

# Prevención y control de *Legionella pneumophila* (\*)



LUCÍA DE LA FUENTE

Licenciada en Ciencias Biológicas por la Universidad de Valencia.  
Coordinadora de Prevención de Legionella en la Factoría Ford de Valencia.

## SUMARIO

**Con este trabajo se ha pretendido transmitir una idea clara sobre la relevancia de la bacteria *Legionella pneumophila*. En qué consiste, cuál es su cadena epidemiológica y por qué nos preocupa tanto. Saber si nos afecta y qué método es el más adecuado en cada caso son aspectos que se han tenido en cuenta. La reacción de la Administración competente sobre las instalaciones implicadas y qué consecuencias conlleva. La normativa de aplicación, fundamental para establecer pautas de trabajo correctas. Discernir cuáles son los puntos críticos sobre los que debemos incidir para no dispersar nuestros esfuerzos. En definitiva, un compendio sobre la bacteria desde distintos ángulos.**

**Palabras claves:** *Legionella*, «Enfermedad del legionario», torres de refrigeración, condensadores evaporativos.

La *Legionella pneumophila* apareció en el ojo público cuando, en 1976, hubo un brote epidémico en una convención de la Legión Americana. Del total de 4.000 asistentes, se infectaron 240 (6 por ciento). Al final del proceso hubo 221 casos de neumonía y 49 muertes (20 por ciento) como resultado a la exposición de una bacteria desconocida. El agente causante se identificó más tarde, y ahora se conoce como *Legionella pneumophila* y se aisló con su propio género (Fig. 1).

Este no fue el primer brote. Estudios retrospectivos han mostrado una serie de brotes de neumonía, que ahora sabemos que fueron provocados por la bacteria. El brote más temprano que se ha encontrado tuvo lugar en Austin, Minnesota (USA) en 1957, donde 78 personas resultaron infectadas, inclu-

(\*) Este artículo es el resumen del trabajo presentado a la FUNDACIÓN MAPFRE como resultado final de la investigación desarrollada durante el año 2004 a raíz de la beca concedida por la FUNDACIÓN MAPFRE en la convocatoria 2003/2004.

yendo a 46 empleados de una fábrica de empaquetado de carne, que fueron hospitalizados por una enfermedad respiratoria aguda de origen desconocido. Al menos dos de los pacientes murieron a causa de esta enfermedad. Hubo también otro brote importante en 1965 en un hospital psiquiátrico de Washington DC.

Los brotes de legionelosis suelen copar la atención de los medios de comunicación. Sin embargo, esta enfermedad suele actuar como casos aislados, sin estar asociados a ningún brote. Cuando tienen lugar los brotes generalmente coinciden con el verano o principios de otoño, aunque los casos aislados se pueden producir a lo largo de todo el año.

La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental que suele presentar dos formas clínicas diferenciadas: la infección pulmonar o «Enfermedad del legionario», que se caracteriza por neumonía con fiebre alta, y la forma no neumónica conocida como «Fiebre de Pontiac», que se manifiesta como un síndrome febril agudo de pronóstico leve. La infección por *Legionella* puede ser adquirida en dos ámbitos: el comunitario y el hospitalario. En ambos casos, la enfermedad puede estar asociada a varios tipos de instalaciones, equipos o edificios. Pueden presentarse en forma de brotes y casos aislados o esporádicos.

Las especies del género *Legionella* son bacilos Gram negativos (difícil de



**FIGURA 1. Imagen de la bacteria *Legionella*.**



*La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental que suele presentar dos formas clínicas: la infección pulmonar, o «Enfermedad del legionario», y la forma no neumónica conocida como «Fiebre de Pontiac».*

teñir con el método Gram), miden 0,3-0,9 x 2-20  $\mu\text{m}$ , no son esporulados ni capsulados, móvil por uno o más flagelos polares o laterales, aunque ocasionalmente pueden existir cepas inmóviles (excepto *L. oakridgensis*, que es inmóvil). Licúa la gelatina. Es aeróbico estricto, catalasa positivo, oxidasa negativo o débilmente positivo, ureasa y nitritos negativo, no utiliza los azúcares, la mayoría de las cepas hidrolizan el hipurato, requiere L-cisteína y sales de hierro para su crecimiento y no se desarrolla en medios comunes ni en agar-sangre. Son quimiorganotrofos. En su pared celular predominan ácidos grasos de cadenas ramificadas. No utilizan carbohidratos ni por vía oxidativa ni fermentativa. Son patógenos.

Hasta el momento se han descrito 31 especies con 48 serogrupos basados en sus antígenos aglutinantes de superficie. Ninguna especie puede crecer en agar sangre, pero todas crecen en BCYE (Buffered-Charcoal-Yeast-Extract) agar. Desde entonces, 14 serogrupos se han identificado para la *Legionella pneumophila*. Los serogrupos 1, 4 y 6 son los más frecuentemente asociados a enfermedades humanas. Se estima que el 80-90 por ciento de los casos diagnosticados clínicamente se producen por el serogrupo 1; por lo tanto, al serogrupo 1 pertenecen la mayoría de las cepas productoras de la enfermedad del legionario y también las que con mayor frecuencia se aíslan de muestras ambientales (lagos, circuitos de refrigeración, sistemas de distribución de agua en hospitales, hoteles, etc.).

El nicho ecológico natural de *Legionella* son las aguas superficiales, como lagos, ríos, estanques, formando parte de su flora bacteriana, pero no en agua salada, ya que la sal inhibe su crecimiento. Una especie de *Legionella* fue hallada en tierra húmeda arcillosa. A pesar de ello, en el medio natural los niveles de este organismo son muy bajos y es muy improbable que pueda provocar la enfermedad.

En la naturaleza se encuentra comúnmente en bajas concentraciones en reservorios naturales (lagos, ríos y arroyos), y desde estos reservorios naturales las bacterias pueden colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades y, a través de la red de distribución de agua, incorporarse a los sistemas artificiales de agua. Las bacterias se reproducen en gran cantidad en aguas calientes estancadas, como las que se encuentran en ciertos sistemas de tuberías y tanques de agua caliente, torres de enfriamiento y condensadores evaporativos de grandes sistemas de aire acondicionado, así como bañeras de hidromasaje. Se han identificado casos de legionelosis por diferentes países en los cinco continentes.

Para la detección de la bacteria, las condiciones óptimas de cultivo de la bacteria son a una temperatura de 36 °C, pH 6, 8-7,0, tensión de  $\text{CO}_2$  2,5 por ciento, no crece ni a 25 ni a 42 °C. Tras 5-7 días de incubación se pueden observar colonias convexas, circulares y de color grisáceo o azul pálido, con aspecto de vidrio tallado. No poseen autofluorescencia, aunque sí fluorescencia amarillo-verdosa.

Los equipos de riesgo en los que se suelen multiplicar son las torres de refrigeración, los condensadores evaporativos, los sistemas de distribución de agua potable caliente e incluso el agua destilada producida localmente pueden ser un entorno ideal para el crecimiento de *Legionella pneumophila*. Este crecimiento aumenta la concentración de *Legionella pneumophila* provocando un aumento en el riesgo de contraer la «Enfermedad del legionario».

La multiplicación de la bacteria es función de la temperatura del agua, de su estancamiento y de la presencia de otros contaminantes, incluyendo la suciedad en el interior de las instalaciones. Existen tres factores importantes necesarios para el crecimiento de *Legionella* en sistemas artificiales:

### NUTRICIÓN

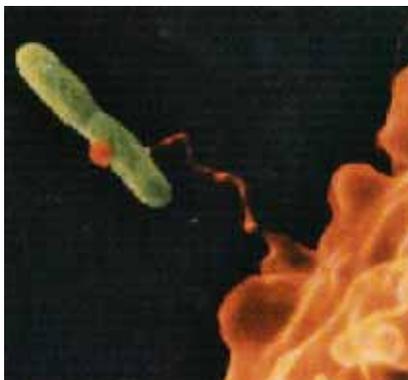
– Fuente de aminoácidos. La *Legionella* requiere una fuente de aminoácidos para poder multiplicarse. Los aminoácidos se obtienen a partir de microorganismos hallados en biocapas, sedimentos, fangos y materia orgánica.

– Fuente de hierro. El hierro puede estar en la Naturaleza y entrar en los sistemas a través del suministro de agua o puede derramarse fuera del sistema o ser introducido durante el proceso.

