



## **FACULTAD DE FARMACIA**

Grado en Farmacia

# **Evaluación del riesgo de las instalaciones implicadas en los principales brotes o casos causados por *Legionella pneumophila*: revisión bibliográfica.**

**Memoria de Trabajo Fin de Grado**

Sant Joan d'Alacant

Febrero 2024

Autora: **Marina Moreno Bañón**

Tutora: **Lorena María Ivorra Vilaplana**

# Índice

Resumen .....	3
Abstract .....	4
1. Introducción.....	5
1.1. <i>Legionella sp</i> .....	5
1.2. Legionelosis .....	6
1.3. Primer brote declarado.....	8
1.4. Legionelosis en Europa .....	8
1.5. Legionelosis en España.....	9
1.5. Legislación vigente en España relacionada con la legionelosis .....	11
2. Objetivos .....	12
3. Materiales y métodos .....	13
3.1. Diseño y fuente de obtención de datos.....	13
3.2. Tratamiento de la información.....	13
3.3. Selección final de los artículos .....	14
4. Resultados.....	15
5. Discusión .....	32
7. Conclusiones .....	36
8. Bibliografía .....	37

## Resumen

**Objetivos:** el presente trabajo de fin de grado tiene como objetivo investigar, mediante revisión bibliográfica en la literatura científica, el grado de implicación de las diferentes instalaciones implicadas con mayor frecuencia en los principales brotes causados por *Legionella pneumophila*.

**Materiales y métodos:** para la realización de este trabajo se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de artículos publicados en las bases de datos científicas MEDLINE (a través de PubMed) y SciELO, en lenguas tanto inglesa como española, que trataban sobre el riesgo de las instalaciones implicadas en brotes de *Legionella pneumophila*.

**Resultados:** el análisis exhaustivo de 19 estudios destacó como principales instalaciones implicadas en brotes de legionelosis los acumuladores de agua caliente y las torres de refrigeración. Además, se identifican otras instalaciones, como humidificadores en neonatos y fuentes públicas, entre otros, como posibles fuentes de brotes. Destacando que, de estos 19 artículos, el mayor número de afectados con la tasa de mortalidad más alta se asoció con un brote vinculado a una torre de refrigeración en Portugal, resaltando la relevancia de un control y mantenimiento efectivo de estas instalaciones para prevenir brotes graves de enfermedades, especialmente la legionelosis, en diversos contextos.

**Conclusiones:** la revisión bibliográfica destaca la importancia crucial de revisar el diseño de instalaciones de agua, como torres de refrigeración y acumuladores de agua caliente, para prevenir brotes de *Legionella pneumophila*. Se enfatiza la necesidad de medidas preventivas, control constante y vigilancia continua en lugares con casos previos, junto con un censo actualizado de instalaciones de riesgo. Se anticipa la evaluación futura del impacto del Real Decreto 487/2022 en la reducción de casos en España. Además, se destaca la urgencia de estrategias adaptadas y la importancia de la investigación continua para mejorar las medidas preventivas en brotes de legionelosis.

**PALABRAS CLAVE:** *Legionella*, neumonía, agua, brotes de enfermedad.

## **Abstract**

**Objectives:** the aim of this end-of-degree project is to investigate, by means of a bibliographic review of the scientific literature, the degree of involvement of the different facilities most frequently involved in the main outbreaks caused by *Legionella pneumophila*.

**Materials and methods:** in order to carry out this work, a bibliographic review of articles published in the scientific databases MEDLINE (through PubMed) and SciELO, in both English and Spanish, dealing with the risk of facilities involved in outbreaks of *Legionella pneumophila*, was carried out.

**Results:** The comprehensive analysis of 19 studies highlighted hot water storage tanks and cooling towers as the main facilities implicated in outbreaks of legionellosis. In addition, other facilities, such as neonatal humidifiers and public fountains, among others, were identified as possible sources of outbreaks. Of these 19 articles, the largest number of people affected with the highest mortality rate was associated with an outbreak linked to a cooling tower in Portugal, highlighting the relevance of effective control and maintenance of these facilities to prevent serious disease outbreaks, especially legionellosis, in various contexts.

**Conclusions:** The literature review highlights the crucial importance of reviewing the design of water installations, such as cooling towers and hot water storage tanks, to prevent outbreaks of *Legionella pneumophila*. The need for preventive measures, constant monitoring and continuous surveillance at sites with previous cases, together with an updated census of at-risk facilities, is emphasized. Future evaluation of the impact of Royal Decree 487/2022 on the reduction of cases in Spain is anticipated. In addition, the urgency of adapted strategies and the importance of continuous research to improve preventive measures in outbreaks of legionellosis are highlighted.

**KEY WORDS:** *Legionella*, pneumonia, water, disease outbreaks.

## 1. Introducción

### 1.1. *Legionella* sp

La bacteria *Legionella* es una bacteria clasificada en la familia *Legionellaceae* y el género *Legionella*. Se han identificado 62 especies distintas como *pneumophila*, *beliardensis*, *brunensis*, *micdadei* y *anisa*, entre otras. Además, cuenta con más de 70 serogrupos, siendo los serogrupos 1,4 y 6 de *Legionella pneumophila* y *Legionella micdadei* los más comúnmente asociados con enfermedades. <sup>1</sup>

Las bacterias pertenecientes al género *Legionella* son microorganismos de tipo gramnegativo con una morfología que puede ser bacilar o pleomórfica. Son organismos aerobios que no forman esporas ni poseen cápsulas, que su vida y crecimiento es en medio acuático a temperaturas entre los 25°C y los 45°C, siendo su temperatura óptima de crecimiento entre 37°C y 42°C. Si la temperatura disminuye por debajo de los 20°C la bacteria se encuentra en estado latente, si es superior a 45°C ya no se multiplica, y siendo superior a 70°C muere. <sup>2</sup>

En cuanto a su nicho natural, éste es el suelo y las aguas dulces superficiales, algunos ejemplos son los lagos, ríos o embalses. Desde estos reservorios naturales, mediante los sistemas de abastecimiento de las ciudades, coloniza las redes de distribución de agua, ya sea de agua de consumo u de otros sistemas que requieren agua para poder funcionar, en los que se puede dispersar como aerosol. Por ello, es una bacteria que tienen una distribución mundial. <sup>1</sup>

Una de las características morfológicas de esta bacteria es que posee la capacidad de crecer intracelularmente en protozoos y en macrófagos humanos. Debido a ello, tienen como mecanismo de supervivencia crecer en instalaciones y ambientes en presencia de amebas, multiplicándose en el interior de éstos con unas condiciones ambientales no favorables, y haciendo más difícil su destrucción. <sup>1</sup>

Esta característica morfológica le da una gran capacidad de resistencia en su nicho natural, protegiéndose contra algunos antibióticos y antisépticos. De

hecho, sólo la combaten los antibióticos que penetran en las células. Si no se frena la proliferación de la bacteria, se aumenta su supervivencia en instalaciones, riesgo de infección y propagación de la infección. <sup>1</sup>

<b>Temperatura</b>	Rango entre 25°C- 45°C. Crecimiento óptimo entre 35°C-37°C.
<b>Estancamiento de agua</b>	Existencia de zonas muertas, con baja velocidad de circulación.
<b>Calidad del agua</b>	Presencia de nutrientes, depósitos de sólidos en suspensión, conductividad, turbidez, etc.
<b>Tipo de superficie en contacto con el agua</b>	Tipo de material (celulosa, madera, etc.), rugosidad, depósitos cálcicos, corrosión.
<b>Depósitos biológicos (biocapa)</b>	Protozoos, algas, bacterias.

