

Guía 12-2000 de ASHRAE

STANDARD ASHRAE®



Minimizando el Riesgo de Legionelosis Asociado a las Instalaciones de Agua del Edificio

Aprobado por el comité de Standards de ASHRAE el 5 febrero de 2000;
por la junta directiva de ASHRAE el 10 de febrero de 2000.

Las Guías de ASHRAE son actualizadas cada cinco años; la fecha que sigue al número del standard es el año de aprobación de la Junta Directiva de ASHRAE. Las copias pueden ser compradas en el Servicio del Cliente de ASHRAE, 1791 Tullie Circle, NE, Atlanta, GA 30329-2305. E-mail: orders@ashrae.org. Fax: 404-321-5478. Teléfono: 404- 636-8400 (por todo el mundo) o sin gastos 1-800-527-4723 (para pedidos en los Estados Unidos y Canadá).

© 2000 Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire, Inc.

ISSN 1041-2336

SOCIEDAD AMERICANA DE INGENIEROS DE CALEFACCIÓN, REFRIGERACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE AIRE.

1791 Tullie Circle, NE • Atlanta, GA 30329



Asociación Técnica Española
de Climatización y Refrigeración

Traducido para ATECYR
con autorización de ASHRAE por:
Iñaki Morcillo
Ingeniero Industrial

Patrocinado por:



Desinfecciones
ALCORA S.A. y Revista

el Instalador

Suplemento de la revista EL INSTALADOR 414

Comité del Proyecto Standard de ASHRAE 12-2000
Con denominación TC : Comité de Salud Ambiental[0]
SPLS Contacto : Waller S. Clements

David F. Geary, Presidente*
Paul A. Lindahl, Jr., Secretario*
Michael D. Adams*
Joseph Aiello*
Richard E. Besser
Robert F. Breiman
Clive R. Broadbent*
Karl A. Brown*
Frederick T. Byers
Jay C. Butler*
Richard A. Charles*
Daryn S. Cline*
Eric A. Delaubenfels*

Barry S. Fields
Carl B. Fliermans
John M. Hodgson*
Kevin B. McBurney
William F. McCoy*
Amanda K. Meitz
Richard D. Miller*
George K. Morris
Edwin A. Nordstrom
Daniel A. Pope
Paul R. Puckorius
James L. Raber

Godwin C. Rogerson
Dennis P. Shea*
Brian G. Shelton*
George R. Shriver
Reid A. Spence*
Laurance S. Staples
Janet E. Stout*
Patricia T. Thomas*
Richard L. Tyndall
Kazuo Watanabe
Ronald E. Wood*
Thomas L. White

*Indica miembros con derecho a voto cuando el documento fue aprobado para publicación

COMITÉ DE STANDARDS DE ASHRAE 1999-2000

Arthur E. McIvor, Presidente
Martha J. Hewett, Vice-Presidente
Dean S. Borges
Waller S. Clements
Piotr A. Domanski
Richard A. Evans
Mark C. Hegberg
John F. Hogan
David E. Knebel
Frederick H. Kohloss
William J. Landman
Neil P. Leslie

Nance C. Lovvorn
Amanda K. Meitz
Davor Novosel
Joseph A. Pietsch
James A. Ranfone
Terry E. Townsend
James K. Vallort
Thomas E. Watson
Bruce A. Wilcox
J. Richard Wright
Samuel D. Cummings, Jr., BOD ExO
Raymond E. Patenaude, CO

Claire Ramspeck, *Responsable de los Standards*

NOTA ESPECIAL

Este Standard Nacional Americano (ANS) es un Standard nacional voluntario consensuado desarrollado bajo los auspicios de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Acondicionamiento de Aire (ASHRAE). El consenso es definido por el Instituto Nacional de Standards Americano (ANSI), del cual ASHRAE es un miembro y quien ha aprobado este standard como un ANS, mediante "acuerdo substancial alcanzado por las categorías implicadas directa y materialmente. Esto significa el consenso mayor que una mayoría simple, pero no necesariamente unanimidad. El consenso requiere que todas las opiniones y objeciones estén consideradas, y que sea realizado un esfuerzo hacia su resolución". El cumplimiento de este Standard es voluntario hasta y a menos que, sea legalmente obligatorio por medio de una reglamentación oficial.

ASHRAE obtiene consenso a través de la participación de sus miembros nacionales e internacionales, sociedades asociadas, y revisión pública.

Los Standards de ASHRAE son preparados por un Comité del Proyecto designado específicamente con el fin de realizar la redacción del mismo. El Presidente y Vice-Presidente del Comité del Proyecto deben ser miembros de ASHRAE; mientras que otros miembros del comité pueden o no ser miembros de ASHRAE, todos deben estar técnicamente cualificados en el tema del Standard. Se ha realizado todo el esfuerzo posible para equilibrar los distintos intereses relacionados entre todos los Comités del Proyecto.

El Responsable de los Standards de ASHRAE debería ser consultado para:

- a. interpretación del contenido de este Standard,
- b. participación en la revisión siguiente del Standard,
- c. ofrecimientos de crítica constructiva para mejorar el Standard,
- d. permiso para reimprimir partes del Standard.

CLÁUSULA DE EXENCIÓN DE RESPONSABILIDAD

ASHRAE emplea sus mejores esfuerzos para promulgar Standards y Guías para el beneficio del público en virtud de la información disponible y prácticas aceptadas de la industria. Sin embargo, ASHRAE no garantiza, certifica, o implica la seguridad o funcionamiento de ninguno de los productos, componentes, o sistemas probados, instalados, o funcionando de acuerdo con los Standards de ASHRAE o Guías o, que cualquier prueba realizada bajo sus Standards o Guías será no perjudicial o libre de riesgo.

POLÍTICA DE PUBLICIDAD SOBRE LOS STANDARDS DE ASHRAE EN LA INDUSTRIA

Los Standards y Guías de ASHRAE son realizados para ayudar a la industria y usuarios ofreciendo un método uniforme de prueba para una correcta evaluación, sugiriendo prácticas seguras en el diseño y la instalación de equipamiento, proporcionando definiciones apropiadas de este equipamiento, y otra información que pueda servir para guiar a la industria. La creación de los Standards y Guías de ASHRAE viene determinada por su necesidad, y la conformidad a ellas es completamente voluntaria.

En referencia a este Standard o Guía y en el mercado del equipamiento y en la publicidad, no se hará ninguna referencia, indicando o implicando, que el producto ha sido aprobado por ASHRAE.

CONTENIDO

Guía 12-2000 de ASHRAE Minimizando el Riesgo de Legionelosis Asociado a las Instalaciones de Agua del Edificio

SECCIÓN	PÁGINA
1 Objetivo	2
2 Alcance.....	2
3 Ecología de la <i>Legionella</i>	2
4 Instalaciones de Agua Potable y Emergencia	3
5 Baños de Agua Caliente (Spas).....	5
6 Fuentes Ornamentales e Instalaciones de Agua en Cascada	7
7 Torres de Enfriamiento Incluyendo Fluidos de Refrigeración (Torres de Enfriamiento de Circuito Cerrado) y Condensadores Evaporativos	7
8 Enfriadores de Aire por Evaporación Directa, Pulverizadores (Atomizadores), Limpiadores de Aire por Medio de Agua, y Humidificador	10
9 Enfriadores de Aire por Evaporación Indirecta.....	12
10 Instalaciones Metalúrgicas.....	13
11 Monitorización de <i>Legionella</i>	13
12 Referencias.....	13
Anexo A: Bibliografía.....	15

Traducido por:

Iñaki Morcillo Irastorza

Ingeniero Industrial

ATECYR .Tesorero Agrupación Navarra-La Rioja

Rev.: 4.0 / 2004

Agradecimientos:

Juan M^º Errea Amostegui

Luis A. Sanchez-Guillén

1. OBJETIVO

El objetivo de esta guía es proporcionar la información y ayuda para minimizar la contaminación por *Legionella* en las instalaciones de agua del edificio.

