

Curso 2022-2023
septiembre

MÁSTER UNIVERSITARIO PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES-UNIVERSIDAD MIGUEL HERNANDEZ.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital
como entorno laboral.



Alumno: Francisco Rubén Maestre Rodríguez
TUTOR: D. JOSÉ ANTONIO MARTÍNEZ EGEA



**INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER
UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES**

D. José Antonio Martínez Egea, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado 'Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral' y realizado por el estudiante D. Francisco Rubén Maestre Rodríguez.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 12 de julio de 2023

JOSE ANTONIO | Firmado digitalmente
MARTINEZ | por JOSE ANTONIO |
EGEA | MARTINEZ|EGEA |
Fecha: 2023.07.12
11:21:44 +02'00'

Fdo.: _____
Tutor TFM

Resumen

El planteamiento de este trabajo fin de máster está justificado en los recientes cambios normativos que tiene que ver con la prevención de la dispersión de legionela en instalaciones de riesgo, entre los nuevos cambios se introduce el término edificios prioritarios entre los que se encuentra el Hospital donde tengo la oportunidad de trabajar. En el inicio de esta revisión de las instalaciones de riesgo de legionelosis en el hospital público donde trabajo se pretende un enfoque de la prevención de la legionela desde un punto de vista laboral pues la mayoría de los recursos económicos y de personal se dirigen a la prevención de legionelosis por motivos de salud Pública.

Como eje principal del trabajo está hacer un balance económico entre los costes de tener un plan de prevención de riesgos laborales y de no tenerlo partiendo de la base y de la creencia que la balanza se inclinará económicamente a la prevención. Se hace un recorrido por todas esas actividades que se llevan a cabo con motivo de la prevención de legionelosis en trabajadores expuestos, se hace una aproximación de costos de dichas actividades y se explica de forma resumida algunos métodos para el cálculo del riesgo de legionelosis que pueden ser interesantes para una aplicación en instalaciones de riesgo similares a las que hay en el Hospital público descrito. Finalmente, no se consigue hacer un balance con datos económicos reales por la complejidad de recursos que se ponen en juego, aunque se justifica económicamente la prevención de legionelosis en el Hospital al inclinarse la balanza hacia la prevención en todos los casos por el riesgo que hay de costes personales traducidos en vidas humanas. Cabe resaltar un sentimiento de satisfacción con el trabajo realizado pues se ha conseguido resaltar la importancia que tiene la prevención de legionelosis en edificios prioritarios como el hospital desde un punto de vista laboral y de provocar una implicación de los trabajadores que hacen usos de instalaciones de riesgos, incluso los trabajadores que no realizan actividades directas sobre ellas. Agradecer a los distintos departamentos del hospital la ayuda prestada para recabar información para el desarrollo de este trabajo en especial a los departamentos de mantenimiento y de prevención de riesgos laborales.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

Palabras clave

- Legionelosis.
- Hospital
- Enfermedad profesional.
- Exposición
- Coste preventivo.



ÍNDICE

1-Introducción	P-7
1.1 Legionelosis	P-7
1.1.1 Agente causal	P-7
1.1.2 Manifestaciones Clínicas	P-8
1.1.3 Diagnóstico	P-9
1.1.4 Vigilancia epidemiológica	P-10
1.2 Ámbito de aplicación	P-11
1.3 Marco normativo prevención de legionelosis en el ámbito laboral	P-11
2-Justificación	P-14
3-Objetivos	P-17
4-Evaluación Riesgo Biológico Legionella de trabajadores de un hospital público en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Coste preventivo frente a coste sin prevención.	P-18
4.1 Legionela prioridad en los programas de Salud Pública y en particular en el sector laboral	P-18
4.2 Conceptos y definiciones para un abordaje técnico	P-20
4.2.1 Conceptos generales	P-20
4.2.2 Torres de refrigeración	P-21
4.2.3 Sistemas de agua sanitaria fría y caliente con acumulador y con retorno	P-23
4.3 Métodos de evaluación de riesgos por exposición de trabajadores en hospital público de Extremadura al agente biológico Legionella. Descripción de métodos de evaluación	P-24
4.3.1 Método de evaluación del INSHT ante riesgos biológicos aplicado agente causal legionelosis	P-24
4.3.2 Método BIOGAVAL	P-29
4.3.3 Utilidad de los métodos de evaluación en instalaciones hospitalarias como entorno laboral.	P-32

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

4.3.4 Prevención ante agentes químicos biocidas por actividades en instalaciones donde pueden proliferar la legionella.	P-33
4.4 Descripción instalaciones de riesgo hospital público de Extremadura	P-38
4.4.1 Instalaciones de riesgo con las que cuenta el hospital	P-38
4.4.2 Tareas que se realizan para la prevención de legionelosis	P-40
4.4.3 Coste directo e indirecto de la prevención en el hospital	P-53
4.5 Coste para la gerencia del hospital público de Extremadura	P-56
4.5.1 Legionelosis como enfermedad profesional	P-56
4.5.2 Coste legionelosis en un trabajador	P-58
5-Conclusiones	P-61
6-Bibliografía	P-64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Legislación Comunidad Autónoma de Extremadura que sustenta los controles oficiales.

P-19

Tabla 2: Funcionamiento de sistemas de agua sanitaria caliente y fría en las instalaciones del hospital.

P-23

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

Tabla 3: Factores de riesgo relacionados con el diseño y estructura (Riesgo estructural).	P-26
Tabla 4: Factores de riesgo relacionados con las operaciones de mantenimiento en las instalaciones (Riesgo operacional).	P-27
Tabla 5: Factores relacionados con las operaciones de mantenimiento en las instalaciones (Riesgo de mantenimiento).	P-27
Tabla 6: Índice numérico evaluación riesgo estructural I.E.	P-28
Tabla 7: Índice numérico evaluación riesgo de mantenimiento I.M.	P-28
Tabla 8: Índice numérico evaluación riesgo operacional I.O	P-29
Tabla 9: Factor daños al trabajador para cálculo numérico evaluación Método Biogaval.	P-30
Tabla 10: Valores numéricos factor incidencia para valoración Método Biogaval.	P-31
Tabla 11: Exposición del trabajador con respecto al tiempo total.	P-31
Tabla 12: Publicación NTP 691 con el nombre de cuadro 2 equipos de protección individual.	P-36
Tabla 13: Actividades que se realizan para prevención de dispersión de legionella en hospital público de Extremadura.	P-41
Tabla 14: Operaciones realizadas según normativa para prevención de legionelosis en depósitos sistemas contra incendios hospital público Extremadura.	P-43
Tabla 15: Actividades a realizar sobre el agua fría consumo humano.	P-45
Tabla 16: Actividades a realizar sobre instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS).	P-47
Tabla 17: Actividades a realizar sobre las torres de refrigeración.	P-49
Tabla 18: Estimación costes anuales Plan de Prevención Legionelosis Hospital Extremeño.	P-55

1-Introducción.

1.1 Legionelosis.

1.1.1 Agente causal.

Definir el agente causal de una enfermedad o de un daño que pueda sufrir un individuo, un trabajador en este caso, en definitiva, es identificar al responsable del efecto negativo sobre la salud del trabajador. El responsable de la legionelosis como enfermedad que afecta al trabajador es una bacteria Gram negativa de la familia Legionellaceae llamada ``Legionella Pneumophila´, aunque existen más especies del género legionela es esta especie la que produce principalmente la legionelosis, concretamente el serogrupo 1.

La bacteria presenta forma de bacilo o de bastón y suele tener un tamaño entre 0.3-0.9 x 2-20 micras, es una bacteria aerobia estricta y presenta flagelos laterales o polares que le da movilidad.``Legionella Pneumophila´´ es considerada una bacteria ambiental puesto que se encuentra ampliamente distribuida en aguas superficiales dulces como lagos, ríos, estanques y en general aguas estancadas del medio natural siendo este el reservorio principal.

Esta bacteria es capaz de sobrevivir en diferentes condiciones físico-químicas a pesar de no formar estructuras de resistencias ni capsulas protectoras. Estas bacterias son capaces de multiplicarse entre 20 y 45 ° C con una temperatura optima de crecimiento de 35 a 37 °

Una característica que cabe resaltar de las especies de legionella en cuanto a su biología, es que es capaz de crecer intracelularmente en macrófagos humanos, así como en protozoos del medio, siendo estos últimos los que le sirven a la bacteria como mecanismo de supervivencia en condiciones desfavorables.

Instalaciones que favorecen el estancamiento de agua acumulan productos que sirven de nutrientes a las bacterias como son los lodos, materia orgánica, materiales metálicos oxidados y corroídos, e incluso amebas dando lugar a lo que se conoce como biocapa (ecosistema específico donde la bacteria tiene nutrientes y una temperatura adecuada para su crecimiento.). Estas instalaciones con agua estancada suelen ser lugares donde las condiciones son óptimas para que se forme la biocapa con número de bacterias suficientes para infectar al ser humano. Cabe resaltar que para que se dé la infección el individuo ha de exponerse al agua en forma de aerosol con un tamaño de gota lo suficientemente pequeño como para penetrar en vías respiratorias.

1.1.2 Manifestaciones clínicas.

La legionelosis presenta normalmente dos formas clínicas perfectamente distinguibles entre ellas que son las que cursan con una infección pulmonar conocida como ``Enfermedad del legionario`` con sintomatología muy características de las neumonías hasta el punto de no distinguirse de otras neumonías atípicas siendo esta la manifestación más grave que en casi todos los casos requieren hospitalización y las que cursan en forma no neumónica conocida como ``Fiebre de Pontiac`` dando un síndrome febril agudo y autolimitado.

El periodo de incubación varía entre 2 y 10 días y se da de manera más frecuente en población con edades comprendidas entre 40 y 70 años, mayoritariamente hombres, lo que induce a presumir la relación entre la exposición laboral a instalaciones de riesgo de dispersión de legionela y los individuos que enferman por este motivo.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

El Riesgo de contraer legionelosis se relaciona directamente con la intensidad de la exposición y el estado previo de salud del individuo expuesto, sobre todo si hay patología pulmonar, diabetes, hábitos de alcoholismo, fumadores...

Las infecciones por legionela se adquieren principalmente en el sector hospitalario (enfermedad nosocomial, trabajadores expuestos.) y en el sector comunitario (trabajadores expuestos a instalaciones de alto riesgo de dispersión de legionella con formación de aerosoles, población general expuesta a gotas de agua fina proveniente de instalaciones con bicapa.). Es importante recalcar que normalmente cuando se da un caso de legionela suelen darse varios casos, pues normalmente hay varios individuos expuestos a la instalación contaminada y frecuentemente hablamos de brotes de legionelosis cuando se da la infección en individuos.

1.1.3 Diagnóstico.

Las infecciones humanas de legionela se diagnostican principalmente con métodos microbiológicos pues las dos manifestaciones clínicas diferenciadas de la enfermedad son comunes a otras patologías no permitiendo diagnóstico directo. Los métodos diagnósticos microbiológicos van dirigidos a aislar e identificar a la bacteria Legionella Pneumophila por lo que son útiles el cultivo de la bacteria a partir de muestras respiratorias tipo esputos, tejido pulmonar y la visualización de la bacteria en líquidos o tejidos infectados mediante inmunofluorescencia directa. También se pueden realizar serologías a los pacientes detectando anticuerpos específicos contra la bacteria en suero del paciente o detectando el antígeno específico de Legionella Pneumophila serogrupo 1 en orina.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

Además, se usan técnicas modernas como la aplicación de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR.) las cuales tienen mucho futuro por su rapidez y por su simplificación, en los últimos años sobre todo.