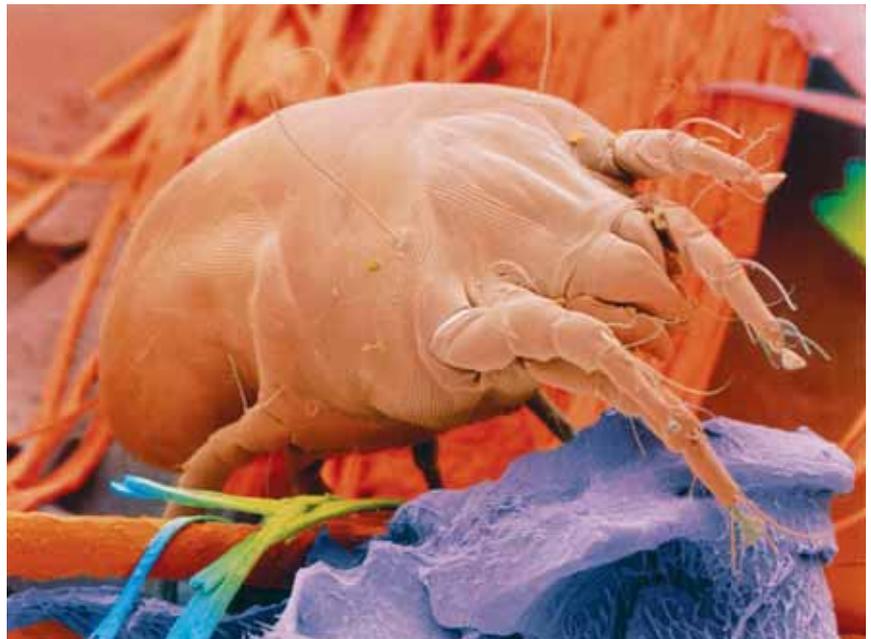
### PROTECCIÓN DE LOS BIOCIDAS

– Biocapas, sedimentos, fangos y materia orgánica pueden prevenir a los biocidas de contraer la bacteria.

– Protozoos (organismos unicelulares como las amebas). La *Legionella* se puede hallar en el interior de los protozoos. Éstos pueden prevenir que los biocidas contraigan la bacteria (Fig. 2).



**FIGURA 2. Asociación entre *Legionella* y un protozoo.**



*Este organismo puede adherirse a las superficies y formar biofilms. A partir de este momento, la fina capa formada por las bacterias pasa ser un foco de diseminación.*

*La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental que suele presentar dos formas clínicas diferenciadas: la infección pulmonar o «Enfermedad del legionario», que se caracteriza por neumonía con fiebre alta, y la forma no neumónica conocida como «Fiebre de Pontiac», que se manifiesta como un síndrome febril agudo de pronóstico leve.*

### CONDICIONES ADECUADAS DEL AGUA

– El rango de temperatura óptima para el crecimiento está entre 35 y 46 °C, por debajo de 20 °C, la *Legionella* puede sobrevivir pero está inactiva; también puede sobrevivir en condiciones de congelación, pero es muy sensible a las altas temperaturas, y a partir de 70 °C muere casi instantáneamente.

La *Legionella* es una bacteria ambiental capaz de vivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas, multiplicándose entre 20 y 45 °C, destruyéndose a 70 °C. Su temperatura óptima de crecimiento es 35-37 °C. El agua fría de las cañerías, fuentes y tanques de almacenamiento debería mantenerse por debajo de 20 °C. Es el factor más influyente en el potencial de amplificación de la bacteria *Legionella* en los sistemas de agua. Por debajo de los 25 °C la bacteria está generalmente adormecida, aunque puede estar viable durante periodos prolongados de tiempo (más de tres años). Por encima de los 45 °C la bacteria muere al cabo del tiempo, el tiempo para matarla disminuye conforme la temperatura aumenta. Entre los 25 y los 45 °C existe un potencial para la amplificación en el rango de crecimiento óptimo que está ente los 30 y los 40 °C. (Tabla 1).

– pH entre 5 y 8,5, pero entre 4 y 10 es aceptable para el crecimiento.

– Estancamiento o tiempos de residencia largos que pueden ocurrir en

equipos tales como calentadores de agua, tanques, reservas, tramos muertos de tuberías, humidificadores, torres de refrigeración, condensadores evaporativos, agua potable fría y caliente, fuentes decorativas, bañeras de hidromasaje, lavaojos, duchas de seguridad, grifos y salidas de duchas.

**TABLA 1. Efecto de la temperatura en la bacteria.**

Temperatura °C	Efecto
70	Rápidamente muere 100%
60	90% muere en 2 minutos
50	90% muere en 2 horas
45	La Bacteria se multiplica
<20	Bacteria viable pero en dormición

Otros factores que afectan el riesgo de amplificación se resumen de la siguiente manera:

- Concentración de oxígeno disuelto. La bacteria es un aerobio facultativo, pero prefiere concentraciones de oxígeno ligeramente más disueltas (2-4 ppm de O<sub>2</sub>).

- Estancamiento, particularmente la presencia de puntos más bajos de utilización, *deadlegs* o sistemas que se quedan inactivados durante más de tres días.

- La presencia de biofilm. Una característica biológica importante de esta bacteria es su capacidad de crecer intracelularmente, tanto en protozoos como en macrófagos humanos. En ambientes acuáticos naturales y en instalaciones de edificios la presencia de protozoos juega un papel importante, soportando la multiplicación intracelular de la bacteria, sirviendo este mecanismo de supervivencia en condiciones ambientales desfavorables.

- La presencia de depósitos de carbonato cálcico o *fouling* de productos corrosivos depositados.

La ruta más frecuente en que se produce la cadena epidemiológica de la enfermedad es a través de la inhalación de *sprays* de aerosol; algunos estudios indican que la aspiración de agua bebible es una fuente potencial de infección nosocomial.

El riesgo de contraer la enfermedad depende de la exposición, medida por



La multiplicación de la bacteria es función de la temperatura del agua, de su estancamiento y de la presencia de otros contaminantes, incluyendo la suciedad en el interior de las instalaciones.

la cantidad de bacteria en el aerosol, el tiempo de exposición y del estado de salud de las personas expuestas. Gente de cualquier edad puede contraer la enfermedad, pero más frecuentemente afecta a personas de mediana y avanzada edad, sobre todo aquellos que fuman o tienen enferme-

dades pulmonares obstructivas crónicas. También tienen un riesgo alto aquellos cuyo sistema inmunológico está suprimido por enfermedades como cáncer (personas con sistemas inmunodeprimidos por quimioterapia), leucemia, tratamientos con esteroides, fallos en el riñón que requieren diálisis, diabetes, o SIDA, así como en pacientes con ventilación mecánica crónica. Aquellos que toman drogas que suprimen el sistema inmunológico también tienen un riesgo elevado. La Fiebre de Pontiac ocurre comúnmente entre personas que, por lo demás, son saludables.

El microorganismo *Legionella pneumophila* afecta fundamentalmente a los adultos a partir de cincuenta y cinco años. Uno de los factores desencadenantes puede ser el tabaquismo, porque elimina los cilios que de forma natural tenemos en nuestros bronquios. Los cilios evitan que los microorganismos se adhieran a la superficie de las células que forman el sistema respiratorio.

Sin embargo, para colonizar el sistema respiratorio no puede hacerlo por sí solo, sino que necesita un soporte sólido, como pudiera ser polvo ambiental. La función de este sustrato es otorgar un soporte sólido para fijarse y que le dé peso para poder entrar en los alvéolos pulmonares. Como consecuencia, es más sencillo que aparezca un brote en una zona con

*Desde los reservorios naturales, las bacterias pueden colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades y, a través de la red de distribución, incorporarse a los sistemas artificiales de agua. Las bacterias se multiplican en gran cantidad en aguas calientes estancadas, como las que se encuentran en ciertos sistemas de tuberías y tanques de agua caliente, los sistemas de distribución de agua potable caliente, torres de refrigeración y condensadores evaporativos de grandes sistemas de aire acondicionado, humidificadores y bañeras de hidromasaje.*

elevada concentración de *Legionella* y se realicen obras de construcción.