2. ALCANCE

2.1 Esta guía proporciona las pautas medio ambientales y de funcionamiento que contribuirán a la explotación segura de las instalaciones de agua del edificio para minimizar el riesgo de aparición de legionelosis.

2.2 Esta guía está pensada para su uso en las instalaciones de edificios no residenciales (incluyendo pero no limitado a hoteles, edificios de oficinas, hospitales y otras instalaciones de cuidado médico, instalaciones en residencias de personas asistidas, escuelas y universidades, edificios comerciales, edificios industriales, etc.) e instalaciones centralizadas en los edificios residenciales multifamiliares (incluyendo pero no limitado a las instalaciones centrales de calefacción / enfriamiento, las instalaciones domésticas centrales de agua, fuentes en áreas comunes, etc.). Aunque no previsto específicamente para instalaciones en edificios no centralizados o en edificios unifamiliares, parte de la información puede ser útil para ellos.

2.3 Esta guía está destinada para su utilización por diseñadores, instaladores, propietarios, operadores, usuarios, personal de mantenimiento, y fabricantes de equipos.

3. ECOLOGÍA DE LA LEGIONELLA

3.1. Infección y enfermedad

La mayoría de los casos de la enfermedad del Legionario diagnosticados e informados por los funcionarios de salud pública son esporádicos. (Esto es, no ocurriendo como parte de un brote reconocido).¹ Comparado con la infección por un brote asociado, se conoce mucho menos sobre la transmisión de legionelosis esporádica, aunque es probable que la transmisión ocurra por mecanismos similares. La exposición a legionellas en casos esporádicos puede ocurrir en una variedad de emplazamientos, incluyendo el hogar, el lugar de trabajo, y lugares públicos visitados durante las actividades rutinarias diarias o durante el trayecto. La proporción entre la enfermedad esporádica atribuible a la exposición en cada uno de estos emplazamientos y a los distintos lugares ambientales es desconocida.

Las legionellas son bacterias. Cuando las legionellas están presentes en ambientes acuáticos, el riesgo de la transmisión de la infección a los humanos depende de la presencia de múltiples factores: condiciones favorables para la amplificación del organismo, un mecanismo de dispersión (por ejemplo, aerosolización de agua colonizada), inoculación del organismo en un sitio donde es capaz de causar la infección, factores relacionados con la virulencia específica de la cepa de las bacterias, y la susceptibilidad del huésped.

Han sido identificadas más de 40 especies de *Legionella*; *L. pneumophila* parece ser la más virulenta y esta relacionada con el 90% de los casos de legionelosis aproximadamente. La mayoría de las infecciones de *L. pneumophila* están causadas por el serogrupo 1; sin embargo, ciertas cepas del serogrupo 1 pueden ser más virulentas. El riesgo de adquirir la enfermedad del Legionario es mayor en las personas con edad avanzada y para aquellos que fuman o tienen enfermedad crónica de pulmón.

Las personas cuyo sistema inmune es bajo por ciertos medicamentos o por condiciones médicas subyacentes parecen tener un riesgo particularmente alto.

3.2 Habitats

Las bacterias de *Legionella* están comúnmente presentes en ambientes acuáticos naturales y artificiales. El organismo se encuentra a veces en otros lugares, tales como barro de las corrientes de agua y suelos de cultivo; sin embargo, el grado de importancia de los lugares ambientales no acuáticos en la enfermedad humana todavía no se conoce. En fuentes de agua naturales e instalaciones municipales de agua, las legionellas están generalmente presentes en concentraciones muy bajas o indetectables.

Sin embargo, en determinadas circunstancias en el interior de instalaciones de agua creadas por el hombre, la concentración de organismos puede aumentar de forma notable, un proceso denominado "amplificación." Las condiciones que son favorables para la amplificación del crecimiento de las legionellas incluyen temperaturas del agua entre 25-42°C (77-108°F), estancamiento, incrustación y sedimentación, biofilms, y la presencia de amebas. Las legionellas infectan y multiplican en el interior de muchas especies de amebas en el medio natural así como en protozoos ciliados. El lugar inicial de la infección en los seres humanos de la enfermedad del Legionario es el alvéolo pulmonar. Estas cavidades engullen las legionellas, les proporcionan un ambiente intracelular que es notablemente similar como cuando se encuentra de huésped de los protozoos, y adecuado para la multiplicación del medio bacteriano. Por lo tanto, las legionellas pueden ser consideradas protozoónicas; es decir, infectan naturalmente las amebas como parásitos y accidentalmente, en determinadas circunstancias, son fagocitadas por los alvéolos de los pulmones humanos. Aunque las legionellas pueden ser cultivadas en determinados medios de cultivo en el laboratorio, el crecimiento en la naturaleza en ausencia de protozoos y/o en ausencia de biofilms microbianos complejos no ha sido demostrado. El crecimiento intracelular de Legionellas dentro de protozoos y/o dentro de biofilms microbianos diversos pueden ser los medios primarios de su proliferación.

Existen indicios de que el crecimiento de *Legionella* está afectado por determinados materiales. Los cauchos naturales, madera, y algunos plásticos han demostrado favorecer la amplificación de *Legionella*, mientras que otros materiales tales como cobre inhiben su crecimiento.

Generalmente, la *Legionella* prospera en diversas, complejas comunidades microbianas, porque requieren los nutrientes y protección del ambiente. El control de las poblaciones de protozoos y otros microorganismos pueden ser los mejores medios de minimizar la *Legionella*.²

3.3 Transmisión de la Enfermedad del Legionario

La mayoría de los datos sobre la transmisión de la enfermedad del Legionario provienen de las investigaciones de los brotes. Estos datos sugieren que, en la mayoría de los casos, la transmisión a los seres humanos ocurre cuando el agua conteniendo el organismo es aerosolizada en gotas respirables (1-5 micrómetros de diámetro) e inhalada por un huésped susceptible.

Antes de contraer la enfermedad suceden un número de acontecimientos, algunos de los cuales pueden estar influenciados por las buenas prácticas de ingeniería y mantenimiento. Estos acontecimientos y formas de prevención son mostrados en la figura 1. El primer acontecimiento, supervivencia en la naturaleza, está generalmente fuera del alcance de la ingeniería de la construcción y de las estrategias de la gestión. Los tres acontecimientos siguientes — amplificación, dispersión, y transmisión — pueden ser influenciados por la ingeniería de diseño y las prácticas de mantenimiento. Los acontecimientos posteriores están influenciados por la salud del individuo.

El control más eficaz para la mayoría de las enfermedades, incluyendo legionelosis, es la prevención de la transmisión en tantos puntos como sea posible en la cadena de transmisión de la enfermedad.