Para confirmar un caso de legionelosis de un trabajador es necesario que esté confirmado con una prueba microbiológica no siendo válida la confirmación de casos con la mera descripción sintomática pues la sintomatología es común a otras infecciones.

1.1.4 Vigilancia epidemiológica.

Mediante el Real Decreto 2210/95 de 28 de diciembre se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica con la intención de llevar un seguimiento de todas aquellas enfermedades catalogadas como Enfermedades de Declaración Obligatoria (EDO.) Entre estas enfermedades EDO se encuentra la legionelosis. Los profesionales sanitarios han de notificar los casos aislados y los brotes de manera urgente a la Red de Vigilancia Epidemiológica. Los laboratorios de los centros hospitalarios también están obligados a notificar los casos positivos de legionela en muestras de pacientes y por ello están integrados en un Sistema de Información Microbiológica para comunicar a los servicios de epidemiología de la comunidad a la que estén adheridos.

A los tres meses, desde la finalización y el control del brote, el Servicio de Epidemiología correspondiente, donde se ha producido los casos de infección por legionela, elabora un informe final que recoge la investigación llevada a cabo y la envía al Centro Nacional de Epidemiología quien recopila esa información para futuras investigaciones y mejoras de protocolos de actuación entre otras cosas.

Para tener una idea de la incidencia de legionelosis en España hay que referirse a los últimos datos publicados año 2021 del Centro Europeo para la Prevención y Control de Enfermedades. Según esta institución europea en España durante el año 2021 se

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

notificaron 1704 casos de infección por legionela por lo que la incidencia es de 3.60 casos por cada 100.000 habitantes. Esta incidencia podría considerarse alta teniendo en cuenta que la legionelosis puede tener un desenlace grave provocando el fallecimiento del individuo con legionelosis.

1.2 Ámbito de aplicación

Todos los trabajadores expuestos a instalaciones que utilicen agua en su funcionamiento con la producción de aerosoles tanto si estas se encuentran en el interior de edificios considerados lugares de trabajo como si se encuentran en el exterior de los mismos tendrán que considerar la legionelosis como un riesgo que hay que eliminar o al menos reducir en caso de que no se pueda eliminar por las características de la instalación. Los trabajadores de centros hospitalarios, clínicas, residencias de la tercera edad también tendrán que tener en cuenta el riesgo de legionelosis sobre todo si hay sistemas de agua caliente y fría que formen aerosoles así como los trabajadores de la hostelería en terrazas exteriores donde se usen sistemas de difusión de agua para aclimatar terrazas exteriores.

En cuanto a instalaciones consideradas de alto riesgo de dispersión de legionella podemos destacar las torres de refrigeración, los sistemas de agua caliente y fría sanitaria (red y depósitos, acumuladores, calderas, calentadores, etc.), condensadores evaporativos, humidificadores, conductos de aire acondicionado y en general todos los aparatos que acumulen agua y puedan generar aerosoles.

1.3 Marco normativo Prevención de Legionelosis en el ámbito laboral.

Los requisitos sanitarios para la prevención y el control de legionelosis vienen descritos en el nuevo Real Decreto 487/2022, de 21 de junio vigente desde el 1 de enero del presente año 2023 y que deroga totalmente al Real Decreto 865/2023, de 4 de julio.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

Los cambios que principalmente introduce este nuevo marco normativo tienen que ver con los programas de mantenimiento de instalaciones, pues hasta su aprobación se definían estos programas en función de la clasificación de riesgos de las instalaciones, siendo obligatorios en instalaciones clasificadas como de alto riesgo de dispersión de legionella únicamente, pues bien, el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio en su Capítulo III obliga a que todas las instalaciones tengan un Plan de Prevención y Control de legionella o en su defecto un Plan Sanitario frente a legionella. El Anexo III en su parte B añade una serie de requisitos en el diseño de instalaciones de riesgo además de una tabla 1 donde se incluyen nuevos valores máximos para hierro y turbidez (Hierro ha de estar por debajo de 0.2mg/l y la turbidez por debajo de 4 unidades nefelométricas de turbidez.) pues antes no había referencia para estos parámetros.

El nuevo real decreto modifica la periodicidad en las actividades de mantenimiento y programas de tratamiento relacionados con la prevención del crecimiento de legionella en las instalaciones con riesgos. Los programas de muestreo también se ven afectados pues se definen puntos de muestreo mínimos obligatorios para cada toma de muestra. El número de muestras a tomar será dependiente de las características de la instalación (Si la instalación tiene o no depósito, si tiene o no circuito de retorno.) y del número de puntos terminales.

El anexo VI describe los protocolos de la toma de muestra del agua y de la toma de muestra de la biocapa de tal forma que separa ambas muestras en envases distintos a diferencia del decreto anterior.

La legionela, tal y como se ha descrito anteriormente, es una bacteria a la que se pueden exponer los trabajadores en entornos laborales concretos la cual hay que eliminar de las instalaciones para evitar su proliferación por lo que le será aplicable el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo y el

Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo. Por último, cabe mencionar la norma UNE 100030:2017, publicada en abril de 2017, la cual contradecía algunos aspectos técnicos del ya derogado Real Decreto 865/2003 fruto de los avances técnicos y científicos producidos en sus catorce años de diferencia y que ya han quedado armonizados según legislación actual.



2-Justificación.

Una de mis funciones como farmacéutico de Equipo de Atención Primaria en el Servicio Extremeño de Salud tiene que ver con la inspección de Instalaciones de alto riesgo de dispersión de legionella en las empresas que cuentan con este tipo de instalaciones, así como los edificios públicos a los que el reciente RD 487/2022 de 21 de junio por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y el control de la legionelosis considera como edificios prioritarios de control.

Personalmente he podido observar que muchos empresarios con este tipo de instalaciones delegan a empresa externas el control y el mantenimiento de la instalación manteniendo a todo trabajador ajeno a las actividades relacionadas con la eliminación del agente biológico, así como las medidas que se toman para evitar su crecimiento en la instalación.

Esta organización del trabajo, si bien, cuenta con innumerables ventajas en cuanto al control de instalaciones de alto riesgo de albergar a este agente biológico también tiene el inconveniente de que los trabajadores expuestos al riesgo asumen que no es una actividad relacionada con su puesto de trabajo por lo que no tienen sentido del riesgo que conllevan estas instalaciones no estando motivados para adquirir los conocimientos necesarios mediante formación sobre el riesgo que tienen de sufrir un problema de salud por este agente causal que en casos extremos podría causar hasta la muerte del propio trabajador.

La nueva relación de los trabajadores con su entorno laboral abarca la necesidad de tener formación no solo de sus actividades laborales sino también de los riesgos que se tienen en dicha actividad de ocasionar un daño al trabajador, tanto es así, que el Real Decreto 1223/2010, de 1 de octubre por el que se complementa el Catálogo Nacional

de Cualificaciones Profesionales, mediante el establecimiento de tres cualificaciones profesionales correspondientes a la familia profesional Seguridad y medio Ambiente en el Anexo CDXCII describe la cualificación profesional de Mantenimiento Higiénico y Sanitario de instalaciones susceptibles de proliferación de microorganismos nocivos y su diseminación por aerosolización siendo obligatoria adquirir esa competencia por los trabajadores que trabajen en lugares donde se ubiquen este tipo de instalaciones y tengan funciones asociadas a la misma como puede ser su limpieza o puesta a punto.

El real decreto 487/2022 de 21 de junio mencionado en el primer párrafo es el sustento fundamental en mi actividad laboral, pues versa toda mi actividad inspectora entre otras legislaciones relacionadas con la Salud Pública por lo que no puedo pasar por alto el artículo 4 sobre Prevención de Riesgos Laborales, pues de forma transversal relaciona este Real Decreto con la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, con el R.D 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo y con el RD 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos químicos durante el trabajo. Por último, resaltar que la legionelosis es a día de hoy una enfermedad profesional tal y como lo expresa el Anexo I del RD 1299/2006, de 10 de noviembre por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el Sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.

Los motivos expuestos hasta ahora han sido suficientes para entender que es un tema de mucho interés en el ámbito laboral, siendo vital la difusión de la importancia en los entornos laborales, así como concienciar del costo económico para la empresa de no tener un buen sistema de prevención ante este agente biológico causal.

Haciendo hincapié en este último punto es necesario relacionar el costo para la empresa de no tener un buen sistema de prevención de legionelosis con el costo de tenerlo al margen de que sea una obligación legal tener un Plan de Prevención de Riesgos Laborales que incluya este tipo de instalaciones en su caso. El título del trabajo

fin de máster, “ **Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral** ” busca satisfacer una necesidad de exponer a los responsables de las empresas y operarios del entorno la importancia de tener un buen Plan de Prevención de Riesgos Laborales que pongan como eje central a los trabajadores que están próximo a una instalación de riesgo por dispersión de estas bacterias nocivas para la salud.



3-Objetivos

En la mayoría de las empresas de manera general se le da mucha importancia a la prevención de riesgos laborales de forma genérica, sobre todo en aquellos aspectos que son relevantes y que afectan directamente a la seguridad de los trabajadores, pero no a todos los riesgos a los que se exponen los trabajadores se les da la misma importancia siendo la prevención de la legionelosis uno de estos riesgos infravalorados, pues bien, uno de los objetivos tendrá que ver con dar la importancia necesaria a la prevención de infecciones por Legionella Pneumophila demostrando, no solo que es una obligación legal, sino que además es un riesgo tan importante que podría incluso ocasionar la muerte de los trabajadores expuestos en instalaciones de riesgo. Es necesario resaltar que en toda gestión pública o privada de un Hospital y de cualquier empresa el coste económico de la prevención tiene un componente muy marcado en los presupuestos que se destinan para ello, por lo que hay que demostrar la rentabilidad de la prevención ante Legionelosis de trabajadores frente a no hacer dicha prevención o disminuir las asignaciones económicas asignadas en el Hospital Público de Extremadura donde he tenido la oportunidad de trabajar como farmacéutico de Salud Pública.

Un objetivo que no se puede pasar por alto es conocer que ha supuesto la derogación del Real Decreto 865/2003, donde se establecían los criterios técnico-sanitarios para la prevención de legionelosis y la sustitución por el actual 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 además de conocer de primera mano la forma en que se están realizando actualmente estas actividades en las instalaciones de riesgo del Hospital Público de Extremadura que pretendo analizar.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

4-Evaluación Riesgo biológico legionella de trabajadores de un hospital público en la Comunidad Autónoma de Extremadura. Coste preventivo frente a coste sin prevención.

4.1 Legionella, prioridad en los programas de Salud Pública y en particular en el sector laboral.

La Dirección General de Salud Pública programa y coordina la vigilancia, inspección y control de las instalaciones con riesgo de crecimiento y dispersión de legionella, siendo las Direcciones de Salud Pública de las diferentes comunidades autónomas la que ejecutan esa acción con los recursos y competencias que posee.