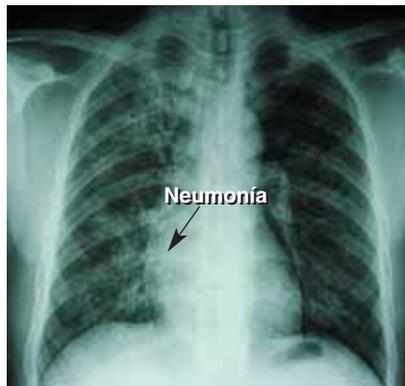
El poder patógeno de la *Legionella* se debe a las sustancias que produce, llamadas metabolitos, que son determinantes para la infección. Su endotoxina es pirética y de débil toxicidad. La exotoxina es la que lesiona las membranas celulares y rompe el epitelio alveolar, y es termoestable. También se encuentran presentes hemolisina, proteasas β-lactamasas.

El factor medioambiental que más contribuye al crecimiento de *Legionella* en los sistemas acuáticos artificiales es el agua caliente estancada, que proporciona las condiciones ideales para su crecimiento. A temperaturas entre 20 y 50 °C, el organismo puede multiplicarse, especialmente a temperaturas de 35-46 °C son ideales para el crecimiento. Un pH entre 4 y 10 proporciona unas condiciones adecuadas del agua para el crecimiento. Corrosión (hierro), biocapas, amebas y otros organismos pueden favorecer el crecimiento de *Legionella*.

El cuadro clínico de la infección que provoca la legionelosis tiene dos formas distintas:

– La «Enfermedad del legionario», la forma más severa de la infección, que incluye neumonía. Aquellos pacientes con dicha enfermedad suelen tener fiebre, escalofríos y tos, que puede ser seca y producir esputos. Algunos pacientes también tienen dolores musculares, dolor de cabeza, cansancio, pérdida de apetito y, ocasionalmente, diarrea. Ensayos de laboratorio pueden demostrar que los riñones de estos pacientes no funcionan correctamente. Las radiografías torácicas habitualmente muestran neumonía. Es difícil distinguir la enfermedad del Legionario de otros tipos de neumonía únicamente a través de los síntomas; otros ensayos son necesarios para el diagnóstico. El cuadro clínico de la enfermedad consta de una neumonía y diversas manifestaciones extrapulmonares. Tras dos-diez días de incubación aparece la neumonía con malestar general, cefalea, fiebre alta (39-41°C), tos y escalofríos. Existe una gran leucocitosis (10.000 leucocitos/ml). La enfermedad dura unos 10 días. Es bastante frecuente la aparición de manifestaciones extrapulmonares como alucinaciones, pérdidas de memoria, vómitos, diarrea, dolor abdominal, ictericia, anemia, etc. (Fig. 3).

– La Fiebre de Pontiac, una enfermedad leve que está asociada a dolores musculares y a síntomas gripales y no tienen neumonía. Se recuperan



**FIGURA 3. Radiografía donde se aprecia neumonía por *Legionella*.**

habitualmente entre dos y cinco días sin tratamiento.

El período entre la exposición del paciente a las bacterias y el comienzo de la Enfermedad del Legionario es de 2 a 10 días; para la Fiebre de Pontiac es menor, entre unas pocas horas y dos días. La «Enfermedad del legionario» no es contagiosa y no puede ser transmitida de una persona a otra. (Tabla 2).

Desde el inicio de los síntomas se presenta un empeoramiento típico de la condición durante los primeros cuatro a seis días, que sólo ceden completamente en el transcurso de los siguientes cuatro a cinco días. Aunque la enfermedad se ha reportado en niños con manifestaciones generalmente menos severas, la infección es común en adultos de mediana edad y personas mayores.

La severidad de la enfermedad depende de la exposición al factor, desde no tener ningún síntoma a padecer la «Enfermedad del legionario» pasando por una respuesta a los anticuerpos asintomática, una infección menor o la Fiebre de Pontiac.

Además de la neumonía, las especies patógenas de *Legionella* también pueden ocasionar otro tipo de infecciones, tales como epidemia, sinusitis, endocarditis e infecciones en las heridas. Conjuntamente con la neumonía pueden aparecer abscesos cerebrales, miocarditis, pericarditis, pielonefritis, etc.

La incidencia de la legionelosis varía de forma considerable, según su situación geográfica y otras condiciones epidemiológicas. Se considera que la *Legionella pneumophila* es responsable del 5-15 por ciento de todas las neumonías nosocomiales. A pesar de que en algunos centros hospitalarios no se ha detectado ningún caso, en otros constituye entre el 30-50 por ciento de todas las etiologías. La búsqueda sistemática de *Legionella* en algunos centros sanitarios ha permitido determinar que es la causante de más casos de neumonía de los que se consideraba en un principio. La letalidad asociada a la legionelosis es elevada, del 25-50 por ciento, especialmente en pacientes que son tratados con antibióticos inadecuados. También es posible, como hemos visto anteriormente, estar en contacto con la bacteria y no contraer ninguna enfermedad ni presentar síntoma alguno. La mayoría de la gente tiene resistencia a la enfermedad. Se piensa que menos de 5 de 100 personas expuestas a gotitas de agua contaminada con *Legionella* desarrollarán la «Enfermedad del legionario», mientras que la Fiebre de Pontiac se dará en el 90 por ciento de aquellos expuestos.

Durante el diagnóstico de la «Enfermedad del legionario» es difícil distinguirla de otros tipos de neumonía simplemente por los síntomas. Además de evaluaciones clínicas y de exposición, la «Enfermedad del legionario» requiere ensayos especiales que no se practican rutinariamente en personas con fiebre o neumonía. Por

**TABLA 2. Comparativa de los síntomas de las enfermedades producidas por *Legionella pneumophila*.**

«Enfermedad del legionario»	Fiebre de Pontiac
Bajo porcentaje (5%).	Alto porcentaje (90%).
Elevada mortalidad (≥15%).	No es mortal.
Incubación 2-10 días.	Incubación 1-3 días.
Fiebre alta.	Fiebre.
Dificultad respiratoria.	Pronóstico leve.
Tos seca o con esputos.	
Dolor de pecho.	

lo tanto, un médico debe considerar la posibilidad de esta enfermedad para realizar los ensayos correctos.

Diversos tipos de ensayos están disponibles. Los más útiles incluyen cultivos de células viables de *Legionella* en medios especiales para detectar las bacterias en los esputos, lavados bronquiales o autopsias en medios especiales. La posterior indicación de las células cultivadas identificará la especie y el serogrupo. La sensibilidad de este ensayo para detectar la enfermedad es de un 70 por ciento. Otro método es la comparación de niveles de anticuerpos con los de *Legionella* en dos muestras de sangre obtenidas con diferencia de tres a seis semanas. También se pueden utilizar muestras de orina para detectar el antígeno específico de *L. pneumophila* serogrupo I, serología por inmunofluorescencia directa o analizando muestras de DNA extraídas de los pacientes por PCR.

El ensayo antígeno de orina detecta la presencia de antígeno de *L. pneumophila* en la orina. Es considerada una medida fiable de la infección. Estos materiales antigénicos pueden incluir células de *L. pneumophila* o porciones de células en la orina durante y después de la enfermedad. La presencia de antígeno en la orina es un potente indicador de la infección, y un paciente puede tener una respuesta positiva durante varios meses tras la infección. La sensibilidad de este ensayo está limitada, porque el único ensayo antígeno de orina disponible comercialmente sólo detecta las formas del serogrupo I de *L. pneumophila*. Afortunadamente, el 80-90 por ciento de los casos diagnosticados clínicamente de la «Enfermedad del legionario» son causados por el serogrupo I. La ausencia de un ensayo urinario positivo no prueba que un paciente no tuvo la «Enfermedad del legionario», simplemente indica la ausencia de antígeno en la orina en el momento de la prueba.

Una persona puede contraer dicha enfermedad y estar expuesta respirando gotitas de agua o de niebla contaminadas con la bacteria de la *Legionella*. Por ejemplo, la inhalación de agua de neblina contaminada de una torre de refrigeración, un humidificador ó incluso una ducha o lavabo pueden provocar la enfermedad. Las personas pueden estar expuestas a estas neblinas en casa, lugares de trabajo, hospitales o lugares públicos. No hay ninguna evidencia de gente que se haya infectado con *Legionella* a través del aire acondicionado del coche o aires acondicionados domésticos.