*Tabla 1. Condiciones favorables a la proliferación de Legionella. <sup>1</sup>*

## 1.2. Legionelosis

La legionelosis se trata de una enfermedad aguda producida por la bacteria *Legionella*, manifestándose en dos cuadros clínicos y epidemiológicos distintos: la enfermedad del legionario y la fiebre de Pontiac. <sup>3</sup>

La enfermedad del legionario se caracteriza por un síndrome de neumonía de variada presentación clínica, abarcando desde formas leves hasta casos graves con insuficiencia respiratoria y fallo multiorgánico. Los pacientes con mayor predisposición a contraer la enfermedad son aquellas que están bajo tratamiento con inmunosupresores o han recibido un trasplante de órgano sólido. Sin embargo, la mayoría de los casos se registran en individuos de edad avanzada, fumadores o con broncopatía. Además, el periodo de incubación oscila entre 2 y 10 días, siendo generalmente de 5 a 6 días. <sup>3</sup>

La legionelosis se manifiesta tanto en casos esporádicos como en brotes epidémicos, siendo común distinguir entre el entorno comunitario y el hospitalario. <sup>3</sup> Se consideran brotes comunitarios si hay dos o más casos en un mes o menos, en individuos que hayan estado en el mismo lugar en los 2 a 10 días previos al inicio de los síntomas. Por otro lado, un brote nosocomial se refiere a dos o más casos confirmados que ocurrieron en personas hospitalizadas en el mismo lugar en los 2 a 10 días anteriores al inicio de los primeros síntomas. En ambos casos, se considera cuando hay al menos dos casos identificados. <sup>4</sup> En el brote comunitario, la mayoría de los casos son esporádicos y no están vinculados a brotes conocidos. Sin embargo, en entornos hospitalarios, la presentación recurrente de casos o brotes ha llevado a denominarla legionelosis nosocomial endémica. En general, los brotes prolongados atribuidos a la contaminación de los sistemas de abastecimiento de agua por *Legionella*, son causados por torres de refrigeración contaminadas que a través de la emisión de aerosoles expanden la bacteria. <sup>3</sup>

La forma más común de presentación de la enfermedad son los casos esporádicos en la comunidad, seguidos en orden de frecuencia los brotes comunitarios. Los casos de origen nosocomial ocupan la tercera posición en cuanto a frecuencia. Además, los casos adquiridos durante viajes pueden ser clasificados tanto como parte de brotes comunitarios como esporádicos de la comunidad, aunque también pueden ser considerados como un grupo distintivo por sí mismos. <sup>3</sup>

Por otro lado, el segundo cuadro clínico es la fiebre de Pontiac. Este cuadro clínico se manifiesta como un proceso epidémico de carácter leve, semejante a una gripe, y caracterizado por fiebre, artralgias y afectación general.

Además, es característico porque los enfermos se recuperan espontáneamente sin tratamiento tras 2-5 días, siendo su período de incubación entre 5 y 66 horas, generalmente situándose en un rango de 24 a 48 horas. <sup>3</sup>

Esta forma de enfermedad afecta principalmente a personas jóvenes y saludables, y su incidencia conocida es muy baja, siendo considerablemente menos frecuente que la enfermedad del legionario. Aunque posiblemente existan formas esporádicas, la ausencia de una prueba diagnóstica dificulta su reconocimiento. <sup>3</sup>

Esta enfermedad es relevante en el ámbito de la salud pública, debido a su tendencia a manifestarse en brotes, ya sea en la comunidad o en entornos hospitalarios. Además, su elevada letalidad, especialmente entre personas de edad avanzada o con patologías previas, así como su impacto económico, particularmente en regiones con industria turística, subrayan su relevancia. <sup>4</sup>

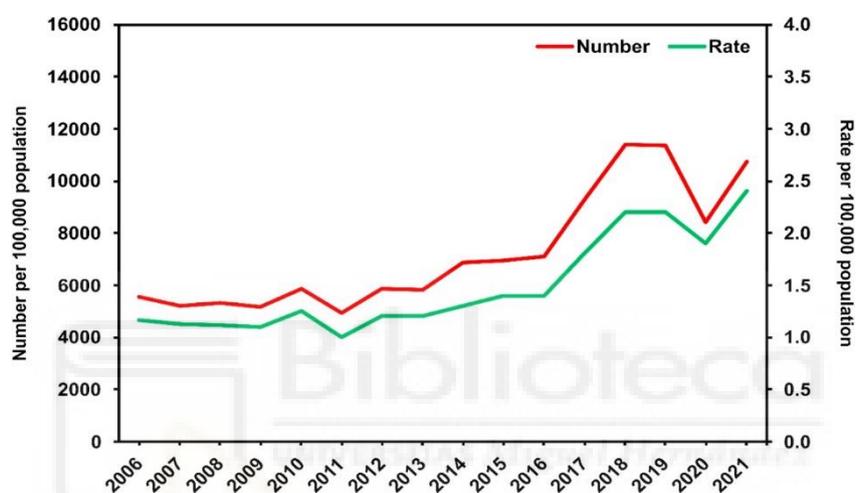
### **1.3. Primer brote declarado**

La legionelosis fue inicialmente reconocida durante un significativo brote epidémico de neumonía que afectó a los participantes de la convención de la Legión Americana en un hotel de Filadelfia (Estados Unidos) en 1976. Fue aproximadamente cinco meses después de este brote cuando se identificó como agente etiológico a la *Legionella pneumophila*, un bacilo que hasta entonces no había sido reconocido como causante de enfermedad en seres humanos. El análisis de especímenes recopilados con anterioridad permitió vincular este agente con brotes epidémicos ocurridos aproximadamente tres décadas antes. <sup>3</sup>

### **1.4. Legionelosis en Europa**

Mirando con perspectiva los brotes de legionelosis, en los últimos años, el Centro Europeo para la Prevención y el Control de Enfermedades (ECDC) ha registrado un incremento en la cantidad de brotes de *Legionella* notificados, así como en el número de casos confirmados en los países pertenecientes a la Unión Europea (Figura 1). De 2015 a 2021, el ECDC documentó 127 brotes en

la comunidad y en entornos hospitalarios en la región de la Unión Europea/Espacio Económico Europeo (UE/EEE). La mayoría de estos brotes, definidos como la presencia de dos o más casos relacionados en tiempo y lugar con la sospecha de una fuente común de infección o historial de viaje, fueron esporádicos y adquiridos en la comunidad. Entre aquellos con fuentes identificadas, 23 estuvieron vinculados a entornos hospitalarios y seis a centros geriátricos. En general, los brotes han estado principalmente concentrados en países de Europa occidental, incluyendo Francia, Alemania, Italia, Países Bajos, Portugal, España y el Reino Unido. <sup>5</sup>



*Figura 1. Cantidad total y tasa de incidencia de casos de la enfermedad del legionario por cada 100,000 habitantes en la Unión Europea/Espacio Económico Europeo (UE/EEE), conforme a los informes epidemiológicos anuales del ECDC. Se debe tener en cuenta que el Reino Unido se retiró de la UE en 2020, por lo que los datos proporcionados aquí no incluyen la información del Reino Unido para el período 20-21. <sup>5</sup>*

## 1.5. Legionelosis en España

En cuanto a la distribución temporal de legionelosis en España, en el año 2019, la RENAVE (Red Nacional de Vigilancia de la Salud Pública) registró 1,579 casos de legionelosis, de los cuales 1,543 fueron casos autóctonos (con una tasa de incidencia de 3'28 por 100.000 habitantes) y 36 casos importados adquiridos en otros países. Además, a través de la red de vigilancia de casos relacionados con viajes del ECDC (ELDSNet), se informaron 97 casos en viajeros de otros

países que habían estado en nuestro país durante el período de incubación de la enfermedad. <sup>6</sup>

En el año 2020, se notificaron 1.365 casos, de los cuales 1.354 fueron autóctonos (con una tasa de incidencia de 2'86) y 11 importados. En ese mismo año, se registraron 22 casos asociados a viajes a España. La incidencia en 2020 fue un 13% menor que la registrada en 2019, marcando un descenso significativo después de tres años de aumento continuo (Figura 2). <sup>6</sup>

Sin embargo, en el año 2022 ha aumentado la notificación de la enfermedad. Este incremento se atribuye al impacto de la pandemia de COVID-19, que resultó en restricciones significativas de movimientos y viajes, así como a posibles dificultades en la vigilancia. La causa del aumento de casos esporádicos en el periodo analizado es difícil de determinar, aunque podría estar relacionada con una mayor capacidad de diagnóstico e identificación de la bacteria. Esto se evidencia tanto en fuentes de infección vinculadas al uso de dispositivos que emplean agua a presión como en ámbitos donde se presta especial atención al diagnóstico, como en los centros sociosanitarios. <sup>6</sup>

La enfermedad muestra una predilección por afectar más a hombres que a mujeres, así como a individuos de edad avanzada o con factores de riesgo como el hábito tabáquico o la inmunosupresión. En el caso de los hombres, la incidencia es notable durante la etapa activa de la vida, posiblemente vinculada a ciertas profesiones o trabajos (Figura 2). Además, es relevante señalar que España figura entre los países europeos con tasas más elevadas de legionelosis.

<sup>6</sup>

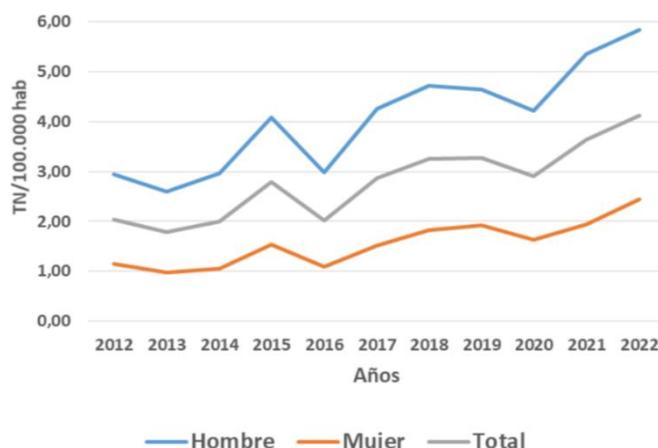


Figura 2. Legionelosis, tasas de notificación por 100.000 habitantes según el año de inicio de síntomas y el sexo. España (2012-2022).

