constituyendo incluso puntos para el control de calidad periódico del agua de la red de distribución del abastecimiento, la Autoridad Sanitaria sí requirió en una primera fase que se procediese a la implantación de sistemas en continuo de cloración en todas aquellas fuentes ornamentales de la ciudad

Tabla 4			
Factores de riesgo estructural	Bajo	Medio	Alto
Procedencia del agua	0	9	18
Materiales	0	4	8
Tipo de aerosolización	0	13	26
Puntos de emisión de aerosoles	0	10	20
Condiciones atmosféricas	0	5	10
Ubicación de la instalación	0	9	18
TOTAL	0	50	100
TOTAL x 0,3			
Factores de riesgo de mantenimiento	Bajo	Medio	Alto
Parámetros F-Q (nivel biocida)	0	9	18
Contaminación microbiológica	0	12	24
Estado higiénico de la instalación	0	12	24
Estado mecánico de la instalación	0	8	16
Estado del sistema del tratamiento y desinfección	0	9	18
TOTAL	0	50	100
TOTAL x 0,6			
Factores de riesgo de operación	Bajo	Medio	Alto
Temperatura media del agua de aporte	0	7	14
Temperatura media del agua en el sistema	0	13	26
Frecuencia de renovación	0	25	50
Sistema de filtración	0	5	10
TOTAL	0	50	100
TOTAL x 0,1			
<i>El factor de riesgo total es la suma de los tres anteriores multiplicados por su ponderación</i>			

Tabla 4. Índice global del riesgo de la instalación.

con sistema de recirculación de aguas, y no destinadas en ningún caso a bebida. Se trataba de conseguir un nivel de cloro residual libre comprendido entre 1,5 y 3,0 mg/l en consonancia con el Decreto 287/2002 de la Junta de Andalucía, y el Real Decreto 865/2003.

También en esta primera fase se establecieron, por parte de Emacsa, controles semanales periódicos de cloro libre en aquellas fuentes ornamentales que disponían de circuitos de recirculación de agua, que poseían sistemas de cloración y que se juzgaron como más concurridas por la población y sujetas por tanto a un potencial riesgo por emisión de aerosoles más elevado.

Posteriormente en una segunda fase, y de común acuerdo con la Autoridad Sanitaria Provincial, Emacsa

llevó a cabo una evaluación del riesgo de todas las fuentes ornamentales que estaban afectadas por el Decreto 287/2002, aplicando el 'Apartado 5. Evaluación del Riesgo de la Instalación, del Capítulo 9. Fuentes Ornamentales' de la Guía del Ministerio de Sanidad antes referida. Este proceso se aplicó a un total de 88 fuentes ornamentales, considerando además las siguientes consideraciones concretas para esta situación:

– Tipo de aerosolización:

- Nivel nulo o bajo: boquillas sin entrada de aire, que no son difusoras ni pulverizan, o en que la caída de agua no es superior a 1 m.
- Nivel medio: boquillas que emiten gotas grandes que caen por gravedad, o en que la caída de agua oscila entre 1 y 3 m.

- Nivel alto: Boquillas que pulverizan y emiten gotas finas de agua que son aerotransportadas, o en que la caída de agua supera los 3 m.

- Procedencia del agua: todas las fuentes reciben agua de red, por lo cual el riesgo se calificó de bajo, excepto en el caso de las fuentes del Alcázar de los Reyes Cristianos, que reciben agua de un veneno, cuyo riesgo se calificó de alto.
- Materiales: se aplicó lo recogido en la guía sobre el tema.
- Punto de emisión de aerosoles: el riesgo bajo supone que la instalación esté aislada de zonas de tránsito de personas o de elementos a proteger, el medio que existen elementos a proteger próximos, y el alto que hay proximidad a tránsito de personas o elementos a proteger (tomas de aire, ventanas...).
- Condiciones atmosféricas: se aplicó un factor de riesgo alto para todas las fuentes al objeto de considerar la situación más desfavorables.
- Ubicación de la instalación: el factor bajo corresponde a fuentes alejadas de zonas habitadas, el medio a zonas urbanas de baja o media densidad poblacional, y el alto a zonas densamente pobladas o con especial riesgo (hospitales, residencias de tercera edad...).
- Parámetros fisicoquímicos: riesgo bajo en fuentes cloradas y controladas semanalmente, riesgo medio en fuentes cloradas controladas mensualmente, y riesgo alto en fuentes sin cloración debido a su singularidad (recintos con ecosistemas vivos, tipo jardines, peces, y vegetación sensible en general).
- Contaminación microbiológica: riesgo bajo para las fuentes con control semanal y con ausencia histórica de Legionella, y riesgo medio para el resto de fuentes puesto que están cloradas y sometidas a mantenimiento y limpiezas periódicas, y sus niveles de aerobios a 22 °C no sobrepasan los límites máximos establecidos en la guía.