No está totalmente esclarecida la epidemiología de la «Enfermedad del legionario». La *Legionella* spp es una bacteria que se encuentra ampliamente difundida en el medio acuático natural, a partir del cual pasa a colonizar la red de abastecimiento y distribución de agua e incorporarse a las instalaciones y depósitos de los edificios.

Como ya hemos mencionado, la frecuencia con que se producen zonas de estancamiento de agua en las instalaciones, temperaturas entre 25-42 °C adecuadas para la reproducción de *Legionella*, la presencia de sedimentos, materia orgánica, así como de protozoos (en los cuales la *Legionella* puede desarrollarse intracelularmen-

*La multiplicación de la bacteria es función de la temperatura del agua, de su estancamiento y de la presencia de otros contaminantes, incluyendo la suciedad en el interior de las instalaciones.*

te), hacen posible su crecimiento hasta alcanzar concentraciones infectantes para la especie humana.

A partir de este momento la nebulización de gotas en forma de aerosoles que pueden permanecer suspendidas en el medio ambiente posibilitará su entrada en las vías respiratorias con el consiguiente riesgo de infección. El mecanismo más frecuente de transmisión ha sido mediante la inhalación de pequeñas partículas o aerosoles (gotas aproximadamente de 5µm), suspendidas en el aire y generadas por cualquier equipo en el que se produzca una pulverización del agua. En la actualidad se considera como reservorio primario a las redes de

abastecimiento y distribución de agua fría y caliente; otros reservorios son todas aquellas instalaciones en las que hay movimiento de agua para su funcionamiento y posible pulverización, como son los aparatos de aire acondicionado industrial, centrales humidificadoras, torres de refrigeración, condensadores evaporativos, fuentes ornamentales, piscinas, equipos de terapia respiratoria contaminados e incluso a partir de la red de distribución de agua potable por inhalación de agua potable contaminada. No hay evidencia de reservorios animales.

Este organismo puede adherirse a las superficies y formar biofilms. A partir de este momento, la fina capa formada por las bacterias pasa a ser un foco de diseminación. Las superficies a las que se adhiere no sólo son cañerías de agua, que podrían considerarse como un foco de contaminación primaria, sino también aquellas zonas en las que el agua puede condensarse. Las áreas más sensibles en este caso son las conducciones o los equipos de aire acondicionado. Para que un microorganismo crezca hasta un número elevado es necesaria una temperatura ambiental alta, por encima de los 20 °C. Es evidente que con la llegada del verano los riesgos se incrementan tanto por el calor como por el uso generalizado de los sistemas de refrigeración. La enfermedad es más frecuente en el hombre que en la mujer (3:1) y tiene mayor incidencia durante los últimos meses de verano. La intensificación de las actividades de búsqueda de casos de *Legionella*, la extensión de los medios de diagnóstico y el incremento de sospecha clínica ante neumonías intersticiales ha producido un incremento de casos notificados.

La «Enfermedad del legionario» se previene realizando mejoras del diseño y mantenimiento de las torres de refrigeración y sistemas de tuberías para limitar el crecimiento y colonización de los organismos de *Legionella*.

La progresiva utilización de todos los hospitales de la prueba de detección del antígeno de *Legionella pneumophila* en orina, técnica que ha mejorado considerablemente el diagnóstico de la enfermedad, nos hace detectar en la actualidad casos esporádicos que antes pasaban inadvertidos. De manera que, mientras que el número de casos anuales asociados a brotes epidémicos sufre fluctuaciones, la tendencia de casos esporádicos es linealmente creciente.

Una elevada concentración de industrias en un territorio delimitado, con población expuesta en domicilios

y cercanos a fuentes de emisión, producirá, sin lugar a dudas, la aparición de sucesivos episodios epidémicos de legionelosis si para las industrias adyacentes es necesario emitir grandes cantidades de vapor a la atmósfera.

La legionelosis presenta una agregación de casos o presentación de brotes ligados a ciertos fenómenos, bien climáticos bien derivados de la actividad industrial.

Los sistemas de distribución de agua pueden ser tratados para reducir la presencia de *Legionella*. Hay métodos físicos, químicos y físico-químicos. Temperaturas elevadas del agua y cloración adicional son los más empleados y son efectivos para el control de la *Legionella*. Los sistemas de refrigeración de aire se tratan con biocidas para controlar el crecimiento microbiano. Estos biocidas deben ser específicos y de demostrada eficacia contra la *Legionella*.

El inicio de la refrigeración, o el arranque de los equipos tras períodos vacacionales, conllevará la emisión de fuertes cargas bacterianas de *Legionella*, si no se cumplen los requisitos de mantenimiento y desinfección de las instalaciones.

Las instalaciones que con mayor frecuencia se encuentran contaminadas por *Legionella* y han sido identificadas como fuente de infección son los sistemas de distribución del agua sanitaria, caliente y fría, y los equipos de enfriamiento de agua evaporativos, tales como las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos, tanto en centros sanitarios como en hoteles o en otro tipo de edificios.

*El riesgo de contraer la enfermedad depende de la exposición, medida por la cantidad de bacterias en el aerosol; del tiempo de exposición y del estado de salud de las personas expuestas.*

En algunas ocasiones, estas instalaciones, mal diseñadas, sin mantenimiento o con un mantenimiento inadecuado, favorecen el estancamiento de agua, acumulo de productos nutrientes de la bacteria como lodos, materia orgánica, materiales de corrosión y amebas, formando una biocapa. La presencia de esta biocapa juega un papel importante, junto a una temperatura propicia explica la multiplicación de la *Legionella* hasta concentra-

ciones infectantes al ser humano. A partir de estos lugares, concentraciones importantes de la bacteria pueden alcanzar otros puntos del sistema, porque si existe en la instalación un mecanismo productor de aerosoles la bacteria puede dispersarse al aire. Las gotas de agua que contienen la bacteria pueden permanecer suspendidas en el aire y penetrar por inhalación en el aparato respiratorio del individuo que esté en contacto.

Un sistema de refrigeración tiene por objeto enfriar algún equipo o proceso, procurando mantener en todo momento las condiciones óptimas (técnicas y económicas) en todo el circuito. Dado que el agua se calienta al enfriar dicho equipo o proceso, es necesario enfriarla de nuevo para poder reutilizarla (y ahorrar con ello el coste económico y medioambiental del agua). En las torres de refrigeración esto se consigue evaporando una parte del agua. El agua que se evapora absorbe calor enfriando el resto. (Fig. 4).

Con objeto de maximizar la evaporación del agua (y con ello la capacidad refrigerante del sistema) se induce una corriente de aire (con ventiladores) a través de una lluvia de agua (conseguida con relleno de la torre).

La eficiencia del sistema está directamente relacionada con la superficie de contacto aire-agua, por lo que es importante conseguir una correcta distribución del agua a través del relleno. Esto se logra manteniendo en buen estado el relleno y los distribuidores (en la balsa superior de la torre).

La balsa inferior de la torre tiene la doble funcionalidad de alimentar las bombas de impulsión a la planta y de actuar como sedimentador para los sólidos que aparezcan en el sistema.

Teniendo en cuenta que existe una pérdida de agua por la evaporación, es necesario aportar agua al sistema para mantener el nivel en el circuito. Si se está evaporando agua pura (destilada) y se está aportando agua con sales, es evidente que existe una acumulación de sales en el sistema. Para evitar que esta concentración aumente en exceso se purga el sistema. La relación entre caudal de aporte y de purga se denomina número de ciclos. El número de ciclos equivale también a la concentración de una especie en la purga dividida entre la concentración de dicha especie en el aporte.

El aumento de concentración, necesario para optimizar económicamente el sistema, obliga a tratar químicamente el mismo para evitar los problemas que genera el agua. Dichos problemas son la corrosión, incrustación, ensuciamiento y crecimiento microbio-



FIGURA 4. Torres de refrigeración de tiro inducido.

lógico (relacionado con los demás). Estos problemas están indirectamente relacionados con la temperatura, la velocidad de flujo, metalurgia del sistema, pH, concentración y tipo de especies químicas existentes en el agua.

El tratamiento químico se diseña en cada caso para asegurar un control de los problemas en un determinado rango de pH y concentración (relacionada con la conductividad). Y siempre suponiendo que las condiciones de diseño y operación (temperatura, velocidad, materiales) cumplen los mínimos exigibles.