## 1.5. Legislación vigente en España relacionada con la legionelosis

En España, la legionelosis es una enfermedad sujeta a declaración obligatoria según el anexo I del Real Decreto 2210/1995, del 28 de diciembre, que establece la creación de la red nacional de vigilancia epidemiológica. Los casos y brotes de legionelosis deben notificarse a través de esta red, facilitando la recopilación y análisis de información relacionada con la enfermedad. Este proceso tiene como objetivo detectar problemas, evaluar cambios temporales y espaciales, y contribuir a la implementación de medidas preventivas y de control contra la legionelosis. <sup>7</sup>

El Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis, regula el control de las instalaciones. Su propósito principal es proteger la salud humana a través de la prevención y control de la legionelosis. Esto se logra al establecer medidas sanitarias específicas destinadas a aplicarse en instalaciones propensas a la proliferación y diseminación de la bacteria *Legionella*. <sup>7</sup>

Su ámbito de aplicación abarca las instalaciones que podrían convertirse en focos de exposición humana a la bacteria, facilitando la propagación de la legionelosis durante su funcionamiento, pruebas de servicio o mantenimiento. Este alcance se extiende a instalaciones en edificios, medios de transporte, instalaciones recreativas, espacios urbanos, instalaciones de uso sanitario o terapéutico, así como cualquier instalación que utilice agua en su operación y genere, o tenga el potencial de generar, aerosoles que representen un riesgo para la salud de la población. <sup>7</sup>

Algunos ejemplos de instalaciones potencialmente propensas a la proliferación y diseminación de la legionelosis son: sistemas de agua sanitaria, torres de refrigeración, equipos de enfriamiento evaporativo, centrales humidificadoras industriales o humificadores. Es importante destacar que este real decreto no aplica a las instalaciones situadas en edificios destinados exclusivamente a viviendas, siempre que no impacten en el entorno exterior de dichos edificios. No obstante, en caso de sospecha de un riesgo para la salud pública, la autoridad sanitaria puede requerir la implementación de las medidas de control que se consideren adecuadas. <sup>7</sup>

La prevención de esta enfermedad de origen ambiental dependerá tanto de la identificación de nuevos riesgos y fuentes de infección, proporcionada por la vigilancia de la enfermedad, como del cumplimiento de esta legislación vigente. <sup>6</sup>

Además, el organismo de normalización español (UNE) reúne la norma UNE 100030 de Prevención y control de la proliferación y diseminación de *Legionella* en instalaciones. <sup>8</sup> Esta norma tiene como propósito establecer criterios y directrices destinados a prevenir y controlar la proliferación y propagación de bacterias del género *Legionella* en instalaciones y equipos, reduciendo al mínimo el riesgo de contraer enfermedades causadas por estos microorganismos.

Esta norma es aplicable a instalaciones que emplean agua en sus procesos, generen aerosoles o estén ubicadas tanto en interiores como exteriores de edificaciones, instalaciones industriales o medios de transporte, ya que pueden representar posibles focos de propagación de la enfermedad durante su operación, pruebas de servicio o labores de mantenimiento.

## **2. Objetivos**

El objetivo principal de este trabajo de fin de grado consiste en realizar una investigación mediante una revisión bibliográfica en la literatura científica, tras una búsqueda en las diferentes bases de datos científicas, del grado de implicación de las diferentes instalaciones implicadas con mayor frecuencia en los principales brotes causados por *Legionella pneumophila*.

### **3. Materiales y métodos**

#### **3.1. Diseño y fuente de obtención de datos**

Para la realización de este trabajo se ha llevado a cabo una revisión bibliográfica de artículos publicados en bases de datos científicas. La información finalmente ha sido obtenida mediante la consulta directa y acceso, vía internet, de la literatura científica recuperada en las siguientes bases de datos: MEDLINE (a través de PubMed) y SciELO.

#### **3.2. Tratamiento de la información**

Para llevar a cabo la búsqueda, se utilizaron las siguientes palabras claves:

*Legionella / Legionella*

Pneumonia/ Neumonía

Water / Agua

Disease outbreaks / Brotes de enfermedad

Estas palabras fueron buscadas en DeCS (Descriptores en Ciencias de la Salud) para que se convirtieran en descriptores, de forma que se pudiese buscar en los distintos tesauros como MeSH (Medical Subject Headings), proporcionando un vocabulario controlado que facilita la selección de términos apropiados para realizar búsquedas de información eficientes en diversas bases de datos. Además, la utilización del tesauro contribuye a mitigar la sinonimia y homonimia que se produciría si no fuese utilizado.

Para realizar la búsqueda, se emplearon estas palabras clave en inglés, ya que este idioma sirve como vehículo principal en la ciencia y es utilizado para redactar la gran mayoría de artículos científicos. Sin embargo, SciELO es una excepción, debido a que ésta es una base de datos que está orientada a Iberoamérica, y la mayoría de información estará en español y portugués.

Se elaboraron ecuaciones de búsqueda con la utilización del operador booleano AND, utilizando todas las palabras claves nominadas previamente, y

utilizando la palabra clave “disease outbreaks” tanto en singular como en plural para ampliar el campo de búsqueda. Además, apliqué ciertos criterios o filtros en cuanto a la disponibilidad del texto como: “abstract” o “full text”, de forma que fuesen textos que pudiese leer en la misma página para saber si eran del tema de interés o no, y que fuesen potencialmente legibles.

Por otra parte, se empleó un criterio específico en la ecuación previamente mencionada: limitar la búsqueda a aquellos publicados a partir del año 2012. Se seleccionó los textos de los últimos 12 años, teniendo en cuenta el aumento de la incidencia en la enfermedad del legionario en los últimos años, y, en consecuencia, el aumento de estudios al respecto. De esta forma, la búsqueda final fue: (((water) AND (pneumonia)) AND (disease outbreaks)) AND (disease outbreak) AND (legionella). Esta búsqueda se realizó en noviembre de 2023.

### **3.3. Selección final de los artículos**

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión tras la búsqueda:

#### **Criterios de inclusión**

- Artículos que concuerden con el objetivo principal del trabajo.
- Artículos originales que hayan sido sometidos a una revisión por pares.
- Artículos potencialmente legibles.

#### **Criterios de exclusión**

- Artículo redactado completamente en un idioma diferente al español, inglés o portugués.
- Artículo que no esté disponible para su lectura de forma completa.
- Artículos con una antigüedad inferior a 12 años.

## 4. Resultados

La estrategia de búsqueda ha consistido en una identificación y cribado de todos los artículos encontrados en Medline. Una vez aplicados todos los criterios de búsqueda, han sido finalmente seleccionados e incluidos un total de 19 artículos con el objetivo de ser estudiados de forma exhaustiva mediante una revisión sistemática.

He seleccionado los siguientes artículos científicos para mi revisión sistemática debido a su distribución tanto geográfica como temporal. Estos estudios están espaciados en el tiempo y abarcan varias áreas geográficas, lo que proporciona una variedad significativa de perspectivas y contextos.