Las Zonas Básicas de Salud o distritos sanitarios de cada comunidad autónoma organiza las zonas básicas de salud de forma distinta pero tienen todas un cuerpo de inspectores coordinados que se encargarán de realizar el control oficial de estas instalaciones ubicadas en empresas públicas o privadas atendiendo a los programas de prevención anuales de las respectivas Comunidades Autónomas. Normalmente los inspectores sanitarios suelen ser farmacéuticos competentes en Salud Pública con las diferentes denominaciones del cuerpo de inspección sanitaria según Comunidad Autónoma. En el caso de Extremadura, donde al cuerpo de farmacéuticos inspectores de las Zonas Básicas de Salud se les denomina Farmacéuticos de Equipo de Atención Primaria. Extremadura no posee un cuerpo específico de inspectores sanitarios, teniendo por tanto los facultativos farmacéuticos en atención primaria asumida esta competencia inspectora en las instalaciones de riesgo biológico para los trabajadores y

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

para la población general. Los controles oficiales en Extremadura en materia de Prevención legionelosis atienden a normativa específica. (ver tabla 1.)

<i>Legislación Comunidad Autónoma de Extremadura que sustenta los Controles Oficiales.</i>
<i>Real Decreto 487/2022, de 21 de junio, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis publicado recientemente en el Boletín Oficial del Estado número 148, de 22 de junio de 2022.</i>
<i>Orden de 1 de diciembre de 2017, por la que se regula la notificación de ciertas instalaciones de riesgo de dispersión de legionella y el censo de instalaciones de riesgo de dispersión de legionella. Publicado en el Diario Oficial de Extremadura.</i>
<i>ORDEN 1 de septiembre de 2003, por la que se regula el procedimiento de autorización y desarrollo de cursos para formar al personal que realice operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de instalaciones de riesgo de legionelosis, en la Comunidad Autónoma de Extremadura.</i>
<i>Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero, por la que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones de riesgo de Legionella.</i>

Tabla 1 Legislación Comunidad Autónoma de Extremadura que sustenta los controles oficiales.

Los empresarios o gerentes de entidades públicas o privadas que tengan en sus instalaciones torres de refrigeración, condensadores evaporativos o sistemas de agua caliente sanitaria con acumuladores y circuitos de retorno han de notificar a la administración competente de la comunidad autónoma donde se ubique la instalación de riesgo todas y cada una de las instalaciones mencionadas que comiencen a funcionar así como las bajas que se produzcan si no se usan para que a estas se le asignen un número de registro.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

Cabe resaltar que la vigilancia de estas instalaciones, por parte de las Consejerías de Sanidad se refieren a instalaciones de empresas públicas o privadas así como lugares donde hayan trabajadores o población general expuestos a las mismas quedando excluidas instalaciones situadas en edificios con uso exclusivo de vivienda, siempre que no estén implicados en casos o brotes de legionelosis y no afecten al medio ambiente exterior, los abastecimientos de agua de consumo humano hasta la acometida al consumidor y las instalaciones de centros u organismos pertenecientes al Ministerio de Defensa que tienen su normativa específica como ocurre de manera general también en materia de Prevención de Riesgos Laborales.

Los programas de Salud Pública dan prioridad a la prevención de este agente biológico en instalaciones donde hay una exposición que pueden causar daños en la salud de los trabajadores y de la población general pues los casos se suelen presentar en brotes y su desenlace puede ser fatal teniendo un alto coste tanto económico como en vidas humanas en casos más extremos.

4.2- Conceptos y definiciones para un abordaje técnico.

4.2.1 Conceptos generales.

Para poder evaluar los riesgos que tienen los trabajadores de sufrir una infección por legionella en determinadas instalaciones es necesario conocer como son esas instalaciones y sobre todo diferenciar cuales son susceptibles de albergar la biocapa que favorecerá la supervivencia del agente microbiológico en cuestión.

Estas instalaciones han de ser diseñadas de tal forma que impidan o minimicen la proliferación de legionela, no obstante, en la etapa del diseño no se consigue eliminar totalmente la posibilidad de crecimiento del agente causal de la legionelosis por lo que

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

una vez estén en funcionamiento han de seguirse una serie de protocolos de mantenimiento, limpieza y desinfección descritos en el Real Decreto 487/2022, de 21 de junio de 2022, por el que se establecen los requisitos sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

De una forma técnica se pueden definir aquellos elementos que facilitarán la evaluación de riesgos de las instalaciones presentes en edificios prioritarios como el hospital.

4.2.2 Torres de Refrigeración

Las torres de refrigeración se usan para enfriar grandes cantidades de agua en procesos que requieren calor mediante sistemas mecánicos. El sistema busca un enfriamiento mediante la evaporación de agua. La instalación posee una estructura en la cual se produce una nube de gotas de agua por diferentes mecanismos como pueden ser la pulverización o la caída libre de agua en contacto con corriente de aire.

El uso habitual de estos equipos está asociado a los sistemas de refrigeración, tanto de locales con aire acondicionado como para la producción de frío en industria alimentaria, aunque hay que resaltar que en el ámbito industrial estos equipos se usan para el enfriamiento de cualquier fase de un proceso que genere calor y necesite enfriamiento posterior. Existen muchos tipos de torres de refrigeración con diferentes sistemas de enfriamiento de múltiples tamaños y estructuras según la potencia a disipar, el fabricante, los materiales u objetivos de la misma e incluso las hay que utilizan agua de mar.

Para tener una idea general sin entrar en mucho detalle sobre la exposición de los trabajadores en una torre de refrigeración al agua de la instalación podemos considerar una terminología específica común a todas las torres de refrigeración:

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

-Balsa:

Recipiente consistente en una bandeja localizada en la parte baja del equipo enfriador que recoge el agua tras el proceso de refrigeración. (una vez acaba el recorrido por el sistema.)

- Intercambiador de calor:

Parte de la instalación que permite la transferencia de calor entre los fluidos sin que entren en contacto entre ellos.

- Pérdidas por arrastre:

Cantidad de partículas líquidas arrastradas por la corriente de aire después de haber atravesado el separador de gotas.

- Relleno:

Materiales que se sitúan en la zona central de la torre para servir de soporte al agua pulverizada y aumentar el tiempo y la superficie de contacto con el aire ascendente.

- Tiempo de circuito:

Es el tiempo que tarda el agua desde el punto inicial hasta el punto final del proceso.

- Tiempo de resistencia:

Es el tiempo máximo que permanece en el circuito cualquier producto químico añadido al sistema.

Una vez están claros estos conceptos básicos hay que establecer una relación entre la función de la torre de refrigeración y la exposición de los trabajadores a las partes sensibles en cuanto a riesgo biológico se refiere.

4.2.3 Sistemas de agua sanitaria fría y caliente con acumulador y con retorno.

En los edificios de grandes dimensiones de alta ocupación tanto públicos como privados donde se concentran un gran número de personas como hoteles, residencias de mayores, universidades, gimnasios, cárceles, y sobre todo en hospitales, normalmente hay instalaciones de agua fría y caliente que distribuyen el agua a través de un circuito, que en el caso del agua caliente suele disponer de acumuladores y sistemas de retorno que faciliten que el agua caliente esté siempre disponible para el usuario incluso cuando la demanda sea puntualmente alta.

A modo de resumen se puede caracterizar el funcionamiento de estos sistemas de agua sanitaria caliente y fría tal y como aparece en la siguiente tabla. (ver tabla 2)

<i>Circuito de agua</i>	<i>Instalaciones funcionamiento</i>
<i>Agua fría sanitaria</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Captación de agua de red pública. - Agua tratada en Estación de Tratamiento de agua Potable. - Almacenamiento en depósito hasta necesidad. - Control en continuo de concentración de cloro libre en depósito para garantizar que el agua es apta para el consumo y está desinfectada. - Suministro de agua al centro, directamente del depósito. - Renovación por llenado del agua del depósito según gasto por parte de los usuarios. - No hay retorno en este sistema. - Estancamiento del agua en cañerías si no hay consumo.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

<p><i>Agua caliente sanitaria</i></p>	<p><i>Aporte desde depósito de agua fría de agua ya tratada al circuito de agua caliente sanitaria.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Mezcla con agua caliente sanitaria del agua fría que proviene del depósito de agua fría.</i> - <i>Recircular agua caliente sanitaria por instalación principal constantemente a una temperatura superior a 60 °c</i> - <i>Almacenamiento en serie en acumuladores dispuestos en serie en circuito de agua caliente.</i> - <i>Permite disponer grandes cantidades de agua caliente en caso de gran demanda puntual.</i> - <i>Si no hay consumo funciona como circuito cerrado, manteniendo agua de tuberías principales en movimiento a una elevada superior a 60°C para evitar el crecimiento de Legionella.</i>
---------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 2: funcionamiento de sistemas de agua sanitaria caliente y fría en las instalaciones del Hospital.

4.3 Métodos de evaluación de Riesgo por exposición de trabajadores al agente biológico legionella. Descripción de métodos de evaluación.

4.3.1 Método de evaluación del INSHT ante riesgos biológicos aplicado a agente causal legionelosis.

Con base en la Guía Técnica publicada por parte del Ministerio tras la publicación del recientemente derogado Real Decreto 865/2003 por el que se establecían los

criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis se explica en que consiste el método de evaluación de riesgo por legionela el cual podría ser muy interesante en el caso de la evaluación de riesgos de torres de refrigeración

El método de evaluación propuesto en esta guía del Ministerio de Sanidad pretende desvincular los resultados de la subjetividad del técnico de prevención evaluador teniendo en cuenta tres tipos de factores de riesgo por separado relacionados con el mantenimiento, con el funcionamiento y por último factores relacionados con el diseño y estructura de la instalación.

Para cada tipo de factor hay una serie de ítems descritos que darán una valoración de riesgo bajo, medio y alto (tablas 3,4y5) y posteriormente para cada tipo de factores hay unas relaciones numéricas que relacionarán los riesgos bajo, medio y alto con un valor concreto obteniéndose un valor concreto para cada uno de los tres tipos de factores numéricos (tablas6,7,8.). Finalmente con estos valores se obtendrán 3 índices numéricos (Índice riesgo operacional I.O, índice riesgo de mantenimiento I.M e índice riesgo estructural I.E.) que relacionaremos entre sí para obtener un Índice Global de Riesgo de la siguiente forma:

$$\text{ÍNDICE GLOBAL DE RIESGO: } 0.30 \times \text{I.E.} + 0.60 \times \text{I.M.} + 0.1 \times \text{I.O.}$$

A continuación, se extraen una serie de tablas que provienen de la guía técnica del método de evaluación de riesgo simplificado publicada por el INSHT referenciadas en el siguiente enlace:

<https://www.insst.es/documents/94886/328096/833+web.pdf/a8b17b38-f44c-4e9b-85af-afcaf1c48e7f>