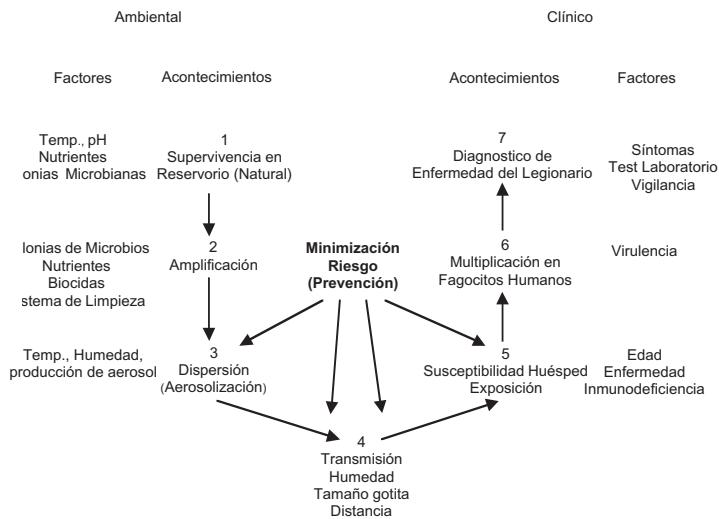


Figura 1 Transmisión Legionella
Adaptado de Barbaree (1991)³.

El razonamiento para esto es que si una medida preventiva falla, otras estarán en su lugar y actuarán como mecanismos a prueba de fallos. Con esta filosofía en mente, puede ser deseable diseñar intervenciones para prevenir la transmisión de Legionelosis en tantos puntos como sea posible en la cadena de transmisión de la enfermedad. Los conceptos generales son presentados de modo que los lectores puedan desarrollar una comprensión de los tipos de condiciones que puedan permitir la amplificación y la transmisión de *Legionella*.

Una variedad de dispositivos productores de aerosol han sido asociados con brotes de la enfermedad del Legionario, incluyendo las torres de enfriamiento,^{4,5} condensadores evaporativos,^{6,7} duchas,^{8,9} bañeras de hidromasaje,^{10,11} humidificadores,¹² fuentes decorativas,^{13,14} limpiadores de frutas y verduras en almacenes.¹⁵ La aspiración de agua potable colonizada dentro de los pulmones ha sido indicada como el modo de transmisión en algunos casos de enfermedad del Legionario adquirida en hospitales (nosocomial).¹⁶⁻¹⁸

Numerosas investigaciones han demostrado que las torres de enfriamiento y los condensadores evaporativos han servido como fuentes de aerosoles contaminados por *Legionella* causando brotes de infección comunitaria y hospitalaria. La transmisión de brotes asociados vía torres de enfriamiento y condensadores evaporativos han sido los más documentados comúnmente cuando los infectados habían estado en las proximidades de los dispositivos contaminados; sin embargo, datos de algunas investigaciones de brote de la enfermedad del Legionario sugieren que las legionellas pueden ser transportadas por los aerosoles de la torre de enfriamiento distancias de hasta 3 kilómetros (2 millas)¹⁹ (esto se interpreta como una combinación inusual de condiciones climáticas). Un número de brotes de Legionelosis asociados con torres de enfriamiento y condensadores evaporativos han ocurrido después de que estos dispositivos hayan sido puestos en marcha después de un período de inactividad.^{20,21}

Las cabezas difusoras de ducha y los grifos pueden producir aerosoles conteniendo legionellas en gotas de tamaño respirable. Estudios epidemiológicos y muestras de aire tomadas durante investigaciones de brote han establecido el papel de los aerosoles producidos por las duchas y grifos en la transmisión de la enfermedad.⁹ Aerosoles producidos por equipos de terapia respiratoria que han sido llenados o aclarados con agua potable contaminada en hospitales han causado asimismo transmisión de la enfermedad.^{12,22}

Las piscinas termales funcionan a temperaturas conducentes al crecimiento bacteriano. La aireación de las piscinas termales puede dar lugar a la formación de aerosoles potencialmente contaminados. Han sido encontrados en las piscinas termales una gama de microorganismos patógenos, incluyendo *Pseudomonas aeruginosa* y *L. pneumophila*. Brotes de legionelosis han ocurrido entre bañistas así como personas próximas a piscinas termales colonizadas.^{10,11}

Una más completa y detallada descripción de los amplificadores más comunes asociados a las instalaciones de agua del edificio, incluyendo el tratamiento recomendado para minimizar el riesgo de legionelosis, se encuentra en las secciones 4-10.

4. INSTALACIONES DE AGUA POTABLE Y EMERGENCIA

4.1 Instalaciones de Agua Potable

4.1.1 Descripción de la Instalación. Las instalaciones de agua potable en los edificios a los efectos de este trabajo, comienzan en el punto donde el agua entra al edificio y finaliza donde sale de la tubería en un grifo, una cabeza difusora de ducha, etc. Las instalaciones incluyen toda la red de tuberías, calentadores de agua, depósitos de acumulación, grifos, cabezas pulverizadoras de ducha, y otras salidas de la red de distribución.

4.1.2 Funcionamiento de la Instalación. Los factores asociados con las instalaciones de fontanería que pueden influir en el crecimiento de legionellas son los siguientes:

Concentración de cloro. Los abastecimientos de agua potable municipales son generalmente clorados para controlar la presencia de microorganismos, históricamente para controlar los microbios asociados a las aguas residuales. Las legionellas son más tolerantes al cloro que muchas otras bacterias y pueden estar presentes en pequeñas cantidades en los abastecimientos de agua municipales.²³

Temperatura.

Aunque se han encontrado legionellas en el agua fría, el rango de temperatura favorable para la amplificación es de 25-42°C (77-108°F). El ambiente llega a ser más hostil cuando la temperatura está fuera de este rango.

Diseño de la instalación de fontanería. El crecimiento de legionellas puede ocurrir en zonas de la instalación con uso infrecuente, en agua estancada, y en zonas de la instalación con temperaturas tibias. El crecimiento puede también ocurrir en tramos finales muertos, manguitos de unión, cabezas pulverizadoras de ducha, grifos, depósitos de agua caliente, y almacenamientos en general.

Materiales de fontanería. Las juntas y accesorios de goma, incluyendo antigolpes de ariete y mangueras de goma con dispositivos de salida que produzcan aerosoles, han sido comprobadas como lugares adecuados para el crecimiento de legionellas.²⁴ Los compuestos orgánicos desprendidos de los materiales de fontanería pueden contribuir al crecimiento de bacterias heterótrofas, incluyendo legionellas.

4.1.3 Tamaño de las Gotas de Agua. Los suministros de agua potable contaminados presentan el mayor riesgo cuando las gotas dispersadas en el aire son de un tamaño muy pequeño de gota (menos de 5 micrómetros) pudiendo ser inhaladas profundamente en los pulmones. Las acciones que pueden generar gotas pequeñas son las que rompen la corriente de agua, esto es, cabezas pulverizadoras de ducha, aerosolizadores, pulverizadores, el impacto del agua sobre superficies duras, y las burbujas rompiéndose.

4.1.4 Nutrientes. Tanto los microorganismos muertos y vivos, biofilms, y restos pueden proporcionar las fuentes

nutrientes para el crecimiento de legionellas. Cuando las legionellas se encuentran en las instalaciones de fontanería, es común detectar los microbios en el sedimento en depósitos de agua caliente y en los accesorios periféricos de fontanería que acumulan sedimento. El crecimiento de legionellas parece estar más acrecentado en la interfase de sólido-líquido con el desarrollo de depósitos de lodo.