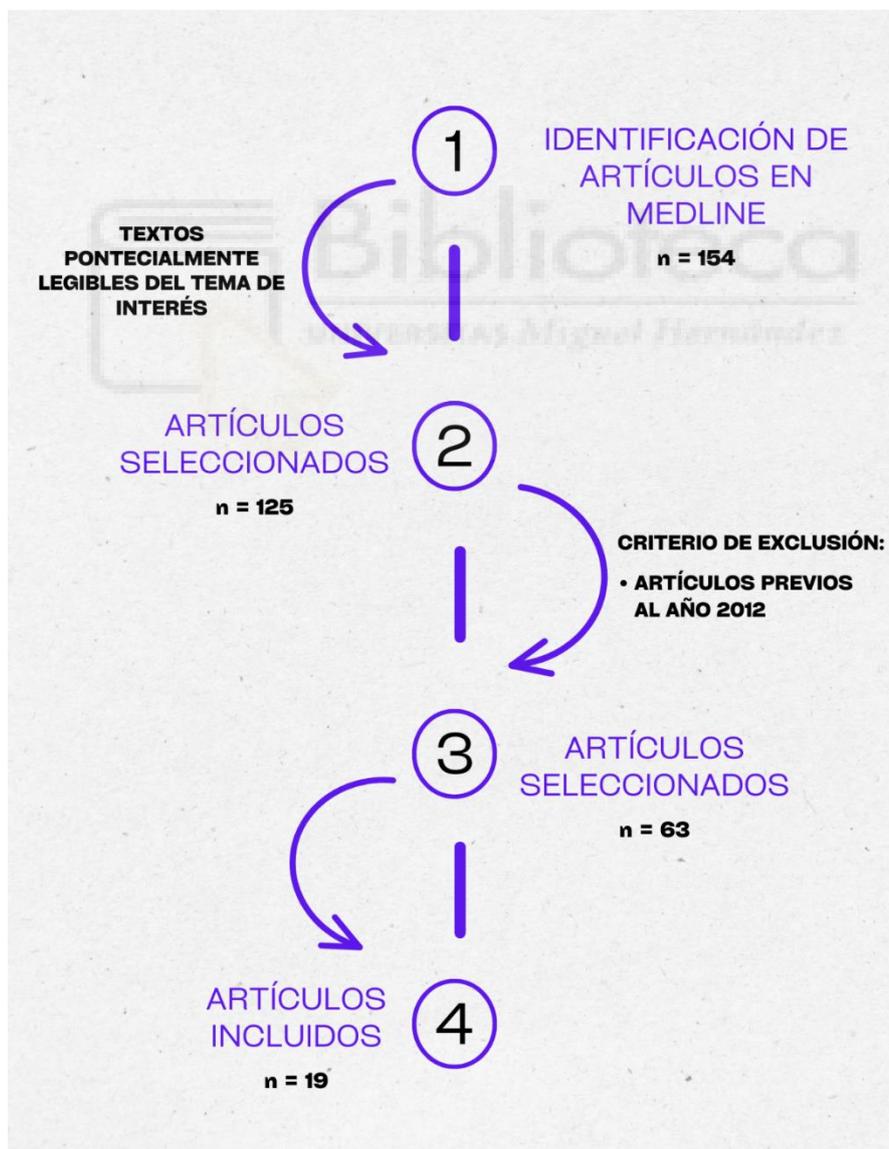


Figura 1. Diagrama de flujo: selección e inclusión de artículos.

Autor, año de publicación	País	Objetivo y diseño	Resultados	Conclusión
Dufresne et al., 2012	Canadá	Se investigaron acumuladores de agua caliente en hogares con casos confirmados de legionelosis esporádica adquirida en la comunidad (SCAL), utilizando huellas dactilares moleculares. Se trata de un estudio de cohortes prospectivo.	De 36 pacientes con SCAL incluidos en el estudio, se observó que el 33% residía en hogares donde los acumuladores de agua caliente residenciales estaban contaminados con <i>Legionella</i> , principalmente <i>L. pneumophila</i> . Aunque la tasa de exposición fue relativamente elevada, solo el 14% de los pacientes (5 de 36) desarrollaron neumonía a causa de un aislado de <i>Legionella</i> que era microbiológicamente similar y que contaminó su sistema de distribución de agua caliente doméstica.	Se confirmó la presencia de <i>Legionella spp.</i> en los acumuladores de agua caliente en hogares de pacientes con SCAL. Algunos desarrollaron neumonía relacionada con aislamientos de <i>Legionella</i> similares a los encontrados en sus acumuladores de agua caliente, lo que sugiere que haya sido el origen de la infección. Se propuso una evaluación mayor de las intervenciones, especialmente para pacientes de alto riesgo que residen en hogares con sistemas de distribución de agua contaminados por <i>Legionella</i> .

White et al., 2012	Nueva Zelanda	Investigar un brote comunitario de enfermedad del legionario en Nueva Zelanda, identificando el origen del brote y demostrando el valor de los métodos espaciales para la salud pública. Se trata de un estudio de casos y controles.	Se registraron 19 casos confirmados de <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1 (Lp <sub>sg</sub> 1), con tres muertes. Un estudio identificó asociación geográfica entre los casos, sin exposiciones comunes específicas. Además, una investigación espacial reveló siete grupos significativos, originados en la misma área, sugiriendo una dispersión de aerosoles a través del viento del suroeste. Cuatro de cada cinco casos compartían alelos, coincidiendo con aislamientos de una torre de refrigeración. La fuente probable de estos grupos fue aquella torre.	La conclusión indicaría que la dispersión máxima en este brote es de 11,6 km. Este estudio resaltó la utilidad de las técnicas geoestadísticas en la epidemiología de enfermedades infecciosas y en la provisión de información oportuna durante las investigaciones de brotes.
Yiallourous et al., 2013	Chipre	Investigar un gran brote nosocomial de <i>Legionella</i> en recién nacidos, ocurrido en	9 de los 32 recién nacidos expuestos a una fuente contaminada contrajeron la infección por <i>Legionella</i> . 6 de estos presentaron infiltrados pulmonares,	Se recomienda abstenerse de emplear humidificadores en unidades neonatales debido al elevado riesgo de propagación de

		<p>Chipre, proporcionando nueva información sobre las características clínicas y epidemiológicas de la enfermedad en este grupo concreto de edad. Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.</p>	<p>aunque en 3 casos no se observaron hallazgos radiológicos anormales, y la sintomatología fue leve. En cambio, en 4 recién nacidos, los infiltrados pulmonares fueron bilaterales y extensos al momento de la presentación, dando lugar a 3 fallecimientos, con una tasa de mortalidad del 50% entre aquellos con infiltrados pulmonares y una mortalidad general del 33,3%. Se determinó que la fuente de infección fue un humidificador de niebla de sistema frío recientemente instalado en la enfermería del hospital, el cual estaba lleno con agua contaminada.</p>	<p><i>Legionella</i> en recién nacidos. Además, destacó que se debe considerar la posibilidad de legionelosis en bebés recién nacidos ante la presencia inicial de signos infecciosos que sigan un curso atípico, incluso en ausencia de infiltrados pulmonares.</p>
Scaturro et al., 2015	Italia	Investigar un brote inusualmente prolongado de	De 43 casos de legionelosis diagnosticados, 5 de ellos fueron mortales. Se lograron obtener dos	A pesar de la desinfección del suministro de agua, la incidencia de legionelosis se mantuvo alta hasta

		<p>legionelosis en una ciudad de Italia, buscando identificar la fuente de la infección mediante análisis epidemiológicos y microbiológicos, incluyendo la contaminación en sistemas de agua domésticos. Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.</p>	<p>muestras clínicas, las cuales fueron del tipo ST23, coincidiendo con los aislamientos ambientales encontrados tanto en los hogares de la mayoría de los pacientes con resultados positivos para <i>Legionella</i> (52%) como en una fuente pública. Además, en 2008 se implementó un proceso de cloración continua. Esta acción resultó en una disminución del 50% en los casos, aunque la incidencia permaneció diez veces por encima del promedio italiano hasta finales de 2013, cuando finalmente descendió a la tasa esperada.</p>	<p>2012. Análisis retrospectivos de la dirección del viento predominante sugieren que una torre de refrigeración oculta podría haber sido la principal causa de este brote poco común. La falta de registros obligatorios de torres de refrigeración y limitaciones en la identificación de fuentes contribuyeron a la dificultad para detener éste, de ahí la importancia de contar con la mayor cantidad posible de aislados clínicos para compararlos con aislados ambientales, facilitando la prevención y detección de los brotes.</p>
Demirjian et al., 2015	Estados Unidos	<p>Investigar un brote de origen nosocomial de <i>Legionella</i> en Pennsylvania, y evaluar</p>	<p>Identificaron 5 casos confirmados y 17 casos sospechosos de Enfermedad del Legionario (LD) vinculados a la atención hospitalaria, con 6</p>	<p>Este brote tuvo su origen en el sistema de agua potable del hospital, resaltando la necesidad de mantener una elevada sospecha de <i>Legionella</i></p>

		<p>los factores implicados en el hospital mediante el empleo de ionización de cobre y plata, con el objetivo de evitar el desarrollo de <i>Legionella</i> en el sistema de agua. Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.</p>	<p>fallecimientos. De 25 muestras ambientales, principalmente de agua potable, 23 mostraron crecimiento de <i>Legionella</i>. Se identificaron 11 aislados que eran idénticos a 3 aislados clínicos mediante la tipificación basada en secuencias. Aunque las concentraciones medias de cobre y plata estuvieron igual o por encima de los niveles recomendados, todas las muestras analizadas con estas concentraciones mostraron crecimiento de <i>Legionella</i>.</p>	<p>(LD) en el ámbito de la atención hospitalaria, incluso cuando se implementan programas de desinfección a largo plazo. La incidencia subraya la importancia de la vigilancia constante para prevenir riesgos asociados con la <i>Legionella</i> en entornos de atención hospitalaria.</p>
Maisa et al., 2015	Alemania	<p>Investigar un brote de enfermedad del legionario asociado con torres de enfriamiento en Warstein, el mayor brote en Alemania hasta la fecha. Además, se llevó</p>	<p>De 159 casos sospechosos, 78 fueron casos confirmados mediante pruebas de laboratorio, incluyéndose 1 fallecimiento. Como resultado del estudio de casos y controles, se encontró que los casos tenían el doble de probabilidades de residir a una</p>	<p>Para disminuir la mortalidad y la morbilidad, se requiere una evaluación epidemiológica temprana, una identificación y seguimiento de posibles fuentes de contagio, así como la eliminación de aquellas que representen riesgos.</p>