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

	BAJO	MEDIO	ALTO
<i>Procedencia del agua.</i>	<i>Agua de consumo humano fría.</i>	<i>Captación propia con realización de tratamiento.</i>	<i>Captación propia no tratada. Procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales.</i>
<i>Agua que se mantiene estancada.</i>	<i>EL agua se distribuye a través de tuberías y se forman balsas de forma constante o periódicamente facilitando que el biocida acceda a todos los puntos de la instalación.</i>	<i>Existen elementos que por características técnicas mantienen ocasionalmente el agua estancada.</i>	<i>Existen tramos muertos, depósitos o equipos en desuso, zonas ciegas sin una justificación técnica.</i>
<i>Composición, rugosidad y corrosividad de los materiales.</i>	<i>Materiales metálicos y plásticos resistentes a la acción del agua y biocidas</i>	<i>Hormigón. Materiales metálicos y plásticos no resistentes a las condiciones del agua de la instalación.</i>	<i>Cuero. Madera. Celulosa. Otros materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias</i>
<i>Nivel de Producción de aerosoles.</i>	<i>Bajo nivel de producción de aerosoles.</i>	<i>Nivel importante de producción de aerosoles con gotas grandes que caen por gravedad.</i>	<i>Nivel muy importante de producción de aerosoles con gotas finas que se mueven por el aire.</i>
<i>Entorno punto de emisión de aerosoles.</i>	<i>La instalación está totalmente aislada de elementos a proteger.</i>	<i>Existen elementos a proteger, aunque se ubican lejos del foco de emisión, o se dispone de barreras de protección</i>	<i>Próximo a elementos a proteger (tomos de aire exterior, ventanas, etc.)</i>
<i>Condiciones atmosféricas (Vientos, humedad relativa, temperaturas ambientales.)</i>	<i>El resultado de las condiciones atmosféricas poco significativo. Se han tomado medidas paliativas de protección ante estos agentes.</i>	<i>Los vientos dominantes dirigen el aerosol a zonas de baja o media densidad de población</i>	<i>Existencia de vientos dominantes que dirijan el aerosol a zonas de alta densidad de población o elementos a proteger</i>
<i>Ubicación de la instalación.</i>	<i>Zona alejada de áreas habitadas.</i>	<i>Zona urbana de baja o media densidad de población</i>	<i>Zona urbana de alta densidad. Zona con puntos de especial riesgo: Hospitales, residencias de ancianos, etc.</i>

Tabla 3. Factores de riesgo relacionados con el diseño y estructura (Riesgo estructural.)

	BAJO	MEDIO	ALTO
<i>Temperatura agua de la balsa</i>	<i>Menor a 20°C Y Mayor A 50°C.</i>	<i>Entre 20 y 35°C y entre 38 y 50°C.</i>	<i>Entre 35 y 37°C.</i>
<i>Frecuencia en el uso de la instalación.</i>	<i>La torre funciona en continuo o realiza recirculaciones de agua con biocida diarias</i>	<i>La torre permanece parada por periodos inferiores a un mes.</i>	<i>La torre permanece parada por periodos superiores a un mes</i>

Tabla 4. Factores de riesgo relacionados con las operaciones de mantenimiento en las instalaciones. (Riesgo Operacional.)

	BAJO	MEDIO	ALTO
<i>Parámetros físico-químicos.</i>	<i>Cumple especificaciones Anexo 4 Real Decreto 487/2022.</i>	<i>No cumple algunas especificaciones Anexo 4 Real Decreto 487/2022, o hay un incumplimiento puntual.</i>	<i>No cumple con especificaciones Anexo 4 Real decreto 487/2022.</i>
<i>Contaminación microbiológica.</i>	<i>En los controles analíticos aparecen aerobios totales por debajo de 10.000 U.f.c/ml y Legionella sp por debajo de 100 U.f.c/L</i>	<i>En los controles analíticos aparecen aerobios totales 10000-100000 U.f.c/ml o Legionella sp 100-1000 U.f.c/L</i>	<i>En los controles analíticos aparecen aerobios totales > 100000 U.f.c/ml o Legionella sp > 1000 U.f.c/</i>
<i>Presencia de algas.</i>	<i>Nula</i>	<i>Ligera presencia de algas.</i>	<i>Presencia de algas de forma generalizada.</i>
<i>Estado higiénico de la instalación.</i>	<i>Sin biocapa, sin lodos.</i>	<i>Áreas concretas con bicapa y algo de suciedad.</i>	<i>Suciedad visible general y con biocapa en la instalación.</i>
<i>Estado mecánico de la instalación.</i>	<i>Buen estado de conservación, sin incrustaciones y sin corrosión.</i>	<i>Algunos elementos de la instalación presentan corrosión y/o incrustaciones</i>	<i>Mal estado general de conservación. Corrosión y/o incrustaciones generalizadas</i>
<i>Estado del sistema de tratamiento y desinfección.</i>	<i>Funciona adecuadamente el sistema de desinfección.</i>	<i>La instalación dispone de un sistema de tratamiento y desinfección adecuado, pero no funciona correctamente</i>	<i>La instalación no dispone de sistema de tratamiento y desinfección</i>

Tabla 5. Factores de riesgo relacionados con el mantenimiento de las instalaciones. (Riesgo de mantenimiento.)

	BAJO	MEDIO	ALTO
Temperatura agua de la balsa.	0	20	40
Frecuencia de uso y funcionamiento	0	30	60
ÍNDICE TOTAL OPERACIONAL	0	50	100

Tabla 8. Índice numérico evaluación riesgo operacional (I.O).

Los resultados numéricos del Índice Global se interpretan de la siguiente forma:

- Índice Global por debajo de 60 presupone que el riesgo se ha conseguido minimizar por que el plan de prevención de riesgos está funcionando correctamente.
- Índice Global entre 60 y 80 se llevaran a cabo las acciones correctoras necesarias para disminuir el índice. Además se debe aumentar la frecuencia de revisión de la instalación: Revisión trimestral.(entendemos con estos índices que el plan de prevención de riesgos requiere mejoras y que hay que adecuarse más en el modo de proceder a la legislación que ya contempla este riesgo.
- Índice Global por encima de 80 indica que hay un riesgo inasumible y se han de tomar medidas correctoras de forma inmediata que pueden consistir incluso en la parada de la instalación para evitar que los trabajadores se expongan al riesgo de infección por legionella.

4.3.2 Método BIOGAVAL.

Este método de evaluación de riesgos biológicos para trabajadores fue el primer método publicado tras el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

durante el trabajo. El diseño del método tuvo en cuenta los datos epidemiológicos existentes sobre enfermedades infecciosas y el estudio a conciencia sobre los métodos y procedimientos de trabajo. Este método es aplicable a cualquier agente biológico que pueda suponer un riesgo para el trabajador en su actividad por lo que nos será muy útil para evaluar el riesgo de legionelosis en las instalaciones de riesgo.

El método BIOGAVAL tiene en cuenta 5 factores para realizar la evaluación que son:

- El daño que sufre el trabajador teniendo en cuenta el número de días que está en baja laboral con un tratamiento adecuado, así como la posibilidad de que deje o no secuelas y el tiempo previsto de recuperación del individuo.

Para la estimación se usarán datos de procesos de curación estandarizados estatal, pues la idiosincrasia de cada individuo determinará el tiempo real de curación. Este factor nos dará un valor numérico atendiendo a unos criterios (Ver tabla 9).

Las tablas que se muestran a continuación están extraídas del Manual Práctico para la evaluación del riesgo biológico en actividades laborales diversas publicadas por el INVASSAT referenciadas en el siguiente enlace:

https://invassat.gva.es/documents/161660384/161741765/Biogaval_neo_2018_cs/ea1b4c14-8033-4c8b-8779-c9efe5db45ac

Sin secuelas	I.T MENOR DE 30 DÍAS.	1
Sin secuelas	I.T MAYOR DE 30 DÍAS.	2
Con secuelas	I.T MENOR DE 30 DIAS.	3
Con secuelas	I.T MAYOR DE 30 DIAS.	4
Fallecimiento	DESENLACE FATAL.	5

Tabla 9: Factor daños al trabajador para calculo numérico evaluación Método BIOGAVAL.

- La vía de transmisión del agente biológico causal teniendo en cuenta de que sí el microorganismo puede transmitirse por 2 vías, se obtendrá sumando las cifras

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

correspondientes a los dos tipos de transmisión. Se le asignará un valor 1 si la vía de transmisión es directa e indirecta y un valor 3 si la vía es aérea.

- Tasa de incidencia del año anterior para valorar la probabilidad de contagios usando fuentes fiables y oficiales.

En este caso se dará un valor numérico comprendido entre el 1 y el 5 atendiendo a la incidencia del año anterior sobre 100.000 habitantes (Ver tabla 10).

Menor de un caso.	Valor numérico 1.
Casos comprendidos entre 1 y 9.	Valor numérico 2.
Casos Comprendidos entre 10 y 99	Valor numérico 3.
Casos comprendidos entre 100 y 999.	Valor numérico 4.
Número de casos mayores o iguales a 1000.	Valor numérico 5.

Tabla 10. Valores numéricos factor incidencia para valoración método BIOGAVAL.

- La vacunación teniendo en cuenta una estimación del número de trabajadores expuestos que se encuentran vacunados y la existencia o no de una vacuna para el agente biológico causal. Este factor establece valores dl 1 al 5 según el porcentaje de trabajadores vacunados siendo 1 si la mayoría están vacunados y 5 si no existe vacuna y por tanto los trabajadores no están vacunados tal y como es nuestro caso, pues no existe vacuna contra la legionelosis.

- Frecuencia de realización de tareas en las instalaciones donde hay riesgo biológico evaluándose el tiempo de exposición efectivo sin contar pausas y descansos (Ver tabla 11).

Porcentaje de exposición del trabajador con respecto al tiempo total.	Valor numérico.
<i>Raramente: <20% del tiempo.</i>	1
<i>Ocasionalmente: 20-40 % del tiempo.</i>	2
<i>Frecuentemente: 41-60 % del tiempo.</i>	3
<i>Muy frecuentemente: 61-80% del tiempo.</i>	4
<i>Habitualmente: >80% del tiempo.</i>	5

Tabla 11. Exposición del trabajador con respecto a tiempo total

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

Estos 5 factores analizados se relacionarán resultando un valor del riesgo ante el agente causal donde D corresponde al primer factor mencionado, V al segundo, T al tercero, I al cuarto y F al quinto dándonos la ecuación siguiente:

$$\text{Nivel de Riesgo (R)} = (D \times V) + T + I + F$$

De forma general, siempre teniendo en cuenta el agente biológico concreto, el valor del nivel de riesgo incitará a actuar de la siguiente forma:

-Nivel de Acción Biológica (NAB): Valor a partir del cual deben tomarse medidas preventivas para disminuir la exposición, estableciéndose este en NAB=12.

-Límite Exposición Biológica (LEB): Valor que no debe superarse puesto que representa un riesgo para los trabajadores, estableciéndose este en LEB=17.

-Niveles de riesgo por debajo del valor numérico 12 determinará las actuaciones a actuar para disminuir o eliminar un riesgo existente, niveles de riesgo 0 indicará que se ha conseguido eliminar el riesgo, algo bastante complejo en el caso de la legionella donde lo que suele ocurrir es que disminuya el riesgo de dispersión pues el agente causal está en las aguas de captación que van a las instalaciones de forma natural.

4.3.3 Utilidad de los métodos de evaluación en instalaciones hospitalarias como entorno laboral.

Una vez se han descrito estos métodos de evaluación de riesgo por legionela en instalaciones susceptibles de dispersión de la bacteria con exposición a trabajadores se puede deducir que ambos métodos son muy interesantes en la evaluación de instalaciones hospitalarias de riesgo, no obstante, según la guía Técnica del INSHT el método simplificado propuesto sería muy útil en la evaluación de torres de refrigeración siendo un método algo más específico de estas instalaciones entendiéndose el método

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

BIOGAVAL muy útil para sistemas de agua sanitaria caliente y fría. Realmente los métodos de evaluación generales han de tener en cuenta las peculiaridades de cada instalación y será el técnico encargado de la evaluación quien estudiará ambos métodos y determinará cual es el más adecuado pues no hay un método de evaluación específico para cada instalación.