4.1.5 Casos asociados de la enfermedad del Legionario.

Las instalaciones de agua potable caliente son una importante fuente potencial de legionelosis en todos los edificios y son de una particular importancia en hospitales, residencias de la tercera edad, y otros centros de asistencia sanitaria.²⁵ Muchos informes asocian las legionellas en los grifos de agua del hospital a epidemias y brotes nosocomiales (infección adquirida en hospital) de la enfermedad del Legionario, a menudo implicando a pacientes inmunodeprimidos.²⁶

4.1.6 Tratamiento Recomendado. Donde sea posible en centros de asistencia sanitaria, residencias de la tercera edad, y otras situaciones de riesgo elevado, el agua fría debe ser almacenada y distribuida a temperaturas por debajo de 20°C (68°F), mientras que el agua caliente debería ser almacenada por encima de 60°C (140°F) y circulada con una temperatura mínima de retorno de 51°C (124°F). Sin embargo, deberían tomarse mayores precauciones para evitar problemas de quemaduras por escaldado. Un método es instalar válvulas termostáticas con mezcla preestablecida. Donde los edificios no puedan ser adaptados, debería considerarse incrementar periódicamente la temperatura por lo menos a 66°C (150°F) o la cloración seguido de limpieza por descarga de agua. Las instalaciones deberían ser inspeccionadas anualmente para asegurar que los termostatos están funcionando correctamente.

Donde sea práctico en otras situaciones, el agua caliente debería ser almacenada a temperaturas de 49°C (120°F) o superior.

Aquellas instalaciones de agua caliente o fría que incorporen un depósito elevado deberían ser inspeccionadas y limpiadas anualmente. Las tapas deberían permanecer bien cerradas para impedir la entrada de materiales extraños.

Los planos actualizados de detalle de las redes de distribución de tuberías de agua caliente y fría deberían estar disponibles en todo momento. Los calentadores de agua caliente y los depósitos de acumulación para tales instalaciones deberían tener facilidad de drenaje en el punto más bajo, y el elemento de calentamiento debería estar colocado tan cerca como sea posible del fondo del depósito para facilitar la mezcla y prevenir la estratificación de la temperatura del agua. En aplicaciones de riesgo elevado, circuitos exclusivos para la recirculación del agua del depósito deberían ser incorporados como una pauta del diseño. En cualquier caso, la tubería de recirculación debería ser tan corta como fuera posible. Además, cuando se utiliza la recirculación, la tubería debería estar aislada y evitados los tramos muertos de gran longitud. Las nuevas instalaciones de ducha en grandes edificios, hospitales, y residencias de la tercera edad deberían ser diseñadas para permitir el mezclado del agua caliente y fría cerca de la cabeza pulverizadora de ducha. El tramo de tubería con agua templada entre el grifo de control y la cabeza pulverizadora de ducha debería ser autovaciable.

La ionización de Cobre-plata es un sistema para controlar la *Legionella* en las instalaciones de distribución de agua caliente relativamente nuevo y ha sido utilizado con éxito en varios hospitales.²⁷⁻²⁹ Iones de cobre y plata generados electrolíticamente son incorporados en la instalación de recirculación de agua caliente a niveles efectivos para la erradicación de *Legionella*, rangos de 0,2-0,8 mg/l de cobre y 0,02-0,08 mg/l de plata son los más utilizados. La concentración óptima de iones cobre-plata para controlar la *Legionella* en agua caliente no es conocida. Una concentración particular puede

no ser universalmente eficaz debido a variables en la calidad del agua y el diseño de la instalación. Es también importante observar que la eficacia de los iones de cobre-plata, como cloro, son influenciados negativamente por un elevado pH.³⁰

Cuando es necesaria la descontaminación de las instalaciones de agua caliente (debido a la aparición de un brote de legionelosis) la temperatura del agua caliente debería ser elevada a 71-77°C (160-170°F) y mantenida en ese nivel mientras que progresivamente se abre cada grifo a lo largo de todo la instalación. Un tiempo mínimo de apertura de cinco minutos ha sido recomendado por el comité de control del CDC (Centro de Control de Enfermedades Infecciosas) en hospitales.³¹ Sin embargo, el tiempo óptimo de apertura no es conocido y tiempos mayores de apertura pueden ser necesarios. En el informe original describiendo este método, fueron necesarias múltiples aperturas de 30 minutos para reducir significativamente la colonización de *Legionella*.¹⁷ El número de grifos que pueden ser abiertos simultáneamente dependerá de la capacidad del calentador de agua y el caudal circulante de la instalación. Deberían ser comprobados los códigos de edificación locales y códigos sanitarios para saber si hay algún límite de temperatura del agua descargada al saneamiento. Los procedimientos de seguridad apropiados para evitar el quemado por escaldado son esenciales. Cuando sea posible, la apertura debería ser realizada cuando estén presentes pocos ocupantes en el edificio (p.e., noches y fines de semana). Para las instalaciones donde no es posible el tratamiento por choque térmico, el choque por cloración puede ser una alternativa.^{32,33} Sin embargo, hay menos experiencia con este método de descontaminación. También, los usuarios deberían tener en cuenta que los niveles requeridos de cloro libre residual pueden causar corrosión en las partes metálicas. El cloro debería ser añadido hasta alcanzar un cloro libre residual de por lo menos 2 mg/l a lo largo de la instalación. Esto puede requerir la cloración del calentador de agua o tanque a niveles de 20 a 50 mg/l. El pH del agua debería ser mantenido entre 7,0 y 8,0. Cada grifo debería ser abierto hasta que se detecte olor a cloro. El cloro debería permanecer en la instalación por un mínimo de 2 horas (no exceder 24 horas), después de lo cual la instalación debería ser totalmente vaciada.

Una vez que la descontaminación esta realizada, la recolonización es probable que ocurra a menos que se mantengan las temperaturas apropiadas, se realice una cloración suplementaria en continuo, o sean utilizados métodos alternativos, tales como el uso de un equipo de ionización de cobre/plata.

En aplicaciones de riesgo elevado, está recomendado desmontar las cabezas pulverizadoras de ducha y los difusores de grifos para extraer el sedimento e incrustaciones y limpiarlos en una solución de cloro mensual.

Cuando en las instalaciones de agua potable se hayan realizado reparaciones u otra obra o bien se haya realizado variaciones de la presión del agua de la red (lo que puede causar que el agua llegue a ser marrón y la concentración de *Legionella* incrementada de forma importante),³⁴ esta recomendado que como mínimo la instalación sea vaciada completamente. Debería valorarse en función de cada trabajo específico la necesidad de un choque térmico con vaciado o la hipercloración. Si solamente una parte de la instalación está implicada, el choque térmico o hipercloración puede ser realizada en esa parte de la instalación únicamente.

4.2. Instalaciones de Agua de Emergencia- Duchas de Seguridad, Estaciones de Limpieza de Ojos, e Instalaciones de Incendios por dispersión de agua (Sprinklers)

4.2.1. Descripción de la Instalación. Estas tres instalaciones están generalmente conectadas por tubería a la instalación de agua potable, tienen poca o ninguna circulación resultando condiciones de estancamiento, y pueden alcanzar temperatu-

ras mayores que el ambiente. Las legionellas, bacterias heterótrofas, y amebas han sido recogidas en estas instalaciones.³⁵ Cuando estos dispositivos son utilizados, es posible la aerosolización.

4.2.2 Casos asociados de la enfermedad del Legionario. No han sido documentados casos de legionelosis resultantes de la exposición a estas aguas.

4.2.3 Tratamiento Recomendado. Duchas de seguridad y estaciones de limpieza de ojos deberían ser vaciadas por lo menos mensualmente. En el caso de instalaciones de incendios con dispersores de agua (sprinklers), está recomendado que los bomberos utilicen el equipo protector respiratorio y que el personal no bombero salga del área en llamas. Cuando se comprueba el funcionamiento de las instalaciones de incendios con dispersores (sprinklers) deberían tomarse precauciones.