		<p>a cabo un estudio de casos y controles con el objetivo de identificar potenciales fuentes de infección.</p> <p>Se trata de un estudio de casos y controles.</p>	<p>distancia de 3 km o menos de una fuente de infección identificada en comparación con los controles. En cuanto al origen de la infección, se demostró que lo más probable es que unas torres de refrigeración industriales fueran las causantes del brote.</p>	<p>Además, es crucial implementar pruebas de laboratorio rápidas y administrar tratamientos en las etapas iniciales de la enfermedad. Asimismo, es fundamental mantener las torres de refrigeración de acuerdo con las especificaciones para prevenir futuros brotes.</p>
Bédard et al., 2016	Canadá	<p>Identificar la fuente de un brote nosocomial de <i>Legionella pneumophila</i> y analizar la implicación del intercambiador de calor implementado en el acumulador de agua caliente en el año previo. Se trata de un análisis transversal.</p>	<p>Después de registrar dos casos de legionelosis nosocomial, la inspección del acumulador de agua caliente reveló una alta prevalencia de grifos que dieron positivo para <i>L. pneumophila</i> (22 de 25 en el ala A y 5 de 9 en el ala B). Además, se observó una significativa positividad en el intercambiador de calor del ala A, tanto en muestras de agua (3 de 3) como en hisopos del intercambiador de calor (4 de 5). El análisis de</p>	<p>Al año siguiente de implementar un intercambiador de calor diseñado para precalentar el agua del hospital, se registraron estos dos casos de legionelosis adquirida en dicha institución. No se habían reportado casos con anterioridad, a pesar de que la cepa idéntica de <i>L. pneumophila</i> fue aislada del acumulador de agua caliente en 1995. En consecuencia, la introducción del intercambiador de</p>

			genotipado del brote confirmó que el acumulador de agua caliente era la fuente de las infecciones.	calor propició el desarrollo de <i>L. pneumophila</i> , posiblemente contribuyendo a los casos clínicos confirmados.
Francois Watkins et al., 2016	Estados Unidos	Definir la extensión de un brote nosocomial de la enfermedad del legionario en Alabama, determinar el origen y poner fin a la propagación de éste. Se trata de un estudio de cohortes prospectivo.	En 12 semanas, se detectaron un total de 10 casos, comprendiendo 6 casos confirmados y 4 casos probables. El análisis ambiental reveló la presencia de <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1 (Lp1) en el suministro de agua en 9 de las 10 instalaciones evaluadas, abarcando todas las habitaciones de pacientes sujetas a análisis. Los 3 aislamientos clínicos coincidieron con los aislamientos ambientales de la unidad, mostrando positividad para MAb2 y perteneciendo al tipo de secuencia ST36. Después de la implementación de restricciones en el uso del agua seguidas por filtros en	La fuente probable de este brote se atribuye a la contaminación del sistema de agua potable de la unidad con la cepa Lp1 ST36. Es esencial que se realicen pruebas de <i>Legionella</i> (LD) de manera regular a los pacientes que manifiestan neumonía, especialmente aquellos que desarrollan la enfermedad después de haber estado hospitalizados durante al menos 2 días. En caso de que se identifique un solo caso de LD claramente vinculado con la atención hospitalaria, se debe llevar a cabo una investigación exhaustiva.

			los puntos de consumo, no se registraron nuevos casos de exposición.	
Kuroki et al., 2017	Japón	Investigar un brote ocurrido en un spa en Japón, confirmando el origen de infección y el serogrupo de <i>Legionella pneumophila</i> causante de la infección. Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.	En un periodo de menos de 20 días, fueron notificados 7 casos de neumonía por <i>Legionella</i> . Los 7 pacientes afirmaron haber visitado previamente un spa, antes de que se manifestara la enfermedad. Se identificó la presencia de <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1 en el esputo de cuatro pacientes, mientras que en un paciente se detectaron <i>L. pneumophila</i> serogrupos 1 y 13. La investigación epidemiológica y los hallazgos de laboratorio indicaron que la falta de cloración adecuada en el agua de la bañera y los sistemas de circulación propiciaron la colonización de <i>Legionella</i> en el spa.	Se concluyó que las cepas pertenecientes al serogrupo 1 y 13 de <i>L. pneumophila</i> fueron responsables del brote, y se observó una conexión genética entre estas cepas. Por otra parte, se sugirió que el spa implementara una gestión de alta calidad y prácticas efectivas de control de infecciones. Además, es importante que los clientes estén informados sobre el estado sanitario de este spa.

Lucas KD et al., 2018	Estados Unidos	Investigar un gran brote de enfermedad del legionario en una prisión estatal de California, buscando identificar la principal fuente de exposición y la morbilidad. Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.	De un total de 64 reclusos con posible enfermedad del legionario, 14 casos fueron confirmados. 13 reclusos (17%) requirieron hospitalización, sin ningún fallecido. Todos los reclusos residían o se situaban cerca del edificio central durante sus períodos de incubación. En consecuencia, se demostró que el agua y lodo de las tres torres de refrigeración del edificio central estaban contaminadas por <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1, lo que nos indica que éste fue el origen de la infección.	Un deficiente programa de gestión del agua, una biopelícula densa en las torres de refrigeración y las elevadas temperaturas ambientales previas al brote generaron condiciones propicias para la proliferación de <i>Legionella sp.</i> En consecuencia, se emitió una orden a todas las prisiones estatales para que establecieran procedimientos destinados al adecuado mantenimiento de sus torres de refrigeración.
Russo et al., 2018	Portugal	El propósito de esta investigación consiste en examinar si la propagación de <i>Legionella</i> en Portugal en el gran brote de 2014	377 personas fueron infectadas por <i>Legionella pneumophila</i> , con 14 fallecidos. Mediante el enfoque de Allwine y Whiteman, los resultados relativos a los índices de transporte crítico diario promedio para el periodo	La principal vía de transmisión se originó a través de la inhalación de aerosoles contaminados en el agua, provenientes de los sistemas de torres de refrigeración. La situación empeoró considerablemente debido

		<p>estuvo vinculada a la presencia de condiciones de recirculación y estancamiento. Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.</p>	<p>1989-2007 revelan de manera evidente la propensión al estancamiento en la cuenca atmosférica. Estos eventos muestran una presencia dominante durante la mayor parte del periodo de estudio, abarcando el 42%, en contraste con la ocurrencia de recirculación (18%) y eventos de ventilación (17%). No obstante, el año 2014 destaca como excepcional en comparación con el periodo 1989-2007, ya que el 53% y el 33% de los días se clasificaron como estancados y de recirculación, respectivamente.</p>	<p>a la elevada humedad relativa y a una inversión térmica que restringió la dispersión de bacterias.</p>
Faccini et al., 2020	Italia	<p>Investigar un gran brote de legionelosis causada por <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1 (Lp1).</p>	<p>Se diagnosticaron 52 casos, incluidas 5 muertes, el mayor brote registrado en Italia hasta la fecha. A través de una investigación ambiental, se concluyó que una fuente pública en un</p>	<p>En conclusión, la fuente pública fue el origen de este brote masivo, la alta carga bacteriana en el sistema de recirculación de agua, junto con las lluvias extremas, generó partículas</p>

		Se trata de un estudio de casos y controles.	jardín fue el origen del brote, ya que la recirculación del agua en la fuente, combinada con altas temperaturas y eventos de lluvia extrema, creó un ambiente propicio para el crecimiento de <i>Legionella</i> .	contaminadas que se dispersaron desde la fuente. La combinación de estudios epidemiológicos y análisis ambientales fue crucial para identificar y controlar la fuente de este brote.
Scaturro et al., 2021	Italia	Identificar la fuente de origen de un brote masivo inusual de legionelosis en Italia. Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.	Se registraron 33 casos de <i>L. pneumophila</i> de serogrupo 2 (Lp2), 2 de ellos fueron mortales. Los casos fueron negativos para la prueba de antígeno urinario (UAT), y se aisló Lp2 ST1455 en 3 casos confirmados por cultivo. También 2 resultaron positivos mediante PCR. Además, en 24 casos, al menos uno de los 2 análisis de PCR en tiempo real dio resultados positivos. En 15 de estos casos, la prueba de PCR en tiempo real que diferencia entre los serogrupos Lp 1-15 y Lp1 indicó la presencia de ADN	En conclusión, este brote es el primer brote conocido causado por Lp2, y destaca las limitaciones de la UAT en el diagnóstico de la enfermedad del legionario (LD), subrayando la importancia de emplear diversas pruebas para asegurar la detección de serogrupos diferentes al serogrupo 1, así como de otras especies de <i>Legionella</i> .

			de Lp 2-15. Después de recoger 533 muestras de agua ambiental, 34 resultaron positivas para <i>L. pneumophila</i> . Además, se identificó agua recolectada en el río Chiese y sus canales de riego como la posible fuente potencial de la infección.	
Ricci et al., 2021	Italia	Identificar la fuente de origen de un brote comunitario de <i>Legionella pneumophila</i> en Italia. Se trata de un análisis transversal.	De 3 de los casos sospechosos, 2 fueron confirmados por laboratorio, y 1 de ellos falleció. La prueba de antígenos urinarios fue positiva en ambos pacientes y se obtuvo aislamiento cultural de <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1 mediante fragmentos de tejido pulmonar del paciente que falleció. 6 muestras de agua recogidas en los apartamentos de los pacientes y en la caldera del agua caliente sanitaria fueron positivas para <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1.	Se concluyó que ambos casos habían contraído la infección a través del acumulador de agua caliente de sus respectivos apartamentos, en el mismo edificio. La colonización de las duchas domésticas se ha reportado con regularidad, y aunque el riesgo de infección suele ser más elevado en personas inmunodeprimidas y ancianos, se recomendó encarecidamente realizar revisiones más frecuentes.