- Estado higiénico de la instalación: al estar todas las fuentes limpias, con ausencia de lodos o biocapas, y sometidas a limpieza periódica se considera un riesgo bajo, con excepción de las fuentes del Alcázar de los Reyes Cristianos, cuya singularidad implica un riesgo alto.
- Estado mecánico de la instalación: existe un valor bajo dado que todas las fuentes están sometidas a exhaustivos y sistemáticos protocolos de mantenimiento.
- Estado del sistema de desinfección y tratamiento del agua: riesgo bajo para todas las fuentes (dotadas de cloración automática), excepto en el caso de las fuentes del Alcázar (alto).
- Temperatura media del agua de aporte: al ser el valor medio anual de temperatura del agua aportada (agua de red) inferior a 20 °C, el factor de riesgo asociado fue bajo.
- Temperatura media del agua del sistema: se aplicó el factor medio ya que el rango medio anual de temperaturas del agua de las fuentes estaba comprendido entre 20 y 30 °C.
- Frecuencia de renovación: riesgo bajo para tasas de renovación inferiores a 15 días, y medio para tasas de renovación inferiores a 1 mes. En el caso de las fuentes del Alcázar de los Reyes Cristianos también se aplicó un riesgo bajo al existir renovación continua (agua natural de venero).
- Sistemas de filtración: riesgo bajo para todos los casos por el mantenimiento y limpieza semanales llevados rutinariamente a cabo.

Aplicando los criterios y valoraciones recogidos citados se obtuvo que la gran mayoría de las fuentes presentaron valores de riesgo inferiores a 60, y sólo tres superaron el valor de 60, dos de éstas correspondientes al sistema del Alcázar de los Reyes Cristianos.

A título de ejemplos, la **Tabla 5** presenta el resultado de la evaluación práctica para una fuente con valor inferior a 60, y la **Figura 4** una

Tabla 5				
Factores de riesgo estructural	Bajo	Medio	Alto	Valor
Procedencia del agua	0	0	0	0
Materiales	0	0	0	0
Tipo de aerosolización	0	13	0	13
Puntos de emisión de aerosoles	0	0	20	20
Condiciones atmosféricas	0	0	0	0
Ubicación de la instalación	0	9	0	9
TOTAL	0	22	20	42
TOTAL x 0,3				12,60
Factores de riesgo de mantenimiento	Bajo	Medio	Alto	Valor
Parámetros F-Q (nivel biocida)	0	0	0	0
Contaminación microbiológica	0	0	0	0
Estado higiénico de la instalación	0	0	0	0
Estado mecánico de la instalación	0	0	0	0
Estado del sistema del tratamiento y desinfección	0	0	0	0
TOTAL	0	0	0	0
TOTAL x 0,6				0,00
Factores de riesgo de operación	Bajo	Medio	Alto	Valor
Temperatura media del agua de aporte	0	0	0	0
Temperatura media del agua en el sistema	0	13	0	13
Frecuencia de renovación	0	0	0	0
Sistema de filtración	0	0	0	0
TOTAL	0	13	0	13
TOTAL x 0,1				1,30
			TOTAL:	13,90

Tabla 5. Índice global de riesgo para la Fuente de Plaza de Las Tendillas.

vista de la misma fuente. Por su parte, la **Tabla 6** recoge el resultado de la evaluación práctica para una fuente con valor superior a 60. Finalmente,



Figura 4. Fuente de Plaza de Las Tendillas (riesgo inferior a 60).

te, la **Figura 5** presenta una vista de esta fuente, así como una vista parcial del sistema de fuentes correspondientes al Alcázar de los Reyes Cristianos. En ambos casos existen ecosistemas vivos (anfibios, peces, plantas...) que, si se implantase la desinfección, desaparecerían de forma inmediata.

Según estos datos, y de acuerdo con la Autoridad Sanitaria Provincial, se dedujo que sólo había que establecer medidas correctoras para rebajar el riesgo en el caso de la fuente de Subdelegación del Gobierno, que al regular la altura de su chorro hasta 1 m, desde los más de 3 m iniciales, también reducía su factor de riesgo a menos de 60, primando de esta forma el factor de seguridad sobre el factor estético.