5. BAÑERAS DE HIDROMASAJE

5.1 Descripción de la Instalación

Las bañeras de hidromasaje son pequeños baños o piscinas usadas con fines de relajación (esto es, recreacionales), higiénicos, o terapéuticos. Como características comunes incluyen temperaturas del agua templadas, (32-40°C/90-104°F) y la recirculación y agitación constante del agua a través de bombas de alta velocidad e/o inyección de aire. Mientras que hay una cierta confusión sobre los nombres usados para cada uno, las diferencias entre los tipos de baños y las piscinas están relacionadas principalmente con el tamaño, finalidad, material usado, y equipamiento.

5.1.1 Whirlpool Spa (Spa, Piscina Hidroterapia). Éstas son bañeras o piscinas recreacionales (públicas o privadas) llenadas con agua turbulenta templada y para su utilización por más de una persona. El agua no es sustituida después de cada uso pero a menudo es filtrada para quitar partículas y químicamente tratada (típicamente con cloro o bromo) para tener un control microbiológico. Pueden estar situadas en el interior y exterior de los edificios. La mayoría de las unidades más pequeñas se hacen de fibra de vidrio moldeada, mientras que variedades más grandes situadas sobre el terreno son generalmente hechas de gunito u hormigón con un acabado de yeso blanco. Son generalmente de forma circular, siempre poco profundas (menos de 1,3 m [52 pulg.]), y contienen asientos que permiten a los ocupantes sumergirse hasta el pecho o cuello.

5.1.2 Tina Caliente. Son tradicionalmente baños o piscinas de agua caliente de mayor profundidad hechos de madera. La secuoya es común, pero pueden estar hechas también de cedro, caoba, roble blanco, pino, o teca. Por lo demás, las características y usos son similares a las bañeras.

5.1.3 Whirlpool. (Bañera Terapéutica). Esta terminología ha sido tradicionalmente utilizada para las piscinas terapéuticas pequeñas (a menudo usadas en deportes) llenadas con agua templada, moviéndose vigorosamente, que pueden ser bastante pequeñas para el tratamiento de una articulación específica, tal como una rodilla, tobillo, o codo. Estas piscinas son generalmente hechas de acero inoxidable y son vaciadas entre usos.

5.1.4 Baño de Torbellino (Yacuzzi). Éstas son bañeras pequeñas a menudo situadas en cuartos de baño de las habitaciones de los hoteles o residencias privadas. Como tal, son utilizadas con fines recreacionales e higiénicos. Los baños llevan incorporados chorros de agua y/o aire de alta velocidad, pero a diferencia de las Whirlpool Spa y las tinas calientes, el agua es vaciada después de cada uso.

5.2 Funcionamiento de la Instalación

Temperatura. La temperatura del agua en estas Spas, baños, y piscinas está generalmente en el rango de 32-40°C (90-104°F), con la temperatura máxima basada en el confort del bañista. Estas temperaturas calientes están cercanas a la óptima para la multiplicación de la *Legionella* y otros muchos microorganismos. Las temperaturas más calientes también aceleran la pérdida del biocida.

Producción de Aerosol. Debido a las características de funcionamiento con alta velocidad de recirculación del agua e inyección de aire, un gran número de burbujas de diversos tamaños asciende a la superficie del agua y explotan. Microorganismos (p.e., *Legionella*) en el agua pueden ser lanzados al aire por medio de las burbujas o niebla aerosolizada.

5.3 Tamaño Gota de Agua

Esta niebla aerosolizada tiene gotas de agua de diversos tamaños (muchas menores que 5 micrómetros) y se extienden en el aire a una altura por lo menos de 0,5 metros (1 1/2 pie) sobre la superficie del agua (completamente al alcance de la zona de respiración de los bañistas). Bajo condiciones de alta humedad relativa y corrientes de aire, el aerosol puede también exponer a individuos fuera del baño.

5.4 Nutrientes

Debido al volumen pequeño de agua por ocupante (aproximadamente 300 litros, comparado con 10.000 litros en una piscina típica), los bañistas contribuye rápidamente con una variedad de contaminantes en el agua, tal como aceites para el cuerpo, escamas de piel, bacterias y hongos, loción de bronceado, y otros materiales orgánicos. Además de servir como nutrientes, estos materiales orgánicos pueden también causar un aumento en demanda de cloro (o bromo), resultando en una reducción del halógeno libre disponible.

5.5 Casos Asociados de Enfermedad del Legionario

En estudios de Whirlpool Spa, las legionellas han sido aisladas en hasta el 33% de los baños muestreados, pero solamente en aquellos baños donde los niveles de desinfectante (cloro o bromo) no fueron mantenidos adecuadamente. Así, está generalmente asumido que los brotes de legionelosis de Whirlpool Spa son probables que sean asociados con baños que tienen deficiencias similares en sus niveles de desinfectante.

Es universalmente reconocido que los criterios de tratamiento de agua para Spas (y piscinas) deberían incluir desinfección contra coliformes y otros patógenos fecales (bacterias, virus, y protozoos). En los últimos años, estos tipos de baños recreacionales y terapéuticos han sido reconocidos como fuentes importantes de infección por otros patógenos propagados por el agua, incluyendo *Pseudomonas aeruginosa* y especies de *Legionella*. Varios casos múltiples de brotes de legionelosis (Enfermedad del Legionario y fiebre de Pontiac) han sido asociados a Spas y tinas calientes, con desenlaces de consecuencias fatales.^{10,36} Ningún caso de legionelosis ha sido asociado a los baños de torbellino (Yacuzzi).^{10,11} (1)

5.6 Tratamiento Recomendado

5.6.1 Whirlpool Spa. Las Whirlpool Spa están actualmente sujetas a regulaciones estatales y locales relacionadas a piscinas públicas e instalaciones de baño. Estas regulaciones pueden cubrir todas las áreas de explotación, incluyendo especificaciones mecánicas, parámetros de funcionamiento (esto es, caudal, temperatura), química del agua, y su bacteriología. Para minimizar la aparición de enfermedades infecciosas asociadas a las Whirlpool Spa (incluyendo legionelosis), las siguientes pautas son aplicables.

5.6.1.1 Carga Bañista. Indique mediante cartel anunciador y haga cumplir claramente el número máximo de ocupantes (0,93

m² [10 ft²] de área superficial por bañista). Usando esta fórmula, un baño circular de 2,5 metros de diámetro (8 ft) debería tener una carga máxima bañista de cinco usuarios a la vez.

5.6.1.2 Restricciones de Salud del Bañista. Indique mediante cartel anunciador claramente advertencias sobre el aumento del riesgo sanitario relacionado con el uso por individuos que tiene bajas defensas o que tienen enfermedad crónica de pulmón.

5.6.1.3 Operación de Filtrado. El mantenimiento higiénico de filtros del spa es más difícil que los filtros de la piscina debido al mayor cociente del número de bañistas por volumen de piscina. Los códigos sanitarios aceptan los caudales de filtrado siguientes:

Filtros de arena de alto rango - 3,4-6,7 L/s por m²
(5-10 gal/min por ft²) de materia del filtro

Filtros de tierra de diatomeas - 1 L/s por m²
(1,5 gal/min por ft²) de materia del filtro

Filtros de cartucho - 0,25 L/s por m²
(0,375 gal/min por ft²) de materia del filtro

El mantenimiento de los filtros incluye limpieza a contracorriente con agua regularmente para quitar la acumulación de restos orgánicos. La determinación de la frecuencia de limpieza a contracorriente con agua esta actualmente basada en recomendaciones del fabricante (requerimientos de caudal) más bien que criterios microbiológicos. Como regla general, la limpieza diaria puede ser necesaria durante períodos de uso elevado. Los cartuchos del filtro deberían también ser limpiados o substituidos de forma base regular (una vez o dos veces a la semana).