Kessler et al., 2021	Estados Unidos	<p>Investigar un brote nosocomial de legionelosis, en el que existía una ionización de cobre y plata para la desinfección del agua potable.</p> <p>Se trata de un estudio de casos y controles.</p>	<p>En el hospital se detectaron 13 casos de <i>Legionella</i> adquirida. El análisis wgMLST reveló que más del 99,9% de los alelos eran compartidos entre las cepas aisladas de muestras clínicas y de agua. La evaluación ambiental señaló modificaciones en el sistema de agua del hospital en el mes previo al brote. Finalmente, gracias a diversos esfuerzos de mitigación y la implementación de filtros de agua en el punto de uso, se logró contener la propagación del brote.</p>	<p>Según la investigación epidemiológica, parece que la fuente más probable de este brote es el agua potable caliente. El brote fue desencadenado por cambios en la estructura del circuito de agua y en el sistema de ionización de cobre y plata justo antes del brote. Es posible que los calentadores de agua retenidos y las tuberías asociadas hayan actuado como depósitos de agua estancada, favoreciendo la proliferación de <i>Legionella</i>.</p>
Sakhaee et al., 2022	Irán	<p>El objetivo de este estudio es investigar la correlación entre los serogrupos de <i>Legionella pneumophila</i> aislados de pacientes con neumonía asociada</p>	<p>De 280 muestras de lavado broncoalveolar (BAL) de pacientes con neumonía asociada a ventilador (NAV) en la unidad de cuidados intensivos (UCI), se identificaron 24 muestras positivas para <i>L. pneumophila</i> mediante métodos</p>	<p>Los resultados de la secuenciación revelaron que todas las muestras clínicas positivas y el 60,8% de las muestras ambientales correspondían al serogrupo 1 de <i>L. pneumophila</i>. Este informe constituye la primera evidencia en</p>

		<p>a ventilador y a los recursos hídricos en cuatro hospitales ubicados en Teherán, Irán.</p> <p>Se trata de un análisis transversal.</p>	<p>moleculares. Mientras que, en recursos hídricos, se identificaron de 116 muestras, 23 positivas para <i>L. pneumophila</i>.</p> <p>En este análisis, se identificó el sistema de agua como la fuente de infección, principalmente en el agua utilizada en la UCI, así como el agua del grifo.</p>	<p>Irán que señala diferencias menores en la distribución de serogrupos entre cepas ambientales y clínicas. No obstante, se requieren estudios adicionales para validar esta relación en diversas regiones del país.</p>
Ye et al., 2022	China	<p>Investigar un brote comunitario de la enfermedad del legionario en el contexto de la pandemia de COVID-19.</p> <p>Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.</p>	<p>15 casos de legionelosis en un período de 16 días, todos ellos con neumonía antes del ingreso al hospital y con resultado negativo a la prueba de COVID-19. 5 de los casos tenían historial de exposición en nuestro hospital, mientras que los otros 10 residían o trabajaban en un área dentro de un radio de 2 km. Se llevaron a cabo análisis de agua en el hospital, así como en los edificios</p>	<p>La fuente de infección fueron unas torres de refrigeración contaminadas, las cuáles se clausuraron y se sometieron a tratamiento con hipoclorito de sodio para su desinfección. Después, se efectuaron pruebas de <i>Legionella</i> en las torres de refrigeración mediante cultivos, y todos los resultados fueron consistentemente negativos. La detección temprana de la</p>

			<p>cercanos. 3 muestras de agua tomadas de torres de refrigeración en el hospital dieron un resultado positivo para <i>Legionella</i>, así como 1 muestra positiva en uno de los edificios. Se realizaron pruebas y se inició el tratamiento de manera temprana para los casos sospechosos del brote, y todos los afectados fueron dados de alta con resolución de la neumonía.</p>	<p>enfermedad y la aplicación oportuna del tratamiento contribuyeron a una mejora en los resultados.</p>
<p>Rousseau et al., 2022</p>	<p>Francia</p>	<p>Investigar un brote comunitario de enfermedad del legionario causada por <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1 en Francia. Se trata de un análisis transversal.</p>	<p>18 casos fueron confirmados mediante la prueba de antígeno urinario, sin ninguna muerte. El análisis en una piscina de un centro de terapia acuática, relacionado a los casos, reveló 7 aislamientos de <i>L. pneumophila</i>. La secuenciación del genoma completo confirmó la relación entre los aislados ambientales y clínicos,</p>	<p>La investigación resalta el riesgo para la salud pública asociado a los centros de terapia acuática. Se subraya la necesidad de medidas específicas para mejorar la salud y seguridad en las instalaciones acuáticas. Además, la importancia del mantenimiento adecuado en la prevención de brotes similares se</p>

			identificando la principal causa del brote una falta de mantenimiento de las instalaciones.	destaca como una conclusión clave del estudio.
Mentula et al., 2023	Finlandia	Investigar un brote inusual de legionelosis relacionado a sistemas de agua domiciliarios y hospitalarios. Se trata de un estudio de cohortes retrospectivo.	La investigación se inició en marzo de 2021, cuándo se detectó un brote de 5 casos de legionelosis. Aparecieron 4 casos más durante abril y mayo de 2021, y se detectaron retrospectivamente otros casos entre 2020 y 2021 vinculados a este brote. De 12 casos en total, 9 fueron residenciales y 3 nosocomiales (con 1 fallecido). Se confirmaron por la prueba urinaria de antígenos 10 de los 12 casos. Además, 9 de ellos presentaban la bacteria <i>L. pneumophila</i> serogrupo 1 (Lp 1) en sus instalaciones, y 15 muestras de agua del hospital dieron positivo para Lp 1.	En conclusión, aunque se habían registrado casos en diversos edificios residenciales y en un hospital, todos estos lugares compartían una red de agua común, origen de este brote masivo. Una vigilancia mejorada, que incorporó análisis de muestras de agua a nivel individual junto con la secuenciación de genomas completos para los aislamientos, resultó fundamental para identificar y caracterizar este brote. Las prácticas de mantenimiento deficientes y la susceptibilidad de los afectados, fueron factores que contribuyeron al desarrollo del brote.

Tabla 2. Resumen de los resultados obtenidos mediante una revisión de la literatura científica. Artículos incluidos en la revisión sistemática.

## 5. Discusión

Tras el estudio a fondo de los anteriores 19 artículos seleccionados, se llevó a cabo una investigación comparativa con el objetivo de derivar conclusiones respaldadas en estudios confiables y aceptados en la comunidad científica.

Una de las principales instalaciones implicadas con mayor frecuencia en brotes de *Legionella pneumophila*, identificada como fuente de infección en 6 de los 19 artículos analizados, son los acumuladores de agua caliente. En concreto, 4 de ellos fueron brotes comunitarios. En el estudio realizado por Dufresne et al.<sup>9</sup>, en Canadá, demuestra que en los acumuladores de agua caliente se encuentran frecuentemente proliferaciones de *Legionella* spp, siendo así origen de infecciones en brotes comunitarios. Este estudio resaltó la necesidad de examinar minuciosamente estas instalaciones debido a su riesgo de contaminación, previniendo la propagación de la bacteria y los posibles brotes masivos derivados de ella. Otros ejemplos de la implicación de estas instalaciones en brotes de *L. pneumophila* incluyen un brote comunitario en Italia, investigado por Ricci et al.<sup>22</sup> en un edificio residencial, así como los estudios llevados a cabo en Japón (documentado por Kuroki et al.<sup>17</sup>) y en Francia (documentado por Rousseau et al.<sup>26</sup>), destacando la urgencia de garantizar los estándares de salud y seguridad en las instalaciones acuáticas, previniendo la aparición de brotes similares a los documentados.