4.3.4 Prevención ante agentes químicos biocidas por actividades en instalaciones donde pueden proliferar la legionella.

Las actividades que se llevan a cabo en las instalaciones de riesgo de dispersión de agentes biológicos incluyen la aplicación de sustancias químicas, lo cual conlleva una exposición química de los trabajadores que han de realizar esas actividades.

Basado en el Real Decreto 374/2001, de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo el INSHT ha elaborado una guía técnica para evaluar y prevenir riesgos que tienen que ver con la exposición a agentes químicos en los lugares de trabajo. Esta guía reconoce como riesgos relacionados con los agentes químicos, en particular con los agentes que se usan en las desinfecciones de instalaciones, los incendios, explosiones, inhalaciones, absorciones vía dérmica, contacto con ojos, ingestiones accidentales y abrasiones químicas. Además, incluye como factor de riesgo, al margen de la peligrosidad intrínseca propia del agente químico, los fallos que se puedan dar en la propia instalación o en la maquinaria que se utiliza para dispersar el desinfectante que afecten directamente al trabajador y lo expongan al agente químico de manera no prevista. Realmente se basa en tener información sobre dos cuestiones fundamentales para poder evaluar el riesgo contestando a ¿qué es lo que ocurre? Y ¿con qué probabilidad? para decidir si son o no necesarias acciones preventivas. El agente químico será un factor clave a tener en cuenta, pues de él van a depender en gran manera los posibles problemas de salud que se puedan dar en el trabajador. En

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

las actividades llevadas a cabo de forma programada o por necesidad puntual en las instalaciones se usan principalmente dos tipos de biocidas, los oxidantes y los no oxidantes. Los oxidantes se utilizan para la desinfección en actividades programadas o como parte de actividades de mantenimiento y en tratamientos de limpieza y desinfección cuando hay gran proliferación de legionellas. El biocida oxidante más usado es el hipoclorito sódico el cual libera cloro que queda en su forma libre actuando sobre el material celular de la bacteria provocando su destrucción. El hipoclorito sódico es el biocida más utilizado por sus múltiples ventajas como su bajo coste, la opción de poder llevar un control de su concentración en la propia instalación donde se realiza el tratamiento con sencillos métodos de detección de cloro libre, son fáciles de eliminar y las aguas resultantes pueden ir directamente al alcantarillado público.

La acción la ejerce el cloro libre por lo que se usan también otras sustancias que liberan ese cloro al interaccionar con el agua como son hipoclorito cálcico, bromoclorodimetilhidantoina, ácidos Cloroisocianuricos y dióxido de cloro como alternativa al hipoclorito sódico.

En el mercado también existen otros compuestos derivados del bromo, como son bromuro sódico activado, hipobromito de sodio estabilizado y Cloruro de bromo estabilizado.

Es importante puntualizar que últimamente se están usando también los peróxidos aunque para tratamientos de choque no estén muy indicados.

El principal problema que tienen los desinfectantes oxidantes es que deterioran mucho las instalaciones porque son muy corrosivos, de ahí que se estén empezando a usar también desinfectantes no oxidantes como amonios cuaternarios, poliamonios cuaternario fosfonios cuaternarios isotiazolonas, compuestos organobromados, aldehídos, compuestos órgano azufrados, iones metálicos, clorhidratos de biguanidina.

En las instalaciones de riesgo también se llevan a cabo otro tipo de tratamientos que normalmente son realizados por el personal de mantenimiento, que aunque no tienen directamente que ver con la dispersión de legionel tienen que ver con el buen funcionamiento. Estas operaciones de mantenimiento, donde se usan sustancias

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

químicas distintas a biocidas pueden incidir en la salud del trabajador y es por ello por lo que **textualmente en el artículo 17 del Real Decreto 487/2022, de 21 de junio dice:**

Artículo 17. Uso de otros tratamientos.

Los sistemas físicos frente a Legionella no deberán suponer riesgos para la instalación ni para la salud y seguridad de los operarios y las operarias ni otras personas que puedan estar expuestas, debiéndose verificar su correcto funcionamiento periódicamente. Su uso se ajustará, en todo momento, a las especificaciones técnicas o de funcionamiento establecidos por el fabricante, quien facilitará al titular de la instalación conforme a lo anteriormente dispuesto, una declaración responsable de seguridad, la documentación técnica que lo justifique y las correspondientes certificaciones externas de organismos nacionales o internacionales sobre su eficacia frente a Legionella.

2. Los antiincrustantes, antioxidantes, biodispersantes y cualquier otro tipo de sustancias y mezclas químicas utilizados en los procesos de limpieza y tratamiento de las instalaciones, cumplirán con los requisitos establecidos en el Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, relativo al registro, la evaluación, la autorización y la restricción de las sustancias y preparados químicos (REACH) y con los de clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas establecidos en el Reglamento (CE) n.º 1272/2008, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y su uso no deberá representar un riesgo para la salud de los profesionales que los aplican ni para la población general.

Tal y como se desprende de este artículo mencionado se hace entre otras cosas hincapié en que cualquier sustancia que se use no ha de representar un riesgo para la salud de los profesionales que las aplican.

Tras esta breve descripción de los desinfectantes y de las posibles sustancias químicas que se utilizan en estas instalaciones es fácil hacerse una idea sobre el tipo de agentes químicos a los que están expuestos los trabajadores, es por ello por lo que resulta interesante recurrir a una tabla resumen muy didáctica publicada en la NTP 691 sobre

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

los equipos de protección individual a utilizar según las actividades que se realicen en instalaciones susceptibles de proliferación de legionella. La siguiente tabla está referenciada en el siguiente enlace:

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_691.pdf

Tarea	Factor de riesgo	Equipos de protección individual. Protección respiratoria	Equipos de protección individual. Ropa de protección
Revisión	Aerosol	Mascarilla autofiltrante contra partículas	No es necesaria
Limpieza y tratamiento químico en espacio bien ventilado	Aerosol y concentración baja de cloro u otros agentes químicos	Mascarilla con filtro contra partículas, gases y vapores	Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas

<p>Limpieza y tratamiento químico en espacio ventilado, sin movimiento de aire</p>	<p>Aerosol y concentración no muy alta de cloro u otros agentes químicos</p>	<p>Mascarilla completa con filtro contra partículas, gases y vapores</p>	<p>Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas</p>
<p>Limpieza y tratamiento químico en espacio confinado</p>	<p>Aerosol y concentración alta de cloro u otros agentes químicos. Posible falta de oxígeno</p>	<p>Equipo de protección respiratoria aislante autónomo, con adaptador facial tipo máscara completa</p>	<p>Traje completo resistente a agentes químicos, con protección de la cabeza, guantes, botas y gafas</p>

Tabla 12. Publicación NTP 691 con el nombre de cuadro 2 equipos de protección individual.

De manera general se han descrito y puntualizado todo lo que tiene que ver con instalaciones de riesgo y exposición laboral tanto del agente biológico como agentes químicos para poder valorar y comprender la complejidad que envuelven a este tipo de instalaciones de riesgo de dispersión de legionela.

A continuación, se describen las instalaciones de un edificio de los considerados prioritarios, un hospital público de la Comunidad Autónoma de Extremadura.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

4.4 Descripción instalaciones de riesgo hospital público de Extremadura

4.4.1 Instalaciones de riesgo con las que cuenta el hospital.

En el hospital se realizan una serie de actividades de mantenimiento y de prevención específicos ante legionella, algunas de ellas realizadas por personal de mantenimiento y otras realizada por técnicos cualificados cuando tienen que ver con actuaciones especializadas donde intervienen agentes físico-químicos. De las instalaciones susceptible de proliferación de Legionella presentes en el hospital nos vamos a centrar en las que la legislación mencionada aplicable considera de alto riesgo de dispersión de legionella:

- Agua del Sistema de Incendios del Hospital (dos depósitos).
- Torres de refrigeración. (Dos Torres).
- Instalación de agua caliente sanitaria con acumuladores de agua caliente y sistema de retorno. (Dos acumuladores de agua caliente).
- Instalación de agua fría sanitaria (AFS).

Todas estas instalaciones de riesgo presentes en el hospital se distribuyen por diferentes zonas del hospital, no obstante, están en zonas de acceso restringido a personal trabajador y nunca permitido a usuarios del hospital o trabajadores no relacionados con las instalaciones.

Fotografía exterior Hospital Público en Extremadura, donde observamos una serie de condiciones de agua hacia depósitos acumuladores.



Las Torres de refrigeración suponen un riesgo principalmente para los operarios de mantenimiento, así como para el personal técnico especializado que realizan las funciones de desinfección y limpieza de la misma, pues el resto de trabajadores del hospital no se exponen directamente a ella al estar ubicadas fuera del recinto hospitalario en una zona de acceso restringido. En cuanto a las instalaciones de agua caliente y fría sanitaria no podemos decir lo mismo pues hay una exposición directa a todos los trabajadores susceptible de estar cerca de una zona donde se produzca pulverización de agua (Duchas, lavabos, pilas de los quirófanos, duchas y fuentes de seguridad de los laboratorios, agua para incendios, agua para riego de jardines...). Teniendo en cuenta que el hospital cuenta con unos 1100 trabajadores es fácil hacerse

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

una idea de lo que podría suponer tan solo para los trabajadores un brote de legionelosis obviando por no ser temática de este trabajo a los enfermos susceptibles de sufrir infección por este agente biológico.

4.4.2 Tareas que se realizan para la Prevención de Legionelosis en el hospital.

Para poder aproximar el coste que supone realizar una prevención ante este agente biológico al que hacemos referencia en todo momento vamos a describir cuales son todas y cada una de las actividades llevadas a cabo en las distintas instalaciones presentes en el hospital, siempre haciendo referencia a la periodicidad y al tipo de personal que participa en dichas actividades.

No podemos olvidar que es muy difícil eliminar el agente biológico, por tanto, el riesgo, por lo que para reducirlo hay que actuar periódicamente sobre las instalaciones desde distintos niveles y con distintos departamentos implicados de forma coordinada entre sí. En este hospital las actuaciones están coordinadas por distintos profesionales y departamentos. (Ver tabla 13).



Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

Departamento	Profesional	Actividad que coordina.
Salud Pública	Técnico farmacéutico de Salud.	<ul style="list-style-type: none"> -Diseño y elección Puntos de toma de muestras. -Toma de decisiones ante resultados positivos (cierre de habitación, planta.) -Informes anuales situación y control de legionela. -Brotos que se dan... -Recopilación de información clínica.
Prevención de Riesgos Laborales	Técnico Superior prevención de Riesgos Laborales	<ul style="list-style-type: none"> -Valoración del riesgo. -Información sobre el riesgo a los trabajadores -Actuaciones ante la Autoridad Laboral en caso de trabajadores infectados. -Elaboración de informes sobre trabajadores infectados. -Adecuaciones de trabajadores con mayor riesgo. -Formación -Participación en la toma de decisiones ante brotes. -Recopilación de datos sobre exposiciones de los distintos trabajadores. -Documentación sobre empresa externa en cuanto a su política de prevención(el Servicio Extremeño de Salud solo contrata a empresas externas que demuestran cumplimiento en materia de prevención de riesgos laborales y este departamento se encarga de verificarlo.)
Mantenimiento	Encargado de mantenimiento y operarios a su cargo.	Actividades directas sobre las instalaciones, (Son los profesionales con mayor exposición pues hay actividades que son diarias.)