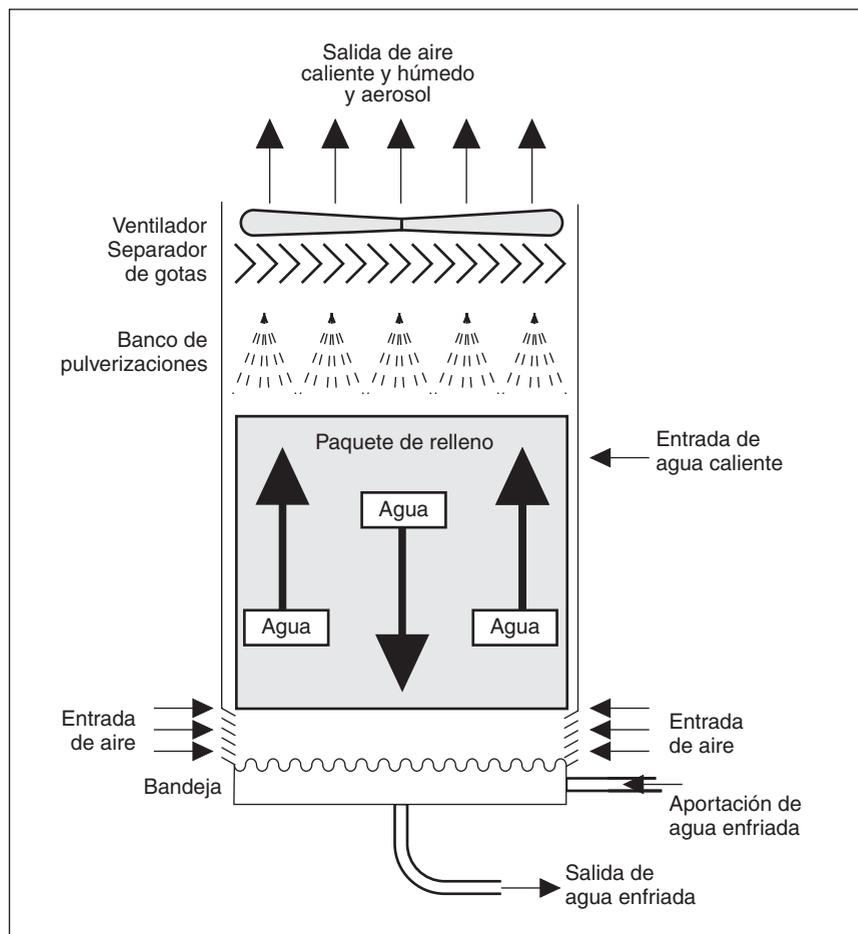
Las torres de refrigeración reciben agua a una temperatura elevada y producen la evaporación de una parte de la misma, devolviendo el resto, así enfriada, al circuito. El principio físico en el que se basa se denomina enfriamiento evaporativo.

En las torres de refrigeración y con el fin de conseguir la evaporación, se crea una fuerte corriente de aire mediante el empleo de ventiladores. Esta corriente de aire se dirige en dirección contraria a la del agua. (Fig. 5).

El diseño más extendido de torres de refrigeración es aquel en el que el agua más caliente es pulverizada desde la parte superior y la corriente de aire discurre en sentido contrario, de abajo arriba. Para conseguir una mayor eficacia en estos aparatos se emplea un entramado en su interior, denominado relleno, cuyo fin es el de aumentar la superficie de contacto entre el agua y el aire. Con el fin de evitar que se produzcan pérdidas de agua al arrastrarse gran cantidad de gotitas por la corriente de aire se emplea un dispositivo denominado separador de gotas, situado a la salida de la corriente de aire. En la parte inferior se sitúa, como es lógico, una bandeja, cuya misión es la de recoger todo el agua que cae, una vez enfriada. Generalmente, en la bandeja se instala un flotador o boya, similar al de una cisterna, que regula el nivel del agua, de tal forma que permite la entrada de agua de renovación a medida que se producen pérdidas en el circuito.

Las torres de enfriamiento se hallan como parte del proceso de producción en muchas áreas y además son utilizadas como parte de sistemas de aire acondicionado y como sistemas de climatización en edificios. El agua de las torres de refrigeración constituye un medio muy apropiado para la multiplicación de la *Legionella*. El factor favorecedor más importante de esta multiplicación es la temperatura. El agua en los circuitos de las torres de refrigeración sobrepasa habitualmente los 20 °C, y durante los meses de

FIGURA 5. Esquema de una torre de tiro forzado.



verano supera sin dificultad los 30 °C, temperaturas idóneas, como hemos visto, para el crecimiento de la *Legionella*.

Otro factor que favorece la persistencia y multiplicación de la *Legionella* en las torres de refrigeración es la posibilidad de que se formen biopelículas en la gran diversidad de superficies internas de la instalación. Cuando existe escasez de nutrientes, estas biopelículas constituyen nichos ecológicos que permiten a los microorganismos compartir dichos nutrientes y protegerse de posibles agresiones químicas (desinfectantes).

La presencia de materiales inadecuados en las torres de refrigeración, fundamentalmente a base de celulosa, propician el acantonamiento y multiplicación de microorganismos, y dificultan la limpieza y desinfección de éstas.

El agua de las torres de refrigeración contiene a menudo otros microorganismos, como protozoos, en cuyo interior se multiplica la *Legionella* y donde encuentra también protección física frente a los desinfectantes.

Otros factores que se han relacionado con la multiplicación de *Legio-*

*nella* en estas instalaciones son el estancamiento del agua que se produce en la bandeja de las torres de refrigeración o, si existen en los depósitos intermedios, los productos de la corrosión de los materiales, especialmente si éstos no son específicamente resistentes frente a aquella, y las incrustaciones frecuentes en los circuitos.

Los condensadores evaporativos son similares en estructura y función a las torres de refrigeración. En este caso, el agua pulverizada cae directamente sobre un serpentín de tubo liso que contiene fluido refrigerante, que enfría normalmente los gases utilizados en los circuitos de frío. La evaporación del agua que provoca la corriente de aire que asciende produce el enfriamiento de ésta y, en consecuencia, el enfriamiento del fluido refrigerante. (Fig. 6).

La humidificación es un proceso físico utilizado industrialmente o en salas que precisan un grado de humedad y temperatura constantes en el aire ambiente, siendo su uso frecuente en países de clima caluroso y seco. Son aparatos que mantienen la humedad relativa de los locales dentro de ciertos límites para el bienestar de las

personas o por necesidad de un proceso industrial. Para mantener la humedad relativa en el aire se inyecta agua pulverizada en la cantidad necesaria o por contacto del aire con una superficie mojada de gran extensión; a este proceso se le denomina enfriamiento evaporativo. Dentro de una central humidificadora el proceso consiste básicamente en hacer pasar una corriente de aire a través de una cortina de agua que ha sido pulverizada y previamente ha pasado por unos radiadores calefactados o refrigerados. (Fig 7).

La corriente de aire arrastra gran cantidad de gotitas, las más pequeñas de las cuales salen al exterior a través del separador de gotas y el agua que cae se recoge en una bandeja, donde se instala también un dispositivo que regula el aporte de agua de renovación.