Por otra parte, el estudio realizado en Canadá por Bédard et al.<sup>15</sup>, evidenció la importancia de evaluar cuidadosamente las intervenciones implementadas en entornos de atención hospitalaria, ya que se trata de un estudio enfocado a la legionelosis de origen nosocomial. En este estudio, se concluyó que una introducción de un intercambiador de calor en el hospital universitario de Sherbrooke fue lo que propició el brote de legionelosis. Además, el estudio realizado por Kessler et al.<sup>23</sup>, demostró que un cambio en la estructura de circuito de agua y el sistema de ionización de cobre-plata fue lo que desencadenó un brote nosocomial, ya que a pesar de la presencia de sistemas de ionización de cobre-plata, la colonización de *Legionella* en el sistema de agua potable persiste, especialmente después de alteraciones estructurales.

En consecuencia, todos estos estudios demuestran la importancia de llevar a cabo de forma minuciosa tanto la instalación, como la revisión de acumuladores de agua caliente o intercambiadores de calor, debido a su implicación en brotes tanto comunitarios como nosocomiales. La prevención efectiva de brotes requiere una colaboración multidisciplinaria y un seguimiento directo de la bacteria.

Las torres de refrigeración fueron, junto a los acumuladores de agua caliente, las principales instalaciones implicadas con mayor frecuencia en brotes de *L. pneumophila* (fuente de infección en 6 de 19 artículos). Todos los brotes de los estudios analizados en los que la fuente de infección fue una torre de refrigeración son de origen comunitario. En Nueva Zelanda, White et al. <sup>10</sup> confirmaron un brote comunitario con 19 casos y tres muertes, relacionados con aerosoles dispersados desde una torre de refrigeración. Otro ejemplo es en Italia, en el que Scaturro et al. <sup>12</sup> resaltaron la persistencia de *Legionella* a pesar de la cloración del agua. Y en Alemania, Maisa et al. <sup>14</sup> documentó un brote comunitario de 78 casos y una muerte, enfatizando la importancia de una evaluación temprana, identificación de fuentes, pruebas rápidas y mantenimiento adecuado para prevenir brotes futuros.

El estudio de Russo et al. <sup>19</sup>, en Portugal, registró un brote epidémico comunitario de *Legionella* con 377 casos y 14 fallecidos, el artículo seleccionado con mayor número de afectados y mayor tasa de mortalidad. La principal vía de transmisión fue la inhalación de aerosoles contaminados en el agua, provenientes de sistemas de torres de refrigeración. La situación se agravó debido a una elevada humedad relativa y a una inversión térmica que limitó la dispersión de las bacterias. Este incidente destaca la importancia de abordar eficazmente la contaminación en torres de refrigeración y resalta la influencia de las condiciones climáticas en la propagación de *Legionella*.

Otras instalaciones implicadas en brotes de *L. pneumophila* recopiladas en los artículos de este trabajo fueron: humidificadores en neonatos, una fuente pública en un jardín y unos canales de riego provenientes del sistema de abastecimiento de agua. En resumen, todos estos estudios destacan la importancia en el diseño, mantenimiento y control adecuado de las instalaciones que pueden dar lugar a una proliferación de la bacteria.

Además, en cuanto al aspecto genómico de la *Legionella*, la mayoría de los artículos analizados en el estudio se centran en *L. pneumophila* serogrupo 1, siendo esta la bacteria predominante en 17 de los 19 casos. Sin embargo, los trabajos de Yiallourous et al.<sup>11</sup> y Kuroki et al.<sup>17</sup> incluyen los serogrupos 3 y 13 respectivamente, mientras que el trabajo de Scaturro et al.<sup>21</sup> en 2021 documenta el primer brote provocado por el serogrupo 2. Este hallazgo resalta la importancia de utilizar pruebas diversas para asegurar la identificación de serogrupos distintos al serogrupo 1, así como de otras especies de *Legionella*.

Esta investigación exhaustiva de los 19 estudios seleccionados proporciona una perspectiva amplia y variada sobre cómo abordar la gestión de sistemas de agua y prevenir la propagación de *Legionella* en contextos específicos. Todos ellos destacan la necesidad de medidas adaptadas a las circunstancias particulares de cada entorno para garantizar una gestión eficaz y la prevención de la legionelosis.

Por último, cabe destacar la relevancia del Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis.<sup>7</sup> Éste deroga el anterior Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.<sup>28</sup>

En este nuevo Real Decreto 487/2022 hay ciertos cambios significativos respecto al control de la legionelosis, como por ejemplo la ampliación en el ámbito de su aplicación (todas las instalaciones, ya sean fijas o móviles, donde la *Legionella* puede proliferar y diseminarse), la eliminación de la clasificación de las instalaciones basada en la probabilidad de proliferación y dispersión, o la inclusión de más tipos de instalaciones a someter a tratamiento. Otro de los cambios significativos consiste en que aparte de mantener la obligación de notificar instalaciones como torres de refrigeración o condensadores evaporativos, se abre la posibilidad de notificar otros tipos de instalaciones. Además, se refuerzan las responsabilidades relacionadas con el diseño y los materiales utilizados en los equipos y aparatos de dichas instalaciones.

En este Real Decreto 487/2022 se incluyen dos nuevos sistemas de control de la *Legionella*: el Plan Sanitario (PSL), voluntario, y el Plan de

Prevención y Control de *Legionella* (PPCL), obligatorio para todas las instalaciones de riesgo. El PPCL debe incluir un diagnóstico inicial detallado de la instalación, descripciones de programas como el de mantenimiento, tratamiento del agua, muestreo y análisis de agua, y formación del personal. La documentación y registros del PPCL deben revisarse periódicamente y actualizarse según las evaluaciones o cuando lo determine la autoridad sanitaria. Además, en caso de desviaciones importantes, el responsable técnico y el titular de la instalación deben revisar todo el plan. La documentación debe conservarse en formato electrónico durante cinco años desde su generación. Hasta el 2.1.2024, los titulares de instalaciones deben actualizar el PPCL o implementar el PSL, según corresponda.

Este cambio legislativo busca actualizar la normativa nacional sobre la prevención de la *Legionella* de acuerdo con los avances científicos y la información epidemiológica más reciente, y la aclaración de dudas surgidas en 2017 tras la actualización de la norma UNE 100030:2017, que aborda la prevención y control de la proliferación y diseminación de *Legionella* en instalaciones.<sup>8</sup>

## 6. Limitaciones

Al llevar a cabo la búsqueda, se ha observado que un limitado número de estudios cumple con los requisitos establecidos. Esta limitación se atribuye principalmente a la falta de artículos publicados, en el que se encuentra la posibilidad de que únicamente se publiquen los estudios con resultados significativos. Además, muchos de estos estudios son de acceso limitado.

Adicionalmente, varios de los estudios presentan limitaciones, entre ellas encontramos, por ejemplo, la falta de muestras clínicas o de detalles específicos de la intervención. Además, la metodología utilizada para detectar y analizar *Legionella* en muestras de agua, la duración del período del estudio o la cantidad de casos estudiados es muy variable entre los estudios, lo cual podría tener un impacto en la detección y evaluación de los distintos brotes, además de que podría afectar a la calidad e interpretación de los resultados.

## 7. Conclusiones

Los hallazgos derivados de la revisión bibliográfica descrita previamente en este estudio señalan que:

- Es fundamental que el diseño de instalaciones de sistemas de agua, como torres de refrigeración o acumuladores de agua caliente sea revisado, así como los planos hidráulicos se encuentren actualizados, con el fin de obtener un diseño completamente adecuado.
- Se deben implementar medidas preventivas y control continuo en dichas instalaciones, evitando deficiencias como bajas concentraciones de desinfectante o temperaturas propicias para la proliferación de *Legionella pneumophila*.
- Una vigilancia continua y el análisis de lugares con casos previos es imprescindible, debido a la demostrada persistencia de la *Legionella*, evitando brotes prolongados o rebotes en zonas previamente afectadas.
- Existe la necesidad de tener un censo de las instalaciones de riesgo de proliferación y dispersión de *Legionella* siempre actualizado, lo cual implica una búsqueda activa de las instalaciones.
- Se enfatiza la diversidad genética de la bacteria, identificada mediante secuenciación del genoma completo, y la utilidad de métodos espaciales para identificar el origen de los brotes. Además, se resalta la necesidad de múltiples estrategias para mejorar la prevención y control de la enfermedad.
- Se deberá revisar la literatura y los datos registrados en los sistemas de vigilancia epidemiológica en unos años para observar si con las modificaciones que se han realizado en el nuevo Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis, se produce un descenso de los casos o brotes de legionela en España.

En resumen, la revisión bibliográfica resalta la necesidad de estrategias adaptadas a cada contexto específico. La creciente incidencia de casos destaca la urgencia de investigaciones adicionales para ampliar el conocimiento sobre el riesgo asociado con instalaciones relacionadas con *L. pneumophila*, permitiendo abordar eficazmente los brotes y mejorar las medidas preventivas.