Tabla 6				
Factores de riesgo estructural	Bajo	Medio	Alto	Valor
Procedencia del agua	0	0	0	0
Materiales	0	4	0	4
Tipo de aerosolización	0	4	26	26
Puntos de emisión de aerosoles	0	0	20	20
Condiciones atmosféricas	0	0	10	10
Ubicación de la instalación	0	9	0	9
TOTAL	0	13	56	69
TOTAL x 0,3				20,70
Factores de riesgo de mantenimiento	Bajo	Medio	Alto	Valor
Parámetros F-Q (nivel biocida)	0	0	18	18
Contaminación microbiológica	0	12	0	12
Estado higiénico de la instalación	0	0	24	24
Estado mecánico de la instalación	0	0	0	0
Estado del sistema del tratamiento y desinfección	0	0	18	18
TOTAL	0	12	60	72
TOTAL x 0,6				43,20
Factores de riesgo de operación	Bajo	Medio	Alto	Valor
Temperatura media del agua de aporte	0	0	0	0
Temperatura media del agua en el sistema	0	13	0	13
Frecuencia de renovación	0	0	50	50
Sistema de filtración	0	0	0	0
TOTAL	0	13	50	63
TOTAL x 0,1				6,30
			TOTAL:	70,20

Tabla 6. Índice global de riesgo para la Fuente de Subdelegación del Gobierno.

4. Control integrado de Legionella en el agua de las fuentes ornamentales y de la red de Córdoba

Una vez llevada a cabo la evaluación de riesgos de las fuentes orna-

mentales se ha pasado a aplicar su control práctico, con el objetivo de la prevención de la legionelosis, el cual supone el mantenimiento y limpieza semanal de las 22 fuentes ornamentales con mayor riesgo, en

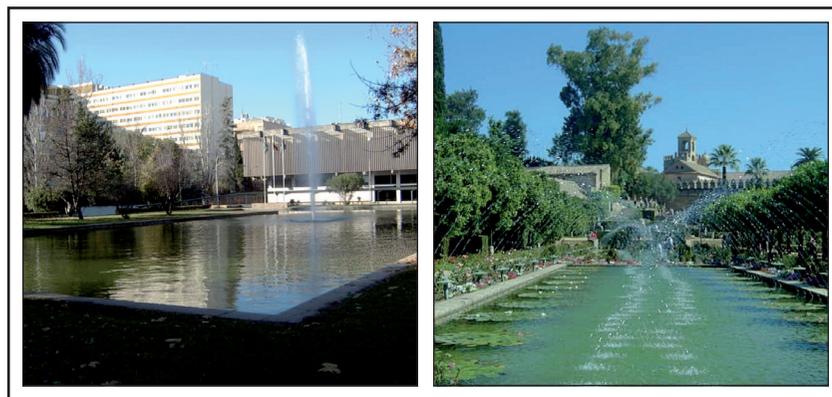


Figura 5. Fuentes con riesgo superior a 60: izquierda, Subdelegación del Gobierno; derecha, Alcázar de los Reyes Cristianos (sistema de fuentes singular).

este caso específicamente derivado del tránsito de personas y posibilidad de emisión de aerosoles.

Para estas 22 fuentes se establecen los siguientes controles analíticos semanales: temperatura del agua del vaso, cloro residual libre, aerobios a 22 °C y coliformes totales. Así mismo, Emacsa ha fijado los siguientes valores límite de estos parámetros, hecho que implican la asunción inmediata de actuaciones de limpieza y supercloración de emergencia:

- Temperatura: sin valor límite.
- Cloro residual libre: mínimo de 1,5 mg/l y máximo de 3,0 mg/l.
- Aerobios a 22 °C: 1.000 Ufc/ml, valor muy inferior al establecido en la normativa, que es cien veces más alto.
- Coliformes totales: 50 Ufc/100 ml, no estando este parámetro recogido en la normativa.

De forma paralela, ya desde 2005 se tiene establecido mensualmente un muestreo que comprende la toma de muestras de agua del vaso de dos fuentes al mes, de forma rotatoria, así como de dos puntos de agua de la red de distribución de la ciudad a las que se les investiga *Legionella*.

El análisis de esta bacteria se lleva a cabo por el laboratorio acreditado Labaqua y se determinan mediante cultivo *Legionella sp.* y *Legionella pneumophila*. En situaciones de requerimiento específico por parte de la Autoridad Sanitaria, se agilizan las analíticas procediéndose a la determinación de *Legionella* mediante la técnica de la PCR, de resultados mucho más inmediatos que los de la metodología habitual del cultivo (unos dos días frente a los ocho del cultivo).

En todo caso, se disponen de un total de 24 analíticas al año de agua de fuentes, y de otras 24 analíticas al año de aguas de la red de distribución de agua de consumo de la ciudad, cuyos resultados han sido tradicionalmente negativos.

Una vez concluido cada año natural se remite informe de los resultados analíticos de todas las mues-

tras tomadas a la Autoridad Sanitaria. En este sentido, la sistemática del control de *Legionella* (tanto en agua de consumo como en fuentes) se encuentra recogida en los Protocolos de Autocontrol del agua de consumo distribuida por Emacsa, validados por la Autoridad Sanitaria en su momento, siendo este aspecto especialmente destacado como fortaleza del Sistema de Gestión de Calidad y Medio Ambiente en las Auditorías del Sistema a que anualmente se somete Emacsa.