Estos aparatos entrañan menos riesgo de multiplicación de la *Legionella* debido a que trabajan con agua a menor temperatura que las torres de refrigeración. Sin embargo, las altas temperaturas ambientales que se al-

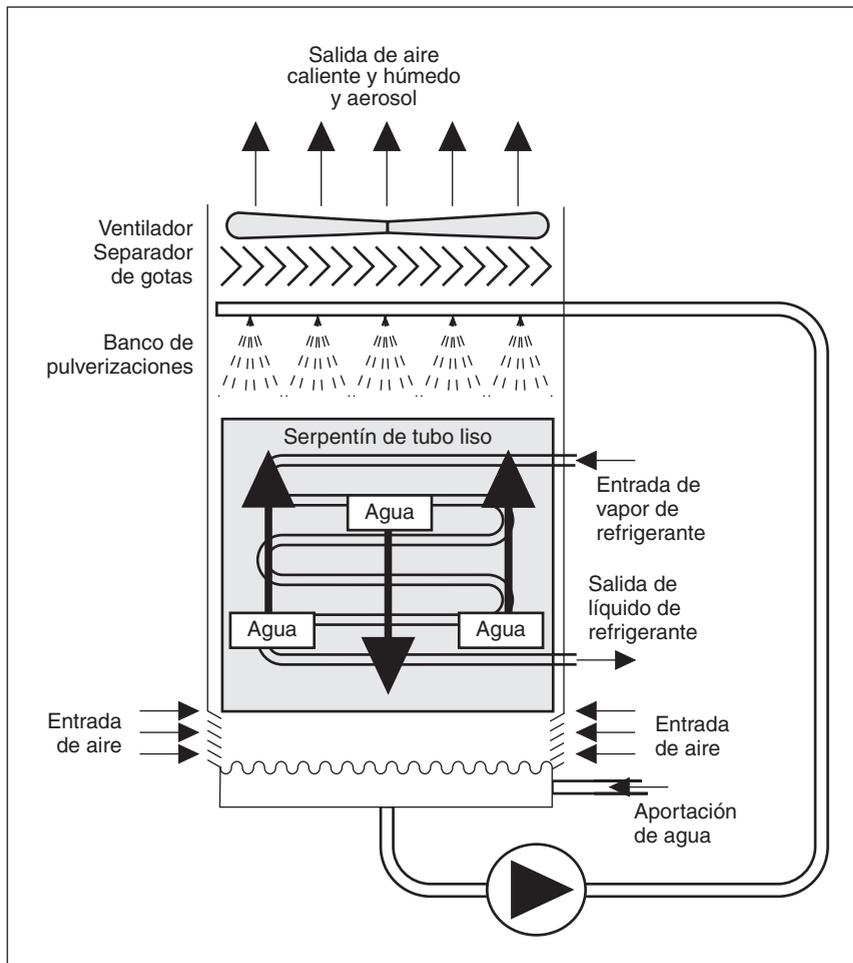
canzan en nuestro entorno durante los meses estivales, cuando entran precisamente en funcionamiento estos aparatos, situados a la intemperie, pueden calentar el agua lo suficiente como para permitir la multiplicación de la *Legionella*.

Como en el caso de las torres de refrigeración, estos aparatos pueden ensuciarse fácilmente con la materia transportada por el aire (polvo, humo, microorganismos, etc.), siendo así la suciedad, junto con la temperatura, otro factor de riesgo a tener en cuenta



FIGURA 7. Interior de una central humidificadora.

FIGURA 6. Condensador evaporativo.



en este caso. Igualmente, el empleo de materiales a partir de celulosa propicia la presencia de microorganismos y dificulta las tareas de limpieza y desinfección.

En el caso de los dispositivos por pulverización de agua ésta se realiza de forma mecánica, neumática o por ultrasonidos, generándose aerosoles que llegan a los locales a acondicionar.

Si el dispositivo es por contacto entre una corriente de aire y una superficie mojada se generan menos aerosoles, limitándose éstos a los que se producen por las turbulencias de aire a su paso por el relleno mojado o en contacto con la lámina de agua de la bandeja. El riesgo para la salud es menor que en los aparatos de pulverización.

En ambos casos, los aerosoles pueden llegar a los locales a acondicionar, bien directamente o a través de una red de conductos. En el segundo caso, los conductos retienen parte de los aerosoles, ya que las paredes actúan a modo de separadores de gotas, principalmente en los cambios de dirección y en las derivaciones. Por lo tanto, los aparatos de enfriamiento evaporativo y humectadores de mayor riesgo son aquellos que pulverizan agua y lo hacen directamente en los locales a acondicionar.

Los aparatos de enfriamiento evaporativo y humectadores en los que no se produce recirculación del agua y que, por tanto, trabajan a «agua perdida», no representan riesgo de multiplicar la *Legionella*, ya que no se producen las condiciones que precisa la bacteria. Tampoco el que utiliza vapor de agua producido a unos 100 °C, debido a que a esa temperatura no sobrevive la *Legionella*.

Algunas características del diseño pueden ayudar a reducir la transmisión de aerosoles, si bien generalmente con relación al equipamiento en cuestión la producción de aerosoles es una función derivativa. En caso de que el sistema de enfriamiento sea cerrado, el riesgo de infección se encuentra significativamente reducido inclusive donde la amplificación pueda ocurrir.

Para intentar evitar y reducir la aparición de brotes de legionelosis, la Comisión de Salud Pública del Consejo Interterritorial del Sistema Nacional de Salud creyó conveniente que las Administraciones sanitarias, tanto estatales como autonómicas y locales tuvieran unos criterios higiénico-sanitarios coordinados, por lo que aprobó el Real Decreto 909/2001, de 27 de julio, para establecerlos. Dado que desde entonces hasta ahora se

han dado diversos avances en la investigación y control de la legionelosis, este Real Decreto se deroga y se aprueba el Real Decreto 865/2003, que tiene carácter de norma básica, donde se clasifican las instalaciones de riesgo por su probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella* y el régimen de funcionamiento de dichas instalaciones, además de buscar formas diferentes de ampliar su notificación para que, en caso de brote o de inspección ambiental, sea más fácil conocer su ubicación.

Las bases jurídicas de la responsabilidad de las empresas se definen en el Real Decreto 865/2003, de 4 de julio. Según indica el artículo 2, se obliga a controlar las instalaciones que puedan producir *Legionella*, desde torres de refrigeración a riegos por aspersión. Asimismo, se obliga a notificar a la Administración sanitaria competente las características principales de torres de refrigeración y condensadores evaporativos, según se menciona en el artículo 3.

El Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, también establece, en su artículo 14, que las empresas que realicen tratamientos en las instalaciones contempladas en el artículo 2 deberán estar inscritas en el Registro oficial relativo a los establecimientos y servicios plaguicidas de la Comunidad Autónoma respectiva o de las Ciudades de Ceuta y Melilla. Además, el personal dedicado a efectuar estas operaciones deberá realizar los cursos que a tal efecto homologue el Ministerio de Sanidad y Consumo a propuesta de las Comunidades Autónomas correspondientes y de las Ciudades de Ceuta y Melilla.

Mediante la Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero, se han establecido los procedimientos de homologación, por parte del Ministerio de Sanidad y Consumo, y los requisitos mínimos que deben reunir los cursos de formación de personal. Estos cursos pretenden proporcionar conocimientos al trabajador sobre la biología y la ecología de la *Legionella* y los mecanismos de prevención y control adecuados, así como del manejo de los productos químicos y de los riesgos que conllevan y su prevención.

El objeto de este Real Decreto es la prevención y control de la legionelosis mediante la adopción de medidas higiénico-sanitarias en aquellas instalaciones en las que la *Legionella* es capaz de proliferar y diseminarse.

El ámbito de aplicación es, sobre todo, para las instalaciones que utilicen agua en su funcionamiento, produzcan aerosoles y que se encuentren instalados en lugares que sean sus-

ceptibles de convertirse en focos para la propagación de la enfermedad, tanto en su funcionamiento como en su mantenimiento.

Estas instalaciones se clasifican en instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*:

- Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.

- Sistemas de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno

- Sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire (*spas*, *jakuzzis*, piscinas, vasos o bañeras terapéuticas, bañeras de hidromasaje, tratamientos con chorros a presión, etc.).

*La «Enfermedad del legionario» se previene realizando mejoras del diseño y mantenimiento de los equipos de pulverización de agua para limitar el crecimiento y colonización de los organismos de Legionella.*

- Centrales humidificadoras industriales.

Y como instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de *Legionella*, en el citado Real Decreto se mencionan las siguientes:

- Sistemas de instalación interior de agua fría de consumo humano (tuberías, depósitos, aljibes), cisternas o depósitos móviles y agua caliente sanitaria sin circuito de retorno.

- Equipos de enfriamiento evaporativo que pulvericen agua [excepto los del a)].

- Humectadores.

- Fuentes ornamentales.

- Sistemas de riego por aspersión en el medio urbano.

- Sistemas de agua contra incendios.

- Elementos de refrigeración por aerosolización (al aire libre).

- Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles.

Finalmente, también debemos tener presente las instalaciones de riesgo en terapia respiratoria, debido a que se emplea agua pulverizada y va directamente a personas que tienen un problema respiratorio previo y, por lo tanto, son más susceptibles:

- Equipos de terapia respiratoria.

- Respiradores.