## 8. Bibliografía

1. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social - Ciudadanos - Ciudadanos - Agentes biológicos [Internet]. Gob.es. [citado el 30 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/9zrpx>
2. Viñuela-Martínez JM, Redondo-Cadenas MA, Alonso-Calleja C. Prevalencia de *Legionella* en instalaciones de suministro de agua en España: revisión sistemática y meta-análisis. Sanidad Militar [Internet]. 2022 [citado el 30 de diciembre de 2023];78(4):245–52. Disponible en: <https://n9.cl/80aax>
3. Vaqué Rafart J, Martínez Gómez X. Epidemiología de la legionelosis. Med Integr [Internet]. 2002 [citado el 30 de diciembre de 2023];40(6):271–81. Disponible en: <https://n9.cl/n9w3m>
4. Legionelosis [Internet]. Iscii.es. [citado el 30 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/vzcbq>
5. Jain N, Krygowska AM. Legionnaire's looms: Europe's wake-up call to enhance vigilance in detection and reporting. New Microbes New Infect [Internet]. 2023;55(101194):101194. Disponible en: <https://n9.cl/1ufk9>
6. Cano Portero R, Martín-Mesonero C, Amillátegui-Dos Santos R. Estudio epidemiológico de la legionelosis en España. Año 2022. Boletín Epidemiológico Semanal [Internet]. 2023;31(3):190–200. Disponible en: <https://n9.cl/ubrky>
7. BOE-A-2022-10297 Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis [Internet]. Boe.es. [citado el 30 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/t3agje>
8. UNE 100030:2017 [Internet]. Une.org. [citado el 30 de diciembre de 2023]. Disponible en: <https://n9.cl/54yha>
9. Dufresne SF, Locas MC, Duchesne A, Restieri C, Ismaïl J, Lefebvre B, et al. Sporadic Legionnaires' disease: the role of domestic electric hot-water tanks. Epidemiol Infect [Internet]. 2012 [citado el 29 de diciembre de 2023];140(1):172–81. Disponible en: <https://n9.cl/vhapy>
10. White PS, Graham FF, Harte DJG, Baker MG, Ambrose CD, Humphrey ARG. Epidemiological investigation of a Legionnaires' disease outbreak in

- Christchurch, New Zealand: the value of spatial methods for practical public health. *Epidemiol Infect* [Internet]. 2013 [citado 30 de diciembre de 2023];141(4):789-99. Disponible en: <https://n9.cl/lor0u>
11. Yiallourous PK, Papadouri T, Karaoli C, Papamichael E, Zeniou M, Pieridou-Bagatzouni D, et al. First outbreak of nosocomial *Legionella* infection in term neonates caused by a cold mist ultrasonic humidifier. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2013 [citado 14 de enero de 2024];57(1):48-56. Disponible en: <https://n9.cl/2tyu8>
  12. Scaturro M, Fontana S, Crippa S, Caporali MG, Seyler T, Veschetti E, et al. An unusually long-lasting outbreak of community-acquired Legionnaires' disease, 2005–2008, Italy. *Epidemiol Infect* [Internet]. 2015 [citado el 29 de diciembre de 2023];143(11):2416–25. Disponible en: <https://n9.cl/4otz1>
  13. Demirjian A, Lucas CE, Garrison LE, Kozak-Muiznieks NA, States S, Brown EW, et al. The importance of clinical surveillance in detecting legionnaires' disease outbreaks: A large outbreak in a hospital with a *Legionella* disinfection system—Pennsylvania, 2011–2012. *Clin Infect Dis* [Internet]. 2015 [citado 14 de enero de 2024];60(11):1596-602. Disponible en: <https://n9.cl/z6ckn>
  14. Maisa A, Brockmann A, Renken F, Lück C, Pleischl S, Exner M, et al. Epidemiological investigation and case–control study: a Legionnaires' disease outbreak associated with cooling towers in Warstein, Germany, August–September 2013. *Euro Surveill* [Internet]. 2015;20(46). Disponible en: <https://n9.cl/50xsb>
  15. Bédard E, Lévesque S, Martin P, Pinsonneault L, Paranjape K, Lalancette C, et al. Energy conservation and the promotion of *Legionella pneumophila* growth: The probable role of heat exchangers in a nosocomial outbreak. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet]. 2016 [citado 14 de enero de 2024];37(12):1475-80. Disponible en: <https://n9.cl/rj0z3>
  16. Francois Watkins LK, Toews K-AE, Harris AM, Davidson S, Ayers-Millsap S, Lucas CE, et al. Lessons from an outbreak of Legionnaires' disease on a hematology-oncology unit. *Infect Control Hosp Epidemiol* [Internet].

- 2017 [citado 14 de enero de 2024];38(3):306-13. Disponible en: <https://n9.cl/89abx>
17. Kuroki T, Amemura-Maekawa J, Ohya H, Furukawa I, Suzuki M, Masaoka T, et al. Outbreak of legionnaire's disease caused by Legionella pneumophila serogroups 1 and 13. Emerg Infect Dis [Internet]. 2017 [citado 14 de enero de 2024];23(2):349-51. Disponible en: <https://n9.cl/pkhqlr>
  18. Lucas KD, Wheeler C, McLendon P, Leistikow BN, Mohle-Boetani JC. Outbreak of Legionnaires' disease associated with cooling towers at a California state prison, 2015. Epidemiol Infect [Internet]. 2018 [citado 30 de diciembre de 2023];146(3):297-302. Disponible en: <https://n9.cl/z9uma>
  19. Russo A, Gouveia CM, Soares PMM, Cardoso RM, Mendes MT, Trigo RM. The unprecedented 2014 Legionnaires' disease outbreak in Portugal: atmospheric driving mechanisms. Int J Biometeorol [Internet]. 2018 [citado 14 de enero de 2024];62(7):1167-79. Disponible en: <https://n9.cl/v5m1sz>
  20. Faccini M, Russo AG, Bonini M, Tunesi S, Murtas R, Sandrini M, et al. Large community-acquired Legionnaires' disease outbreak caused by Legionella pneumophila serogroup 1, Italy, July to August 2018. Euro Surveill [Internet]. 2020 [citado 14 de enero de 2024];25(20). Disponible en: <https://n9.cl/zrj81>
  21. Scaturro M, Rota MC, Caporali MG, Girolamo A, Magoni M, Barberis D, et al. A community-acquired Legionnaires' disease outbreak caused by Legionella pneumophila serogroup 2: an uncommon event, Italy, August to October 2018. Euro Surveill [Internet]. 2021 [citado 14 de enero de 2024];26(25). Disponible en: <https://yiallon9.cl/be8c4>
  22. Ricci ML, Rota MC, Caporali MG, Girolamo A, Scaturro M. A legionnaires' disease cluster in a private building in Italy. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2021 [citado 14 de enero de 2024];18(13):6922. Disponible en: <https://n9.cl/q2jw1t>
  23. Kessler MA, Osman F, Marx J Jr, Pop-Vicas A, Safdar N. Hospital-acquired Legionella pneumonia outbreak at an academic medical center: Lessons learned. Am J Infect Control [Internet]. 2021 [citado 14 de enero de 2024];49(8):1014-20. Disponible en: <https://n9.cl/r0oj5>

24. Sakhaee F, Mafi S, Zargar M, Vaziri F, Hajiesmaeili M, Siadat SD, et al. Correlation between Legionella pneumophila serogroups isolated from patients with ventilator-associated pneumonia and water resources: a study of four hospitals in Tehran, Iran. Environ Sci Pollut Res Int [Internet]. 2022 [citado 14 de enero de 2024];29(27):41368-74. Disponible en: <https://n9.cl/leba8>
25. Ye J-J, Zheng J-Y, Chen Y-H, Kao Y-L, Kao Y-C, Chao S-W. Investigation of a cluster of Legionnaires' disease during the outbreak of coronavirus disease 2019 pandemic in northeastern Taiwan, June 2021. J Microbiol Immunol Infect [Internet]. 2022 [citado 14 de enero de 2024];55(6):1159-67. Disponible en: <https://n9.cl/yxouz>
26. Rousseau C, Ginevra C, Simac L, Fiard N, Vilhes K, Ranc A-G, et al. A community outbreak of Legionnaires' disease with two strains of L. pneumophila serogroup 1 linked to an aquatic therapy centre. Int J Environ Res Public Health [Internet]. 2022 [citado 14 de enero de 2024];19(3):1119. Disponible en: <https://n9.cl/khz1m>
27. Mentula S, Kääriäinen S, Jaakola S, Niittynen M, Airaksinen P, Koivula I, et al. Tap water as the source of a Legionnaires' disease outbreak spread to several residential buildings and one hospital, Finland, 2020 to 2021. Euro Surveill [Internet]. 2023 [citado 14 de enero de 2024];28(11). Disponible en: <https://n9.cl/i784d>
28. BOE-A-2003-14408 Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis [Internet]. Boe.es. [citado 14 de enero de 2024]. Disponible en: <https://n9.cl/sekg93>