En resumen, el control específico para *Legionella* aplicado tanto en las fuentes ornamentales sujetas a más riesgo de la ciudad de Córdoba, como en la propia red de distribución de aguas de consumo, más exigente que el requerido por el Real Decreto 865/2003 y por el Decreto 287/2002 de la Junta de Andalucía, y que no está contemplado en el RD 140/2003 sobre agua de consumo, garantiza la calidad del agua y la ausencia de problemas derivados de la presencia de la bacteria. Asimismo, debe indicarse como valor añadido que la realización de controles periódicos de *Legionella* dota a este abastecimiento de una seguridad suplementaria muy elevada.

5. Conclusiones

La sistemática recogida en la Guía Técnica publicada por el Ministerio de Sanidad en aplicación del RD 865/2003 sobre control y prevención de la legionelosis se muestra como un instrumento eficaz y útil para evaluar el riesgo asociado a las fuentes ornamentales. Se trata de un documento claro y de objetiva respuesta.

La evaluación de riesgos en el caso concreto de las fuentes ornamentales de la ciudad de Córdoba ha demostrado que con pequeñas actuaciones se puede reducir sensiblemente el potencial riesgo de cualquier fuente a valores inferiores a 60 que se estiman como 'seguros'.

El seguimiento analítico periódico aplicado a las fuentes ornamentales en esta ciudad, que supone la

implantación de analíticas más exigentes que las establecidas en la normativa nacional y andaluza, demuestra que el mantenimiento aplicado en las fuentes es totalmente eficaz.

Los resultados obtenidos en las analíticas de *Legionella* desde el año 2005, tanto en el agua de las fuentes ornamentales (24 muestras/año) como en el agua de la red de distribución (otras 24 muestras/año más), justifican la inocuidad del agua frente a esta bacteria.

El control periódico de *Legionella* ha tenido además el efecto colateral y positivo de haber sido catalogado como un elemento de fortaleza por el ente auditor en el Sistema de Gestión de Calidad y Medio Ambiente de Emacsa.

Finalmente, destáquese que la evaluación del potencial riesgo asociado a la legionelosis, así como la implantación de una sistemática periódica y eficaz, no habría sido posible sin la necesaria colaboración entre Emacsa, como gestor de las fuentes y del propio abastecimiento de aguas de Córdoba, y la Autoridad Sanitaria Provincial.

6. Agradecimientos

A María Teresa Gallego Quevedo y a Ana Rubio García, de la Delegación Provincial de Salud de Córdoba y del Distrito Sanitario de Córdoba, respectivamente.

7. Bibliografía

- [1] RD 865/2003 de 4 de julio de 2003, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.
- [2] Decreto 287/2002 de 26 de noviembre de 2002, que establece medidas para el control y la vigilancia higiénico-sanitarias de instalaciones de riesgo en la transmisión de legionelosis.
- [3] RD 1620/2007 de 7 de diciembre de 2007, que establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.

- [4] Ministerio de Sanidad. 'Guía Técnica para la Prevención y Control de la Legionelosis en instalaciones objeto del ámbito de aplicación del Real Decreto 865/2003'. <http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/guia.htm>.
- [5] Organización Mundial de la Salud (2004). 'Guías de calidad del agua de consumo'. Ed. Who, Ginebra.
- [6] Rheinheimer, G. (1987). 'Microbiología de las aguas'. Ed. Acirbia S.A., Zaragoza.
- [7] Rubio García, A.; De la Cruz, J.M.; Durán Molina, J.A.; Fernández Pérez, M.; Gallego Quevedo, M.T.; Gómez Martínez, A.; Marín Galvín, R. (2009). 'Estrategia de Emacsa y Salud para evitar legionelosis por fuentes ornamentales de Córdoba'. Comunicación presentada al XIII Congreso de la Sociedad Española de Salud Pública y Administración Sanitaria, Sevilla.
- [8] Rubio García, A.; De la Cruz, J.M.; Durán Molina, J.A.; Fernández Pérez, M.; Gallego Quevedo, M.T.; Gómez Martínez, A.; Marín Galvín, R. (2009). 'Ayuntamiento-Salud evalúan el riesgo de diseminación de Legionella por fuentes ornamentales en Córdoba'. Comunicación presentada en la 3ª Jornada de Salud Pública: Buenas prácticas en salud pública e innovaciones en protección de salud. Escuela Andaluza de Salud Pública y Consejería de Salud-Junta de Andalucía, Sevilla.
- [9] Marín Galvín, R. (1995). 'Análisis de aguas y ensayos de tratamiento: principios y aplicaciones'. Ed. GPE, S.A., Barcelona.
- [10] Marín Galvín, R. (2003). 'Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos. Tratamiento y control de calidad de aguas'. Ed. Díaz de Santos, Madrid.