Empresa Externa acreditada	Técnicos con las competencias en el uso de productos químicos.	-Actividades programadas de desinfección y limpieza. -Actividades de desinfección y limpieza tras detección de positivos en la instalación.
----------------------------	----------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 13. Actividades que se realizan para prevención de dispersión de legionella en el hospital público de Extremadura.

El Departamento de Prevención de Riesgos Laborales, como no podía ser de otra manera, tiene el mayor peso en cuanto a la prevención de infecciones en trabajadores, pues ha de recopilar la información de diagnóstico del estado de la instalación del departamento de mantenimiento, el diagnóstico proveniente de la empresa externa tras actuaciones de desinfección y limpieza en puntos más internos de la instalación y los datos sobre trabajadores infectados por legionela tras exposición laboral para hacer una valoración del riesgo el cual puede ser diferente en distintas épocas del años por que vaya cambiando la información o las circunstancias (por ejemplo el riesgo disminuye justo después de la desinfección y limpieza, aumenta si ha habido alguna avería en calderas por ejemplo, o si se realizan unos trabajos más específicos sobre la instalación donde aumentaría el tiempo de exposición o incluso la época del año pues la proliferación del agente se pueda ver favorecida por condiciones del ambiente en cuanto a temperaturas...) La valoración por parte del Técnico de Prevención se hace para cada puesto de trabajo y tendrá en cuenta las circunstancias descritas.

A continuación, se van a describir todas las operaciones que se realizan en las distintas instalaciones de riesgo del Hospital Extremeño sobre el que se está haciendo el análisis comparativo del coste de prevenir y no prevenir la legionelosis en trabajadores. De forma pormenorizada y con la ayuda de una serie de tablas se pondrá de manifiesto la exposición al riesgo de los diferentes trabajadores que participan en dichas actividades, además de otro personal que queda expuesto a las microgotas de agua susceptible de estar contaminada con legionella.

-Operaciones que se realizan en depósitos sistemas contra incendios;

En el hospital hay dos depósitos de agua que forman parte de este sistema contra incendios cuyas operaciones de mantenimiento es realizado por personal operario del

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

departamento de mantenimiento. En lo que respecta a las operaciones y actividades relacionadas con las establecidas en la legislación, de sobra citada en este trabajo, con respecto a la prevención de legionella estas operaciones son realizadas por personal técnico especializados que tienen las competencias adquiridas para ello y pertenecen a una empresa externa inscrita en el Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Biocidas (ROESB). Las operaciones se describen en la tabla siguiente. (ver tabla 14)

<i>Operación</i>	<i>Actividades realizadas por técnico con las competencias.</i>	<i>Periodicidad.</i>
Desinfección depósitos Sistema Contra Incendios	-Cloración del depósito mantenida durante 3 horas a una concentración de 20 ppm, neutralizar el cloro posteriormente y vaciar el depósito. -Llenado con agua y cloración habitual de uso .	Anual
Limpieza depósito Sistema contra incendios	-Se independizan cada uno de los depósitos y se hace un by pass directo para vaciado al exterior, (el agua va a una alcantarilla.) -Se entra en el depósito y se recaba información sobre el estado interior del depósito por si fuese necesaria una reparación. -Se realiza un cepillado mecánico con agua a presión y se evacuan sedimentos sólidos resultantes. -Aclarado con agua procedente de red. -Una vez limpias las paredes, suelos y techos se realiza la desinfección	Anual

	<p>interna de las distintas superficies interiores del depósito.</p> <p>Se usa una concentración de 30 ppm de cloro y se rocía con una sulfatadora y se dejan unos minutos para que el desinfectante actúe.</p> <p>- Se entra nuevamente y con agua potable a presión se procede al aclarado.</p> <p>-Finalmente se vuelve a llenar y estaría concluida la desinfección.</p>	
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

Tabla 14. Operaciones realizadas según normativa para prevención de legionelosis en depósitos sistemas contra incendios Hospital Público Extremadura.

-Operaciones que se realizan en el circuito de agua fría consumo humano:

En este caso también hay operaciones que han de realizarse por personal técnico cualificados con las competencias específicas pues han de usar productos químicos. La importancia de actuar sobre el circuito de agua que entra de red es debido a que esta agua servirá de alimentación a las instalaciones de riesgo y pudieran darse las condiciones para una proliferación de legionela que se vería acentuado una vez entraran en zonas donde el agente biológico tenga mayor oportunidad de proliferación. Las operaciones que se realizan se describen en la tabla (ver tabla 12.). Cabe resaltar que en este circuito de agua fría intervienen en muchas actividades y acciones el personal de mantenimiento propio del hospital lo que supone una exposición a estos agentes biológicos.

-Actividades a realizar sobre el agua fría consumo humano (AFCH) (ver tabla 15)

Operación y parte de instalación donde se actúa.	Actividades a realizar	Periodicidad	Personal encargado de la realización
Limpieza y Desinfección de Red y/o Puntos Terminales	<p>HIPERCLORACIÓN RED AFCH DESINFECCIÓN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Añadir Hipoclorito Sódico hasta alcanzar una concentración de 20-30 ppm de cloro libre., a Tª = 30 °C y pH 7-8. 2. Comprobar que la concentración de cloro libre residual en los puntos terminales es de 1~2 ppm. 3. Mantener las condiciones de temperatura y cloro durante 3 Horas. 4. Neutralizar el cloro libre residual. 5. Restablecer las condiciones de uso normales de la instalación con la concentración habitual de cloro. <hr/> <p>Etapa 2. LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN PUNTOS TERMINALES Los elementos desmontables como grifos, como grifos y duchas, se limpian a fondo con cepillos y estropajos para quitar incrustaciones y adherencias y se sumergen en una solución de 20 ppm de cloro libre durante 30 minutos, aclarando posteriormente con agua fría.</p>	Anual	Técnicos con competencias en aplicación productos químicos de empresa externa.

Grifos y ducha de personal y de habitaciones de pacientes.	Purga sobre todo en las de poco uso dejando correr el agua.	Semanal	Operarios de mantenimiento.
Revisión conservación y limpieza. Determinación temperatura	Revisión de conservación y limpieza. Determinación de temperatura mediante medición directa con termómetro de inmersión o de infrarrojos	Mensual	Técnicos de empresa externa certificada.
Medición cloro puntos terminales pues el agua viene directamente de red de abastecimiento	Medición de nivel de cloro con Kits rápidos en la determinación.	Diario eligiendo distintos puntos cada día.	Técnico Farmacéutico se Salud.
Recogida de muestras para análisis de Legionella en puntos representativos de la red	Toma de muestra programada	Mensual	Técnicos de empresa externa con capacitación para ello.
Revisión Conservación y Limpieza. Funcional	Inspección visual del estado de conservación y limpieza del circuito, así como del funcionamiento del sistema completo	Anual	Técnicos de empresa externas junto con jefe de mantenimiento del Hospital.
Actuaciones excepcionales ante avería	-Cambio de grifos, duchas (justo ahora coincide que una caldera de agua caliente la cual se abastece de agua fría del circuito está estropeada y se está realizando reparaciones en ella.)	Cuando se requiera.	Operarios departamento de mantenimiento, a veces técnicos de otras empresas externas dependiendo de la gravedad de la avería.

Tabla 15. Actividades a realizar sobre el agua fría consumo humano

-Actividades a realizar sobre instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS):

Esta instalación podríamos decir que es la instalación estrella en el hospital pues es la instalación que juega un papel más importante en la prevención de este agente biológico causal pues del estado de la instalación y sobre todo de la temperatura que haya en el sistema va a depender en gran medida la proliferación de legionella sobre todo teniendo

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

en cuenta que es un sistema con retorno donde el agua recircula y hay que conseguir que en todo momento la temperatura esté al menos por encima de 60 grados algo muy complejo de controlar en una instalación tan grande como es el sistema del hospital con instalaciones que ya tienen algunos años y donde la demanda de agua caliente es fluctuante. (Ver tabla 16)

Operación y parte de la instalación donde se actúa.	Actividad a realizar	Periodicidad	Personal encargado de realizarlas.
Revisión completa de la instalación	Inspección completa de la instalación, diagnóstico de Técnicos de empresa externa	Trimestral	Técnicos competentes de empresa externa, Farmacéutico Técnico de Salud y jefe de mantenimiento La información se traslada también al departamento De PRL para valoración del riesgo en puestos de trabajo.)
Determinación de temperaturas en acumuladores la cual ha de estar por encima de 60 °C	Determinación temperatura en acumuladores mediante lectura directa en termostatos ; en su defecto, abriendo grifos y tomando la Tº en ACS mediante termómetros de infrarojos	Diaria	Farmacéutico Técnico de Salud

<p>Limpeza y desinfección química de los dos acumuladores se hacen en días diferentes para no dejar sin agua caliente al Hospital.)</p>	<p>LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE ACUMULADORES ACS LIMPIEZA 1. Vaciado del Acumulador, mediante el cierre de la llave de paso del suministro del agua de red y apertura de la tubería de salida. 2. Eliminar incrustaciones de las paredes (en caso se fácil acceso). 3. Realizar las reparaciones necesarias. 4. Limpieza y aclarado con agua limpia DESINFECCIÓN; . Añadir Hipoclorito Sódico hasta alcanzar una concentración de 20-30 ppm de cloro libre., a Tª = 30 °C y pH 7~8. 2. Comprobar que la concentración de cloro libre residual en los puntos terminales es de 1~2 ppm. 3. Mantener las condiciones de temperatura y cloro durante 3 Horas. 4. Neutralizar el cloro libre residual. 5. Restablecer las condiciones de uso normales de la instalación con la concentración habitual de cloro.</p>	<p>Anual</p>	<p>Técnicos con la competencia certificada que le permite aplicar productos químicos.</p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------	-------------------------------------------------------------------------------------------

Purga válvula de drenaje de los depósitos acumuladores de agua caliente	Purga del fondo pues la válvula está en la parte inferior.	Semanal	Operarios del departamento del hospital.
-------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	---------	------------------------------------------

Tabla 16. Actividades a realizar sobre instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS).

-Actividades a realizar sobre las Torres de refrigeración:

Tal y como se ha adelantado anteriormente la Torre de refrigeración es una instalación que en el caso del Hospital Público en el que estamos realizando este trabajo se ubica en una zona de acceso restringido por lo que en este caso hay menos trabajadores expuestos y la preocupación por esta instalación preocupa mas a nivel comunitario por la difuminación en el ambiente de pulverizados de agua contaminada que pudiera llegar a los edificios más cercano a la torre que a nivel laboral. No obstante, es una instalación de riesgo de proliferación y dispersión de legionela y también hay trabajadores expuestos como pueden ser los operarios de mantenimiento, por ejemplo.