5.6.1.4 Química del Agua. El Instituto Nacional de Standards Americano y el Instituto Nacional de Spa y Piscina (ANSI/NSPI) han establecido standards químicos relacionados con la desinfección de la piscina. Los standards son generalmente utilizados como una referencia para la mayoría de las regulaciones estatales y locales y han sido modificados ligeramente por el CDC (Centro para el Control y Prevención de Enfermedades) en sus "recomendaciones internas para minimizar la transmisión de la enfermedad del Legionario en Whirlpool Spas en los Barcos de Crucero (1995)."³⁷

Mínimo	Valor Ideal	Máximo	
Cloro libre (mg/l)	3,0	4,0-5,0	10,0
Cloro combinado (cloraminas) (mg/l)	Ninguno	Ninguno	0,2
Bromo (mg/l)	4,0	4,0-6,0	10,0
pH	7,2	7,4-7,6	7,8

El valor superior de 10 mg/l (cloro o bromo libre) no debería ser considerado un nivel rutinario objetivo del mantenimiento; sin embargo, este nivel es aceptable para periodos relativamente cortos. (2)

Los valores ideales deberían ser considerados mínimos para el control de la *Legionella* debido a la resistencia relativa de la *Legionella* a los halógenos (comparadas a otras bacterias y virus). El mantenimiento del nivel requerido de halógeno libre disponible es **absolutamente crítico** para controlar el crecimiento de bacterias (incluyendo *Legionella*) en el agua del Spa. Así, estos parámetros deberían ser medidos frecuentemente, tanto como cada hora durante períodos de uso elevado. Sistemas automáticos que supervisan continuamente el halógeno libre y ajustan según sea necesario darían el mejor control de la química del agua. Además, sería deseable instalar dispositivos inyectoros en función del nivel de halógeno en ambos lados del filtro para asegurar que los niveles adecuados de bio-cida son mantenidos dentro del filtro y aguas abajo del filtro.

Varias alternativas o procedimientos adjuntos de tratamiento de agua no halogenados están actualmente siendo comercializados, incluyendo tratamiento de agua con iones cobre/plata, tratamiento de iodización, tratamiento de luz ultravioleta, y ozonización. Mientras que cualesquiera o todos estos procedimientos pueden controlar la *Legionella* y otras bacterias en piscinas y spas satisfactoriamente, no hay suficientes datos actualmente para recomendar cualquier variación importante a las prácticas actuales de tratamiento de agua. Esta situación puede cambiar tan pronto como estén disponibles datos adicionales del laboratorio y estudios contrastados mundialmente.

5.6.1.5 Parámetros bacteriológicos.

Pruebas regulares de todos los baños pueden proporcionar un expediente importante de las condiciones de funcionamiento seguras y puede alertar a operadores de condiciones inseguras cuando ocurre el riesgo. Sin embargo, puesto que los resultados bacteriológicos requieren para obtener los resultados tanto como 24 horas (o más para *Legionella*), deberían ser utilizados solo como alerta o como confirmación de la eficacia del sistema de desinfección, no como reemplazo de pruebas frecuentes de la química del agua o del mantenimiento rutinario. Cuando se va a realizar el cultivo de legionellas, ver sección 11 para el muestreo apropiado, manipulación, y transporte.

Recipiente standard para recuento (35°C)	200 cfu por mL coliformes (máximo)
Coliformes totales	2 organismos por 100 mL (máximo)
Coliformes fecales	Ninguno permisible
<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (41°C)	Ninguno permisible
<i>Especies Legionella</i>	Ninguno permisible

5.6.1.6 Mantenimiento Rutinario.

Las recomendaciones actuales de ANSI/NSPI incluyen poner el spa fuera de servicio al final de cada día con objeto de realizar una superhalogenación (esto es, desinfección de choque) usando 10 mg/l o 10 veces el nivel de cloro combinado, de las dos la mayor, entre una y cuatro horas. Debido a la acumulación de sólidos disueltos totales y materia orgánica en el agua, el agua del spa debería ser substituida como mínimo una vez por semana (dependiendo de la frecuencia de uso). Pueden ser necesarios cambios diarios de agua en condiciones continuas de alta utilización. Al mismo tiempo, el spa debería ser limpiado a fondo, incluyendo un vigoroso fregado de la superficie del spa, aliviaderos, y dispositivos de roce, para quitar la acumulación del biofilm microbiano. Condiciones de alto recuento bacteriano también requieren la desinfección de choque para alcanzar condiciones de funcionamiento seguras, a menudo asociadas con cambios de agua, limpieza del spa, y mantenimiento de filtros.

5.6.1.7 Formación y Registro. La formación del personal de mantenimiento sobre todos los aspectos del funcionamiento seguro de los Whirlpool Spa debería ser obligatoria. Como parte de esta formación, debería enfatizarse que los spas no son lo mismo que las piscinas; por lo tanto, el mantenimiento requerido para el funcionamiento seguro es muy diferente. El personal de mantenimiento debería ser también formado para disponer buenos registros de todas las medidas de la química del agua, limpieza de filtros, cambios de agua, y limpieza del spa. Los resultados de las muestras enviadas a laboratorios externos para el análisis bacteriológico deberían estar también disponibles. Todos los registros deberían ser guardados durante un período de al menos dos años.

5.6.2 Whirlpool Spas. Dado que los Whirlpool Spas son siempre llenados con agua potable nueva del suministro y vaciados al final de cada uso, las recomendaciones para el control de legionelosis entrarían inicialmente dentro de estas pautas desarrolladas para las instalaciones de agua potable.

6. FUENTES ORNAMENTALES E INSTALACIONES DE AGUA EN CASCADA

6.1 Descripción de la instalación

En estas instalaciones, el agua es tanto rociada en el aire o en cascadas sobre medios escarpados tales como rocas, y a continuación retorna al estanque. Esta guía no está pensada para cubrir fuentes en superficies naturales de agua o cascadas naturales.

6.2 Funcionamiento de la instalación

Estas instalaciones a veces funcionan intermitentemente con el tiempo de funcionamiento a menudo programado solamente durante ciertos períodos de tiempo. Los usos pueden incluir exhibiciones elaboradas previstas específicamente como atractivo cada cierto tiempo a un número elevado de personas en centros de entretenimiento. Las instalaciones que están funcionando intermitentemente pueden fomentar mayor biocontaminación.

6.2.0.1 Temperatura. Debido a los elevados niveles de temperatura necesarios para la proliferación de las bacterias de *Legionella*, las fuentes al aire libre y estanques en climas más cálidos y fuentes situadas en interior y estanques sujetos a fuentes de calor pueden ser susceptibles de convertirse en amplificadores. Los incrementos de temperatura pueden ser facilitados por el calor del propio conjunto bomba/filtro. El funcionamiento intermitente puede también crear situaciones donde los aumentos de temperatura sucedan en determinadas partes de la instalación.

6.3 Tamaño de la gota de agua.

Estas instalaciones pueden producir gotas de diversos tamaños y por tanto tienen el potencial de producir gotas menores de 5 micrómetros. De forma genérica, el riesgo de legionellas aumenta en la misma medida que aumenta la producción del aerosol.