- Nebulizadores.

- Otros equipos médicos en contacto con las vías respiratorias.

Esta norma no se aplica a las instalaciones en viviendas (aires acondicionados, etc.), a no ser que en alguna de ellas aparezcan casos de legionelosis. Entonces se deberán adoptar las medidas de control adecuadas.

Las empresas que tengan este tipo de instalaciones deben notificar las torres de refrigeración y condensadores evaporativos, tanto el número y características técnicas de éstas como las modificaciones que afecten al sistema, en el plazo de un mes desde su puesta en funcionamiento. Además, también deben notificar el cese definitivo de actividad de la instalación.

Tanto los titulares como los fabricantes, instaladores, mantenedores u otro tipo de personal implicado en la instalación deben llevar un registro donde figuren todas las operaciones realizadas, que deberán presentar a requerimiento de la autoridad sanitaria.

Los responsables de las instalaciones deben asegurarse de que se cumple todo lo estipulado en este Real Decreto y deben llevar un mantenimiento periódico (ya sea por ellos mismos o por servicios externos) de la instalación y un control físico-químico y microbiológico del agua para asegurarse que no representa un riesgo para la salud humana.

Además, en la Comunidad Valenciana, si la instalación se encuentra dentro de una Zona declarada de Actuación Especial (ZAE), los titulares de las instalaciones de riesgo están obligados a notificar al presidente de la Comisión de Gestión de la ZAE cualquier parada de las instalaciones que supere los cinco días de inactividad de las mismas, así como su limpieza y desinfección, presentando copia de los certificados que acrediten la realización de



Torre de refrigeración.

estas actuaciones efectuadas por empresa autorizada y registrada.

Los titulares de la instalación deberán tener un registro de mantenimiento. Ya sean ellos mismos o la persona o entidad designada para ello, deberán anotar en el registro la fecha en la que se ha realizado la revisión, limpieza y desinfección general; el protocolo seguido y los productos, dosis y tiempos utilizados para ello. También cuándo se ha realizado cualquier operación de mantenimiento y en qué ha consistido, la fecha y resultados de análisis de agua.

El registro debe ser firmado tanto por el responsable técnico de las ta-

reas realizadas como por el responsable de la instalación y debe estar disponible a requerimiento de las autoridades sanitarias que realicen la inspección.

Los principios generales de las medidas preventivas consisten en realizar un buen diseño y mantenimiento de las instalaciones para eliminar o reducir las zonas sucias y evitar las condiciones que favorezcan la proliferación de la *Legionella* controlando la temperatura y desinfección del agua.

Para ello se deberán atener a lo escrito en el Real Decreto 3009/1997, de 8 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad para

Plantas e Instalaciones Frigoríficas; en el Real Decreto 1751/1998, de 31 de julio, modificado por el Real Decreto 1281/2002, de 22 de noviembre, que trata las instalaciones térmicas en edificios y de las condiciones que deben cumplir, y, por último, el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. A parte de esto, que es obligatorio, se puede tener en cuenta la Norma UNE 100030: 2005 IN, que es una guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de *Legionella* en las instalaciones.

Siempre que haya un vertido por limpieza o desinfección, éste debe cumplir con la legislación vigente en el tema de aguas, y si el agua utilizada no procede de redes de distribución, ya sean públicas o privadas, se requiere la concesión administrativa de aprovechamiento del recurso, que será emitida por la autoridad competente.

Para cada tipo de instalación se deben cumplir medidas preventivas específicas. Estas medidas se deberán aplicar en el diseño de todas las instalaciones nuevas y en las reformas o modificaciones de las ya existentes.

La instalación interior de agua de consumo urbano deberá ser estanca y permitir la correcta circulación del agua, evitar su estancamiento y tener suficientes puntos de purga para poder vaciarla y limpiarla correctamente. Disponer de filtros para el agua de aporte, según norma UNE-EN 13443-1: 2003 ser accesible para su limpieza, desinfección y toma de muestras. Debe estar construida con materiales resistentes a los productos de desinfección, que eviten el crecimiento microbiano y la formación de biocapa en las tuberías. Mantener la temperatura del agua fría lo más baja posible, por lo que deberán estar alejadas de las tuberías de agua caliente o estar aisladas térmicamente. Si tiene depósitos para el agua fría, éstos deberán taparse con una cubierta impermeable que permita el acceso al interior, y si hay que usar cloro para desinfectar, se añadirá por medio de dosificadores. Evitar que el agua caliente almacenada al final sufra enfriamiento en zonas interiores que facilitan el crecimiento microbiano y procurar que mantenga una temperatura homogénea. Disponer de un sistema de válvulas de retención, según norma UNE-EN 1717: 2001, para evitar el retorno del agua y que se mezcle agua de distintos circuitos. Por último, deberá asegurarse una temperatura del agua caliente mayor de 50 °C en todo el circuito o mayor de 60 °C en

un acumulador de agua justo antes de la distribución.

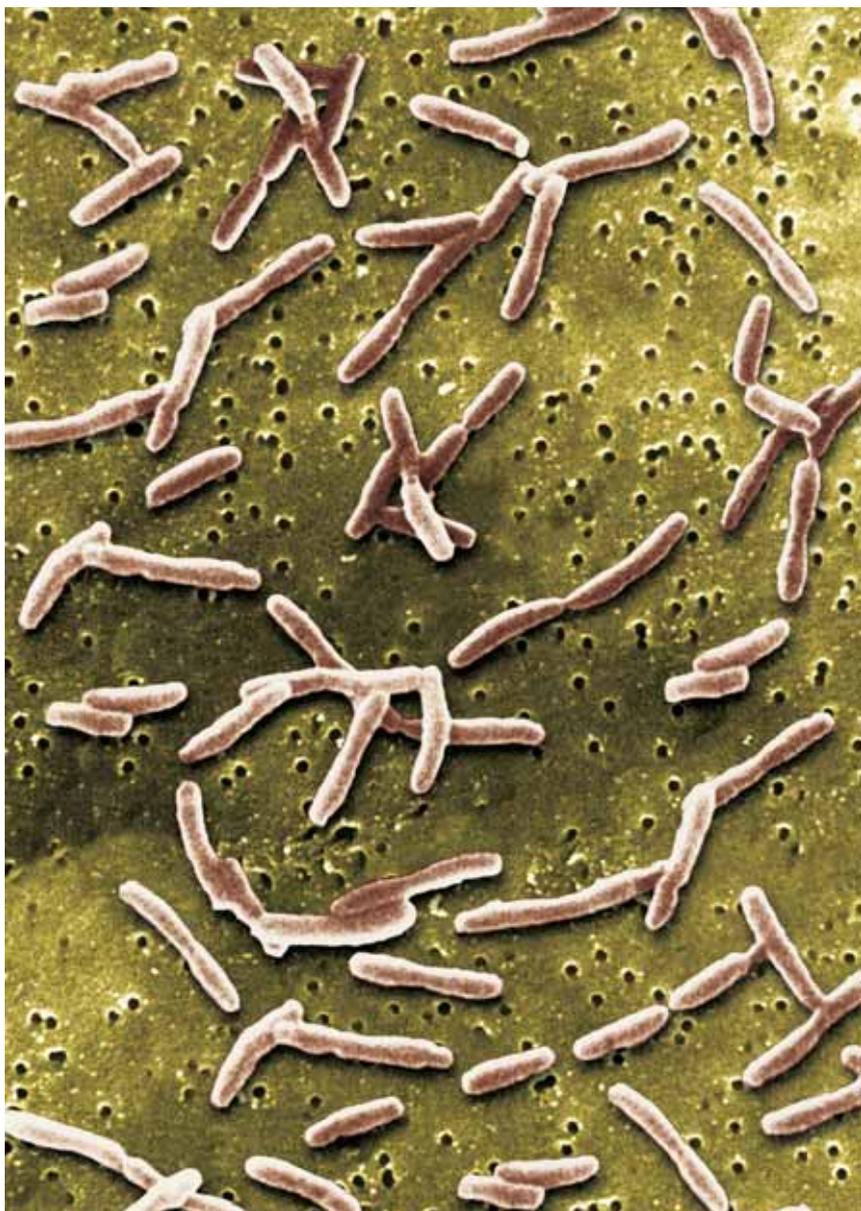
Las torres de refrigeración y sistemas análogos estarán ubicados de forma que se evite al máximo el contacto de las personas con los aerosoles. Los materiales del circuito hidráulico deberán ser resistentes a los productos desinfectantes y a la abrasión del agua para evitar la corrosión (evitar cuero, madera, fibrocemento, hormigón o los derivados de celulosa). Todos los equipos y aparatos deben ser accesibles para su limpieza y desinfección y tener suficientes puntos de purga para poder vaciar la instalación y limpiarla correctamente. Además, deberán tener un sistema de separación de gotas de alta eficiencia y un sistema de dosificación en continuo del biocida. Las indicaciones que se muestran respecto a las torres de refrigeración son asimilables a cualquier otro tipo de equipo no descrito específicamente en la legislación.