Operaciones y parte de la instalación donde se realiza.	Actividades a realizar	Periodicidad	Personal encargado de la realización.
Bandeja de las torres	Inspección visual del estado de conservación de la bandeja, comprobación de si hay presencia de bicapa, algas, zonas con oxido metálicos...	Semanal	Operarios de mantenimiento del hospital.
Limpieza y desinfección de las torres.	PROTOCOLO SEGÚN ANEXO 4B DEL RD865/2003. (aún no hemos implantado el nuevo protocolo según legislación actual.) a) Cloración del agua del sistema, al menos 5 mg/l de cloro residual libre y adición de biodispersantes capaces de actuar sobre la biocapa y anticorrosivos compatibles con el cloro y el biodispersante, en	Semestral	Técnicos con las competencias para la aplicación de productos químicos empresa externa.

	<p>cantidad adecuada, manteniendo un pH entre 7 y 8.</p> <p>b) Recircular el sistema durante 3 horas, con los ventiladores desconectados y cuando sea posible las aberturas cerradas para evitar la salida de aerosoles. Se medirá el nivel de cloro residual libre al menos cada hora reponiendo la cantidad perdida.</p> <p>c) Neutralizar el cloro, vaciar el sistema y aclarar con agua a presión.</p> <p>d) Realizar las operaciones de mantenimiento mecánico del equipo y reparar las averías detectadas.</p> <p>e) Limpiar a fondo las superficies con técnicas adecuadas que eliminen las incrustaciones y adherencias y aclarar.</p> <p>f) Llenar de agua y añadir el desinfectante de mantenimiento. Cuando este desinfectante sea cloro, se mantendrán unos niveles de cloro residual libre de 2 mg/l mediante un dispositivo automático, añadiendo anticorrosivo, compatible con el cloro, en cantidad adecuada. Las piezas desmontables serán limpiadas a fondo,</p>		
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

	<p>sumergidas en una solución que contenga 15 mg/l de cloro residual libre, durante 20 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría. Los elementos difíciles de desmontar o de difícil acceso se pulverizarán con la misma solución durante el mismo tiempo. En caso de equipos, que por sus dimensiones o diseño no admitan la pulverización, la limpieza y desinfección se realizará mediante nebulización eléctrica, utilizando un desinfectante adecuado para este fin (la nebulización eléctrica no se puede realizar</p>		
Revisión general de funcionamiento	Se realiza puesta a punto y se hace diagnóstico de funcionamiento	Mensual	Personal de mantenimiento del Hospital.
Revisión semestral de torre de refrigeración.	Inspección visual de las torres y diagnóstico de Técnico de empresa externa	Semestral	Técnicos cualificados empresa externa.
Separador de gotas. Revisión completa por ser un punto crítico en la dispersión	Se para el sistema si se estima necesario al ser este un punto importante a analizar	Anual	Técnicos de la empresa externa certificada.
Filtros de recirculación y otros equipos	Revisar que se encuentran correctamente instalados y en buenas condiciones higiénicas	Mensual	Técnicos empresa externa.

Toma de muestra agua de bandeja	Tomas de muestras de autocontrol Toma de muestra oficial.	Según planificación recogida en programa interno de autocontrol y programa de control oficial	-Autocontrol: Empresa externa, laboratorio externo. -Control oficial, Farmacéutico Técnico S.P- Laboratorio de Salud Pública de Badajoz. (único acreditado para control oficial en legionela de Extremadura.)
---------------------------------	--------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 17. Actividades a realizar sobre las Torres de refrigeración:

En cuanto a las actividades que se realizan para minimizar el riesgo de que los trabajadores contraigan la infección por legionela también cabe destacar que en las analíticas de autocontrol que se realizan en muchos casos se detecta presencia de legionela lo que conlleva a que se realicen una serie de actividades extras dependiendo de donde se detecte el positivo en legionela dentro de la instalación y de que instalación.

En el caso de detección en el agua fría de consumo humano las actividades extras a realizar suelen ser realizar hiper cloración, limpieza y desinfección en instalación, puesta de filtros de legionela en grifo. En el caso de que se detecte legionela en el sistema de agua caliente sanitaria las actuaciones extras suelen ir encaminadas a realizar una hiper cloración ,limpieza y desinfección en instalación, vaciar acumuladores de ACS - Limpiar a fondo paredes acumuladores y zonas críticas instalación ,llenar y elevar la temperatura del agua del acumulador a 70°C o más durante 4 horas para luego extraer agua por todos los grifos y duchas durante 10 minutos y comprobar que la temperatura del agua en el punto terminal está por encima de 60 grados, como podemos ver hay también que contabilizar el gran consumo de agua que se produce en estas actividades extras que también hay que cuantificar económicamente pues es una cantidad muy elevada de agua la que se usa.

Los dos depósitos del sistema de incendio y las dos torres de refrigeración también son susceptibles de obtener resultados analíticos positivos, las actividades van

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

encaminadas a vaciado de depósitos, limpieza y desinfección con una hiper cloración y posterior aclarado y llenado con su repercusión económica consiguiente

4.4.3 Coste directo e indirecto de la prevención en Hospital

Una vez descritas las instalaciones donde hay riesgo para trabajadores de infectarse con legionela y de las actividades que se realizan en cuanto prevención para disminuir ese riesgo se dan las condiciones para hacer una valoración del coste económico estimado que conlleva para el Servicios Extremeño de Salud y compararlo con los costes que tendría este organismo público de salud en caso de no hacer la citada prevención, pues es uno de los objetivos marcados durante este trabajo.

En este caso no se puede dar un valor monetario exacto pues el acceso a las facturas, contrataciones, nóminas de empleados está restringido, no obstante, se puede hacer una aproximación no tanto cuantitativa, pero si cualitativa del coste que conlleva destacando el gasto generado por el uso diario de sal, cloro, ácido sulfúrico, aditivos, etc. que son necesarias para los tratamientos del agua, así como la utilización de recursos energéticos (gas, gasoil, electricidad...) y de mano de obra cualificada para todas las tareas implicadas, incluyendo en este apartado el contrato con empresa externa mediante concurso público.

Además de los costes periódicos en el mantenimiento normal de la instalación para poder suministrar un agua con los requisitos de calidad necesarios, y aunque se esté haciendo todo correctamente, puede ocurrir que se detecte un brote en la instalación, en un punto terminal, en algún depósito o en alguna de las dos torres de refrigeración. En este caso hay una obligación a realizar una serie de acciones que implican aumentar el consumo de agua cerca de un 200% del gasto diario del hospital, un aumento considerable en la demanda energética en caso de realizarse un calentamiento para desinfectar, un aumento de la dosis de cloración en alguno de los depósitos de la instalación tanto para hipercloración del circuito como para

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

mantenimiento de la concentración de Cl⁻ con un máximo de 1'20 mg/L durante 3 meses. Además de estos procesos, con cualquiera de los procedimientos realizados para la desinfección, el RD 865/2003 en el cual se basan las actuaciones por cuestiones mencionadas en epígrafes anteriores requiere la apertura de todos los puntos terminales de la instalación garantizando que sale por ellos el agua tratada y en la Concentración/Temperatura indicada durante el tiempo previsto. Esta cantidad de recursos materiales va de la mano de una cantidad considerable de horas de mano de obra del personal de mantenimiento que requiere hacer todas esas tareas diarias, de contratos con laboratorios para realizar muestreos de la instalación que realizan las limpiezas y sanitizaciones en la instalación. Considerando que todo esto se realiza en un centro hospitalario con actividades clínicas, usuarios y pacientes que requieren del uso de las instalaciones a tiempo completo con picos de actividad por las mañanas todos los días del año, se puede comenzar a vislumbrar el sobrecoste añadido a sufrir una proliferación de legionela en la instalación, aunque no se llegue a infectar a ningún trabajador pues esta sería la situación ideal.

Haciendo un poco de balance de lo que se ha descrito hemos visto de la importancia del riesgo biológico por este agente donde está implicado el Servicio de Prevención de Riesgos Laborales del hospital, las actividades llevadas a cabo por empresa externa y las llevadas a cabo por los operarios de mantenimiento del hospital por lo que se puede estimar los costes de la siguiente manera: (ver tabla 18)

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

<p>COSTES FIJOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Destinados a vigilancia, control, y tratamiento del agua e instalaciones para prevenir la proliferación de legionella -H₂SO₄ -NaClO - Electricidad (bombas, sondas, etc.) -Gasoil (calderas) -Analíticas de cloro en puntos terminales (diario) -Agua -Actividades programadas por el personal de mantenimiento del hospital -Actividades programadas por empresa externa contratada. (Presupuesto anual que incluye todas las actividades que hayan considerado en pliego de acuerdo con la gerencia del hospital.) -Actividades del departamento de Prevención de Riesgos Laborales del Hospital (Evaluación de puestos de trabajo de operarios concretos como embarazadas, nuevas incorporaciones, puesto de nueva creación, formación de trabajadores, adecuación de puestos...)
<p>COSTES VARIABLES</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Actividades tras resultados de analíticas por recuento de unidades formadoras de colonias de Legionella. -Actividades en caso de que este valor supere los límites máximos indicados se requerirá realizar la limpieza y desinfección de la instalación en cada una de las ocasiones que ocurra. -Averías en instalación, calderas, depósitos... -Puesta a punto tras cortes de agua, obras en zonas concreta que hayan dejado sin uso puntos terminales más de una semana...

<p>COSTES PERSONALES</p>	<p>Las actividades que se realizan sobre todo si afectan al agua fría y caliente requieren de mucha coordinación con los distintos servicios del hospital y las distintas consultas puesto que tanto las Temperaturas de trabajo de la instalación como las concentraciones de cloro en el agua pueden alterar e incluso producir daños técnicos y personales ya que hay aparatos que no se podrán usar durante la actividad (Altas concentraciones de cloro en red afectarán a: Radiología, en revelado de placas; Laboratorios, en muestreos y producción de sueros técnicos; Central de cocina, máquinas de café, etc.; Quirófanos, en lavado médico; Esterilización, de material clínico; Lavabos y duchas de pacientes y baños públicos; Lavandería - Elevadas Temperaturas en el agua afectarán, principalmente por quemaduras, a: Quirófanos, en lavado médico; Lavabos y duchas de pacientes y baños públicos.</p>
--------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Tabla 18: Estimación costes anuales Plan de Prevención Legionelosis Hospital Extremeño.

4.5 Costes para la Gerencia del Hospital Público de Extremadura

4.5.1 Legionelosis como enfermedad profesional.

En este apartado se considera el balance entre el coste que supone la prevención de Legionelosis en trabajadores en el Hospital Público y procedimientos para prevenir la aparición de la bacteria *Legionella Pneumophila* y los posibles costes derivados de no tener implantado ningún procedimientos para la prevención y control de la Legionelosis de acuerdo a lo establecido en 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.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

En un hospital una persona puede sufrir una infección por legionela y no necesariamente ha de ser un trabajador pues hay muchos usuarios de las instalaciones que en si mismo constituyen un grupo de riesgo al tratarse de un centro sanitario donde acuden personas con patologías previas, cabe mencionar, por tanto, que para que se considere que una incapacidad temporal o una enfermedad profesional o incluso un fallecimiento por infección por Legionella pneumophila son por motivos profesionales han de cumplir el siguiente requisito:

- Para que se pueda aplicar la condición de Incapacidad Temporal por Enfermedad Profesional se tienen que dar las condiciones del artículo 157 del R.D. 8/2015 , de 30 de octubre ,por el que se aprueba la Ley General de la Seguridad Social donde dice textualmente “...*Se entenderá por enfermedad profesional la contraída a consecuencia del trabajo ejecutado por cuenta ajena en las actividades que se especifiquen en el cuadro que se apruebe por las disposiciones de aplicación y desarrollo de esta ley, y que esté provocada por la acción de los elementos o sustancias que en dicho cuadro se indiquen para cada enfermedad profesional...*”

Si en la infección del trabajador o trabajadora se cumple esta premisa mencionada en epígrafe anterior se establece la relación causa efecto dentro del ámbito laboral debido a que si atendemos a la clasificación de enfermedades profesionales del Anexo I del R.D. 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro , la legionelosis está catalogada como enfermedad profesional perteneciente al grupo 3 dentro de enfermedades profesionales causadas por agentes biológicos con el código 3D01XX donde vienen determinadas las Enfermedades infecciosas y parasitarias no contempladas en otros apartados: micosis, legionella y helmintiasis. En cuanto al entorno laboral podríamos decir que la exposición más directa tendría que ver con el código 3D0105 referidos a trabajadores dedicados a la limpieza y mantenimiento de instalaciones que sean susceptibles de transmitir la legionella.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

Tal y como acabamos de analizar la legislación vigente citada avala claramente que si un trabajador contrae una infección dentro del Hospital Público Extremeño en los términos descritos se podría considerar enfermedad profesional con todo lo que eso conllevaría a nivel, no solo de responsabilidad de la gerencia sino en lo que tiene que ver con el coste que supondría esta enfermedad en el trabajador.