6.4 Nutrientes

Las fuentes están sujetas a contaminación de una variedad amplia de agentes, incluyendo materiales arrastrados por el aire y retornados al estanque con la caída de las gotas del agua así como materiales orgánicos e inorgánicos caídos, lanzados, o echados al interior del estanque.

Las algas y las bacterias son reconocidas como un problema particular en estanques menores de 1 metro (3 ft) de profundidad. Cuando son utilizados, los sistemas de filtrado son similares a los tipos usados para las piscinas en general.

6.5 Casos asociados de la enfermedad del Legionario

Varios brotes de legionelosis han sido asociados con fuentes decorativas en edificios públicos, particularmente hoteles.^{13,14} Sin embargo, la incidencia real de enfermedad de estas fuentes puede ser mucho mayor debido a que no haya sospecha de asociación entre los casos aislados y el edificio o la fuente.

6.6 Tratamiento recomendado

6.6.1 Consideraciones del Diseño

- Drenajes o sumideros deberían estar situados en el nivel más bajo del estanque, no debiendo existir otros puntos más bajos que no dispongan de drenajes o sumideros.
- Las facilidades para el mantenimiento deberían estar pensadas en la fase de diseño. Debe preverse el acceso a bomba(s) y filtro(s). Deberían evitarse las zonas estancadas o difíciles de limpiar.

6.6.2 Mantenimiento

- Está recomendada la limpieza regular.
- Debería ser considerado el uso de filtros; sin embargo, las instalaciones con un volumen de agua pequeño pueden ser

drenados y rellenados con agua nueva cada pocas semanas en lugar de la filtración.

6.6.3 Tratamiento de Agua

El control de ensuciamiento microbiano es importante, especialmente donde las condiciones son tales que hay períodos de tiempo significativos en que la temperatura del agua de la fuente está en el rango que es favorable para la amplificación del crecimiento de legionellas (ver 3.2). Cuando el tratamiento biocida es empleado para el control de contaminación microbiana, el biocida debe ser registrado con la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) para el uso en fuentes decorativas. Para información adicional sobre tratamiento de agua, ver 7.6.2 de esta guía y el capítulo de “Tratamiento de Agua” en el volumen de Aplicaciones del Manual de ASHRAE.

7. TORRES DE ENFRIAMIENTO INCLUYENDO ENFRIADORES DE FLÚIDOS (TORRES DE ENFRIAMIENTO DE CIRCUITO CERRADO) Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS

7.1 Torres de enfriamiento

7.1.1 Descripción de la Instalación. Una torre de enfriamiento es un dispositivo evaporativo de transferencia de calor en el cual el aire atmosférico enfría el agua templada, con contacto directo entre el agua y el aire, por evaporación de parte del agua (ver Figura 2). El movimiento del aire a través de la torre es llevado a cabo por ventiladores, aunque algunas torres de enfriamiento grandes utilizan la circulación natural del aire. Las torres de enfriamiento utilizan generalmente un medio, denominado “relleno” para conseguir un mejor intercambio entre el agua y el aire de enfriamiento.

7.1.2 Funcionamiento de la Instalación. Las torres de enfriamiento asociadas con instalaciones de agua del edificio son normalmente utilizadas para extraer el calor del condensador de los refrigeradores que proporcionan el acondicionamiento de aire para el edificio. El agua de la torre de enfriamiento es conducida al condensador donde es calentada y vuelve a la torre de enfriamiento para ser enfriada.

7.1.2.1 Temperatura. La temperatura normal del agua en las torres de enfriamiento oscila entre 29°C (85°F) y 35°C (95°F) aunque las temperaturas pueden ser superiores a 49°C (120°F) e inferiores a 21°C (70°F) dependiendo de la carga de calor de la instalación, temperatura ambiente, y forma de funcionamiento de la instalación.

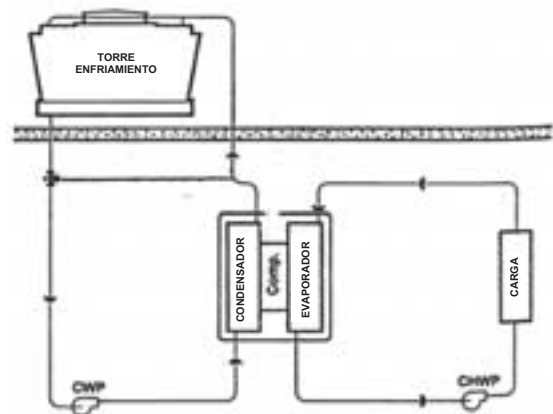


Figura 2 Típica instalación torre/refrigerador

7.1.2.2 Instalación de Circulación del Agua. El agua fría de la torre de enfriamiento conducida por tubería circula a una o más bomba(s), va al condensador de enfriamiento, donde es

calentada, y posteriormente regresa a la torre de refrigeración por las tuberías de distribución de agua caliente. Existe una importante red de tuberías. Zonas estancadas o ramales muertos pueden ser difíciles de limpiar o penetrar con biocidas.

La instalación de tuberías puede contener un gran volumen de agua.

7.2 Torres de enfriamiento de circuito cerrado y condensadores evaporativos

7.2.1 Descripción de la Instalación. Torres de enfriamiento de circuito cerrado y condensadores evaporativos son también dispositivos evaporativos de transferencia de calor. Ambos son similares a las torres de enfriamiento convencionales, pero hay una diferencia muy significativa. El fluido de proceso (un líquido tal como agua, una mezcla de etilenglicol/agua, aceite, etc., o un fluido refrigerante condensando) no está en contacto directamente con el aire de enfriamiento. Sino, más bien el fluido de proceso está contenido dentro del serpentín (ver Figura 3).

7.2.2 Funcionamiento de la Instalación. El agua es circulada de la balsa y bombeada a un sistema de distribución de aerosol sobre el serpentín mientras que el aire de enfriamiento es impulsado o circulado sobre el serpentín por ventiladores. La extracción de calor se consigue por la evaporación de parte del agua.

7.2.2.1 Temperatura. La temperatura del agua en torres de enfriamiento de circuito cerrado y condensadores evaporativos es similar a las torres de enfriamiento de circuito abierto.

7.2.2.2 Instalación de Circulación del Agua. Generalmente, no hay tuberías externas en estas instalaciones. El volumen de agua es normalmente mucho menor que en las instalaciones de torre de enfriamiento de circuito abierto, porque la totalidad del agua está dentro de la unidad.

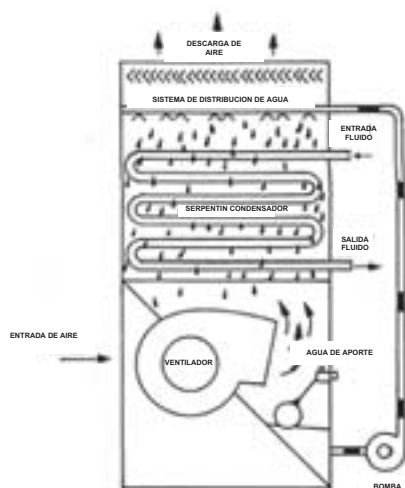


Figura 3 Típica torre de enfriamiento de circuito cerrado o condensador evaporativo

7.3 Tamaño de la gota de agua.

Las torres de enfriamiento y los condensadores evaporativos incorporan dispositivos de inercia llamados separadores de gotas con objeto de eliminar las gotas del agua generadas dentro de la unidad. Mientras la eficacia de estos separadores puede variar de forma significativa con el diseño (los separadores de última generación son considerablemente más eficientes que los diseños antiguos) y la disposición de los separadores, debería asumirse que algunas gotas del agua en el rango del tamaño menor que 5 micrómetros salen de la unidad. Además, algunas gotas más grandes cuando salen de la

unidad pueden ser reducidas a 5 micrómetros o menos por evaporación.