En los equipos de terapia respiratoria (respiradores, nebulizadores, humidificadores, etc.), se deberá reducir al máximo los riesgos de diseminación de la *Legionella*. En salas con pacientes de alto riesgo, estos equipos deben estar esterilizados o altamente desinfectados diariamente y utilizarán agua estéril. Se procurará que su uso sea único, si fueran reutilizables, se deberán limpiar, desinfectar o esterilizar antes de cada uso.

Por parte de la autoridad sanitaria competente se lleva a cabo una inspección sanitaria para asegurarse del cumplimiento de la ley. La inspección consiste en revisar toda la documentación referente a las instalaciones, e incluso la propia instalación, y comprobar que se han llevado a cabo todas las medidas preventivas anteriormente citadas. Si no es así, se dictarán unas medidas preventivas o correctivas que la empresa deberá cumplir, además de la ley, y si se detecta riesgo para la salud en la inspección, se podrá clausurar temporal o definitivamente la instalación. En el caso de la Comunidad Valenciana, estas inspecciones se realizan con frecuencia semestral.

Si se detectan posibles casos de infección asociados a una instalación, se debe realizar una investigación epidemiológica, según el Real Decreto 2210/1995, de 28 de diciembre, por la red de vigilancia epidemiológica, y el responsable de la instalación deberá limpiarla y desinfectarla, realizar reformas estructurales, si proceden, en un plazo fijado de tiempo y paralizar la instalación hasta nueva autorización.

El titular de la instalación deberá acreditar a la autoridad sanitaria com-



*La Legionella es una bacteria ambiental capaz de vivir en un amplio intervalo de condiciones físico-químicas.*

petente que se han realizado todos los procedimientos anteriores para que se tomen nuevas muestras (después de 15 días del tratamiento) y se compruebe que está limpio y que se puede volver a poner en marcha. Estas instalaciones deberán llevar una vigilancia especial para evitar que vuelvan a aparecer nuevos casos.

En determinados ámbitos territoriales, por sus propias características orográficas o de densidad industrial, entre otras circunstancias, las situaciones epidémicas pueden aparecer con mayor frecuencia, siendo por ello necesario la definición de Zonas de Actuación Especial (ZAE), en las que las medidas a aplicar tengan mayor intensidad. Se considerará como Zona de Actuación Especial (ZAE) aquella

en la que exista un mayor riesgo de contagio por *Legionella* como consecuencia de un brote comunitario de origen ambiental.

En el tratamiento de las instalaciones de riesgo se suelen emplear métodos químicos, físicos o físico-químicos. En el caso de utilizar sustancias y preparados peligrosos, la gran variedad de productos a los que pueden estar expuestos los trabajadores, los riesgos derivados del contacto con ellos como quemaduras, efectos adversos en nuestro organismo, cortes, salpicaduras, etc., y los efectos que pueden causar combinados entre ellos, hacen necesarios unos criterios y metodología clara para valorar en su verdadera medida los riesgos existentes, teniendo en cuenta todos los pro-

ductos utilizados, incluyendo los residuos, productos secundarios, productos acabados, las instalaciones, los equipos, materiales y servicios, condiciones de almacenamiento, procedimientos de trabajo y características y formación del personal.

Es muy importante que los productos empleados en el tratamiento del agua de estos equipos tengan un etiquetado conforme al Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, y la Ficha de Datos de Seguridad, con una información más específica y completa que las etiquetas; es conveniente que estén a disposición de los operarios, para que puedan consultar cuando lo consideren oportuno.

En los últimos años, Europa ha asistido a la proliferación de productos biocidas (plaguicidas no agrícolas) destinados, en esencia, a la destrucción de microorganismos patógenos y, con ello, a la mejora de las condiciones de higiene en los hogares, además de en centros industriales y de procesado de alimentos. El uso de estos productos, llamados popularmente antibacterias, persiguen fundamentalmente la desinfección de espacios y utensilios. La principal función de los biocidas es preventiva, ya que reducen el daño y los riesgos que los microorganismos (bacterias, virus, hongos) pueden suponer para las personas. Sin embargo, los biocidas pueden implicar algunos riesgos para la salud humana, los animales y el medio ambiente.

Para evitar que esto suceda, el Real Decreto 1054/2002, de 11 de octubre, prevé controlar 23 tipos de productos. Entre ellos se incluyen los biocidas utilizados para la higiene humana, los

*Los responsables de las instalaciones deben asegurarse de que se cumple todo lo estipulado en el Real Decreto 865/2003 y deben llevar un mantenimiento periódico de la instalación y un control físico-químico y microbiológico del agua para asegurarse de que no representa un riesgo para la salud humana. Todas las acciones se deben anotar en el Libro de Registro de mantenimiento.*

desinfectantes del aire, superficies y equipos que estén en contacto con los alimentos, desinfectantes para el agua potable, aguas de baño, sistemas de aire acondicionado, insecticidas y conservantes para productos envasados, entre otros. Hasta ahora, una parte de estos productos, como los utilizados en la industria alimentaria, eran evaluados y autorizados por la Dirección General de Salud Pública. Con la publicación del nuevo Real Decreto se intenta actualizar y mejorar la legislación nacional existente, teniendo en cuenta así actuaciones derivadas de los últimos conociemien-

tos científico-técnicos. A partir de aquí, el Ministerio de Sanidad y Consumo autorizará los productos que superen los máximos niveles de seguridad y eficacia para hacer compatible la utilización de estos productos con la protección sanitaria de las personas que los manipulan o utilizan. Para evitar un brote de *Legionella* hay que mantener buenas prácticas de limpieza y desinfección; esto supone que las instalaciones se encuentren lo más limpias posible y llevar un mantenimiento y una desinfección controlada. Ya hemos visto que la *Legionella* puede fácilmente contaminar y multiplicarse en un circuito, abierto o cerrado, principalmente por sus condiciones de temperatura, nutrientes y suciedades de todo tipo que se acumulan con el tiempo en el circuito.

En estas suciedades se refugian y hace que los tratamientos químicos/desinfectantes no sean eficaces, por lo que es muy importante su limpieza antes de cualquier desinfección. En toda instalación debe tratarse el agua con productos químicos que eviten incrustaciones y corrosiones, principalmente en las zonas de mayor salto térmico (intercambiadores), pues en estas deposiciones es donde se cobija y se dificulta su eliminación. En las torres de refrigeración al circular el aire a través de agua finamente dividida, buena parte de las partículas que llevan agua como polvo, materia orgánica, contaminantes atmosféricos, esporas y bacterias, entre otros, se incorporan al agua originando las suciedades que luego encontramos depositadas en las zonas en las que el agua tiene menor velocidad.

Como conclusión, cabe resaltar que son muchos los esfuerzos que hay que realizar, tanto en mano de obra como económicos, para mantener una instalación sana, y tenemos que buscar un compromiso entre seguridad higiénico-sanitaria y la optimización de los recursos. También hay que tener claro que cada instalación tiene una coyuntura propia, y lo que puede resultar muy eficaz en una instalación puede no serlo para otra similar. Los métodos de desinfección son variados y todos son eficaces en condiciones determinadas; la clave es asignar a nuestra instalación el método que realmente encaja. Quisiera dejar constancia de que estamos hablando de un sistema biológico, donde la lógica matemática no siempre funciona; por ello debemos trabajar duramente para reducir las probabilidades al máximo. Finalmente, comentar, que la bacteria se encuentra en la naturaleza, y por tanto, es imposible erradicarla. ■



La ruta más frecuente en que se produce la cadena epidemiológica de la enfermedad es a través de la inhalación de sprays de aerosol.