4.5.2 Coste para el Hospital Público Extremadura legionelosis en un trabajador.

Es muy complejo hacer una estimación monetaria de costes pues hay muchos factores implicados y variables hasta el punto de que hay un coste para cada trabajador con infección, pues el número de días de baja laboral es dependiente de la idiosincrasia del individuo, del estado de salud previo e incluso del nivel de exposición. No todos los trabajadores tienen el mismo salario y hay trabajadores que requieren sustituto durante su baja y otros a los que no es necesario sustituirlos pues simplemente se dejan pendientes sus tareas. Una variable fundamental tendrá que ver también con el desenlace de la enfermedad pues un fallecimiento podría tener unos costes desmedidos e incluso responsabilidad civil y penal para la Dirección y para el Técnico en Prevención de Riesgos Laborales lo que aumentaría costes a nivel jurídico, defensa...



La ley de protección de datos y los estrictos permisos necesarios para acceder a informes clínicos de pacientes del hospital hacen imposible establecer el coste de un caso real no obstante se hace una aproximación al menos pues uno de los objetivos es poder hacer comparativas económicas. La complejidad y el número de departamentos implicados además de las tareas asignadas a una empresa externa tampoco permiten aproximar el valor monetario que supone la prevención de legionella en el hospital por lo que solo cabe citar los costes de prevención y los costes de no prevenir si hay un trabajador con legionelosis. Independientemente de la inclinación que tenga el balance económico la no prevención de legionelosis nunca será una opción por que evitar un coste personal siempre estaría indicado antes que un coste material.

Como propuesta para comprender que costes se asumirían en caso de un fallecimiento en el hospital de un trabajador por legionelosis en caso de que no haya un buen sistema de prevención de legionelosis en todos sus ámbitos, pues no hay que olvidar que también se considera enfermedad profesional el agravamiento de una patología previa por causa del trabajo y es por ello por lo que se rescata una sentencia dictada por el Tribunal Superior de Justicia de Navarra donde un trabajador presenta una patología previa, donde se descubre que hay instalaciones de riesgos de dispersión de legionella y donde no solo no hay un sistema de prevención en las instalaciones sino además no hay vigilancia del estado de salud del trabajador. En el siguiente enlace se puede consultar la sentencia para profundizar en ella.

<https://www.poderjudicial.es/search/indexAN.jsp>

En este caso se condena al servicio de prevención de la empresa donde trabajaba el operario fallecido tras infección por legionela que agravó una patología respiratoria previa del trabajador fallecido a abonarla cuantía de 274.000 euros a los familiares beneficiarios del fallecido. No se ha de olvidar que a esta suma hay que añadirles todos

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

los otros gastos citados hasta ahora pagados por la empresa, así como las responsabilidades penales en los que incurre el Servicio de Prevención de la empresa.

De forma resumida, pues se referencia el enlace a la sentencia para consulta, los hechos son los siguientes:

El empleado fallece por la falta de vigilancia de una enfermedad pulmonar agravada con una neumonía por legionella, pues la sentencia relaciona la infección por legionella con su actividad laboral detallando que no hay una vigilancia previa del estado de salud del trabajador tras más de 35 años como empleado, además establece que hay instalaciones de riesgo de dispersión del agente biológico donde no hay un sistema de prevención.

La Sala de lo Social del Tribunal Superior de Justicia de Navarra (TSJN) condena al servicio de prevención y a la empresa quedando claramente establecida la responsabilidad de no tener un plan de prevención en una instalación de riesgo y de no vigilar la salud previa del trabajador expuesto. El juez establece directamente la causa efecto y dictamina que fallece por una neumonía por legionella y que esa legionela agrava patología previa del trabajador y que fruto de la exposición en el puesto de trabajo se produce la infección.

En definitiva, para el Hospital Público Extremeño de donde se está realizando esta revisión de sus instalaciones de riesgo está más que justificado el plan de prevención de legionelosis pues los costes que tendría que asumir del fallecimiento de un trabajador por la no prevención podría provocar no solo el desembolso económico que supone si no la responsabilidad a nivel social, político y de imagen ante la sociedad. No obstante, aunque el coste monetario de la prevención fuese superior al de la no prevención hay que reiterar que en ningún caso estaría por encima del coste personal de una vida.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

5-Conclusiones

Cuando se planteaba esta revisión de las instalaciones de riesgo biológico por legionela del hospital donde trabajo tenía varios objetivos, además de una intención clara de hacer un balance económico entre el coste que tiene prevenir legionelosis en trabajadores y el coste de no hacerlo. Durante la realización de este trabajo se ha tenido siempre la intuición de que el coste económico de la no prevención iba a ser superior del coste económico de la prevención, aunque no haya podido demostrarse con datos reales. Durante las etapas de búsqueda de información, de investigación y entrevistas a compañeros de distintos departamentos como el de gestión económica se iba haciendo patente de que no se iba a ser capaz de hacer este balance económico dada la complejidad y los recursos tanto internos como externos que se dedican a estas instalaciones. También se ha podido comprobar que la prevención de legionelosis en el hospital tiene un doble objetivo, ya que contempla la prevención como laboral y como objetivo de Salud Pública al afectar a población vulnerable que usa las instalaciones del hospital.

Finalmente ha habido que recurrir a una estimación según una sentencia de un trabajador de otro sector para hacer una estimación, aun así, se ha conseguido este objetivo de balance económico pese a no contar con datos reales del Hospital al considerar que un coste personal en una vida inclinaría la balanza hacia la prevención en todos los casos. Indirectamente sería un desastre económico para el Hospital la muerte de un trabajador por legionela sin un plan de prevención, no solo por el desembolso de indemnizaciones sino por las consecuencias a nivel directivo que provocaría con dimisiones, cambios directivos, responsabilidades incluso penales y demás consecuencias sociales.

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

En cuanto a resaltar la importancia de tener un buen plan de prevención de legionelosis y de hacer partícipes a los trabajadores, se ha conseguido resaltar la importancia de no relegar a un segundo plano la exposición de los trabajadores internos del hospital pese a la tendencia que hay en considerar que como es una empresa externa especializada la que realiza las actividades de prevención el personal interno no ha de tener en cuenta el peligro al que están expuestos aunque se realicen acciones sobre las instalaciones de riesgo o se haga uso de ellas.

Teniendo a mano la comparación y la revisión de la legislación actual con respecto a la anterior es necesario profundizar en las necesidades que tienen los edificios considerados prioritarios con instalaciones de riesgo en adaptarse a la nueva legislación. En la actualidad las actuaciones que se llevan a cabo en las instalaciones del hospital van en concordancia con el ya derogado RD 865/2003, ya que por un lado es una época transitoria definida por 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 y por otro lado los grupos de trabajo científicos y expertos en la materia han propuesto una paralización del actual Real Decreto al considerar que no se adapta a los conocimientos que actualmente hay sobre la prevención de legionella, a los procedimientos de toma de muestra pues no son operativos además de eliminar el hisopado que se hace sobre las zonas donde se toma la muestra. Las cuestiones mencionadas y otras que no vienen al caso en este trabajo señalan que se modificará el Real Decreto de forma sustancial. En definitiva, que actualmente se trabaja de acuerdo al Real decreto ya derogado a la espera de que haya otras indicaciones por parte del Ministerio.

Como conclusión se puede decir que hay una gran satisfacción con los objetivos alcanzados además de lo aprendido sobre importancia que tienen las actividades de prevención de legionela en el hospital desde un punto de vista relacionado con el departamento de Prevención de Riesgos Laborales, pues hasta que se empieza a

desarrollar este trabajo solo conocía la importancia desde el punto de vista de la Salud Pública.

Es crucial animar a todos los que trabajan en edificios con instalaciones de riesgo de dispersión de legionella a que profundicen en el tema y enfoquen su investigación en los riesgos para los trabajadores pues se sigue haciendo mucho hincapié en la Salud Pública y poco en la salud de los trabajadores expuestos.

Comentar que las fotografías incorporadas están realizadas desde un dispositivo móvil personal de las zonas exteriores fotografiables pues es difícil contar con autorización para fotografías instalaciones internas donde coincide que se está instalando una nueva caldera para calentar agua. Agradecer al departamento de mantenimiento del hospital y a los compañeros farmacéuticos y veterinarios de Salud Pública por la ayuda prestada para elaborar este trabajo fin de master y por supuesto al Técnico de Prevención de Riesgos Laborales del Área de Salud que me ha facilitado todo tipo de información y documentación que he necesitado.

6-Bibliografía

https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Gu%C3%ADAs%20t%C3%A9cnicas/Guia_Torres_Refrigeracion.pdf

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0174303183800316#ab1>

https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/descripcion_legionella.pdf

<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/saludyconsumo/areas/entornos-saludables/salud-ambiental/paginas/control-legionelosis.html#toc--novedad-programa-de-prevenci-n-de-la-legionelosis-2021>

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_691.pdf/0004d57f-4882-4be9-87c2-0e1c56841f19

<https://www.insst.es/agentes-biologicos-basebio/bacterias/legionella-pneumophila>

https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/docs/agentes_biologicos.pdf

<https://www.isciii.es/layouts/15/osssearchresults.aspx#k=legionela>

[Páginas - Instituto de Salud Carlos III - ISCIII](#)

Economía de la prevención de legionelosis en un hospital como entorno laboral.

https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_691.pdf

<https://www.sanidad.gob.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/agenBiologicos/guia.htm>

https://higieneambiental.com/sites/default/files/images/pdf/ENMT_Monografia_Guia_Agentes_Quimicos.pdf

<https://www.insst.es/documents/94886/328096/833+web.pdf/a8b17b38-f44c-4e9b-85af-afcaf1c48e7f>

https://invassat.gva.es/documents/161660384/161741765/Biogaval_neo_2018_cs/ea1b4c14-8033-4c8b-8779-c9efe5db45ac

<https://iuaca.ua.es/es/master-agua/documentos/gestadm/trabajos-fin-de-master/tfm-2013-nuria-ferrando.pdf>

<https://www.sinplagas2020.com/servicios/tratamientos-de-legionella/>