7.4 Nutrientes

Dado que las torres de enfriamiento y los condensadores evaporativos son depuradores altamente eficaces de aire y dado que mueven grandes volúmenes de aire, pueden acumularse materiales orgánicos y otros restos. Este material puede servir como fuente nutriente para el crecimiento de legionellas. Diversos biofilms, que pueden apoyar el crecimiento de legionellas, pueden estar presentes en superficies del intercambiador de calor, superficies estructurales, superficies del sumidero, y otras superficies diversas.

7.5 Casos asociados de la enfermedad del Legionario

Los equipos evaporativos de expulsión de calor tales como torres de enfriamiento y condensadores evaporativos han estado asociados a numerosos brotes de la enfermedad del Legionario, y estudios han demostrado que niveles detectables de legionellas están presentes en muchos, si no la mayoría, de tales dispositivos.³⁸⁻⁴⁰

7.6 Tratamiento Recomendado

Las recomendaciones clave son que la instalación sea mantenida limpia y que sea realizado un programa de tratamiento biocida. También es recomendado contar con los servicios de un especialista cualificado en tratamiento de aguas para definir y supervisar el tratamiento.

7.6.1 Mantenimiento de la Instalación.

La conservación de la instalación limpia reduce los nutrientes disponibles para el crecimiento de *Legionella*. Para conseguir la limpieza general se deberían realizar inspecciones visuales regulares. Cuando se haya formado suciedad, materia orgánica o son visibles otros residuos o se encuentran en la toma de muestras de la balsa de agua fría la unidad debería ser limpiada. Para ayudar a reducir estos residuos pueden ser utilizados filtros mecánicos, filtros de cartucho, filtros de arena, separadores de gravedad tipo centrífugo y filtros de tipo bolsa.

Los separadores de gotas deberían también ser inspeccionados regularmente y si se requiere limpiados o substituidos si están deteriorados o dañados.

Los registros de funcionamiento y mantenimiento deberían incluir la siguiente información:

- Esquema de la instalación
- Volumen de agua de la instalación, con fecha y método de determinación
- Instrucciones del fabricante para el funcionamiento del equipo
- Procedimientos regulares de tratamiento de agua
- Hojas de datos de materiales de seguridad de todos los productos químicos usados (MSDS)
- Nombres de personas responsables del funcionamiento y parada de la instalación.
- Fechas de inspecciones y resultados escritos de las mismas
- Fechas y método del mantenimiento rutinario
- Fechas de las reparaciones del equipo o modificaciones con la descripción del trabajo realizado

7.6.2 Tratamiento de Agua. El tratamiento de agua proporciona un fluido de transferencia de calor que permite al equipo funcionar óptimamente. Los objetivos del tratamiento de agua para las instalaciones de enfriamiento de agua es usar el agua eficientemente de forma que permita:

- Minimizar el crecimiento microbiano,
- Minimizar la incrustación,
- Minimizar la corrosión,
- Minimizar la sedimentación/deposición de sólidos (orgánicos o inorgánicos) sobre superficies de transferencia de calor.

Un programa eficaz de tratamiento de agua debería dar como resultado un funcionamiento más eficiente debido a un menor ensuciamiento, una vida más larga de la instalación debido a una menor corrosión, y un funcionamiento más seguro de la misma debido a una menor probabilidad de exposición microbiana del público.

El control de la incrustación y corrosión es necesario en muchos programas de tratamiento de agua. La incrustación tal como carbonato cálcico y/o otros minerales conteniendo silicato, magnesio, y fosfato pueden precipitar sobre las superficies del intercambiador de calor y de las tuberías. La incrustación puede ser minimizada por medio de inhibidores conteniendo fosfonatos, fosfatos, y polímeros para mantener calcio y carbonato y otros minerales en disolución, la corrosión puede ser minimizada por el uso de inhibidores tales como fosfato, azoles, molibdeno, y cinc. Los inhibidores de incrustación y corrosión son eficaces si la suciedad microbiana y el desarrollo del biofilm están adecuadamente controlados. La suciedad microbiana puede influenciar procesos de incrustación y corrosión y puede afectar el funcionamiento de los inhibidores. Los biofilms microbianos sobre las superficies pueden consumir ciertos inhibidores (tales como fosfatos, fosfonatos, y azoles), impidiendo el acceso de los inhibidores a las superficies, creando zonas localizadas con bajo nivel de oxígeno, cambios del pH en las zonas cercanas a las superficies, y acumulaciones o depósitos en las superficies de los sifones.

Los Surfactantes también han sido usados para minimizar la deposición en superficies (particularmente en superficies de transmisión de calor). Cuando son utilizados, deben ser compatibles con los inhibidores de incrustación y corrosión así como apropiados al tipo de suciedad, aceite, u otro material que este presente.

Tan importante como controlar la incrustación y corrosión es mantener la instalación limpia y libre de sedimento. Las fuentes normales de sedimento incluyen materiales arrastrados por el aire (suciedad, hojas, papel, materiales orgánicos procedentes de extractores de cocina u otros), sólidos precipitados (calcio, magnesio, carbonato de silicio), y productos de la corrosión (óxido). Los microbios incluyendo bacterias, protozoos, algas, e (infrecuentemente) hongos pueden crecer en instalaciones de enfriamiento y utilizar los materiales anteriores como nutrientes. Consecuentemente, es deseable o bien evitar la entrada de materiales en la instalación o bien extraerlos.

Las estrategias para lograr esto incluyen la ubicación de la torre (con relación a extractores de cocina, etc.), control de la incrustación y corrosión, y filtración y/o separación.

La suciedad microbiana es controlada por el uso de biocidas, que son compuestos seleccionados por su capacidad para matar microbios mientras que tienen una toxicidad relativamente baja para plantas y animales. En los E.E.U.U., la Agencia de Protección del Medio Ambiente tiene autoridad reguladora para los biocidas y requiere el registro de todos los biocidas. Además, el registro es obligatorio en cada estado donde el biocida sea distribuido. El conjunto de datos presentado a la EPA incluye datos de la eficacia contra una variedad de microorganismos y datos de toxicidad para animales. Muchos de los datos del laboratorio son proporcionados por los fabricantes de cada biocida. Los biocidas deben ser utilizados de acuerdo con las instrucciones del etiquetado.

Hay dos grupos principales de biocidas químicos: oxidantes y no oxidantes.

Biocidas oxidantes incluye bromo, bromo-clorohidrato, cloro, dióxido de cloro, yodo, isocianuratos, ozono, u otros compuestos con la capacidad de aceptar electrones de otros compuestos que sirven como agentes reductores. Los biocidas oxidantes pueden acelerar la corrosión de metales si son dosificados en concentraciones excesivas. Los biocidas halógenos

(cloro, bromo, y yodo) reaccionan con la proteína en las membranas de la célula para causar su disfuncionalidad, de esta manera matando/controlando el organismo. Ozono y dióxido de cloro se cree oxidan otros componentes de la célula microbiana.

Los biocidas no oxidantes incluyen muchos compuestos orgánicos registrados con la EPA para aplicaciones de enfriamiento de agua, tales como bromonitropropanodiol, bromonitroestireno, carbamatos, deciltioetanamida, dibromonitrilopropanamida, dodecilguanidina hidrocloreto, glutaraldehído, isotiazolonas, bisticianato de metileno, sales cuaternarias de fósforo, y tri-hidroximetilnitrometano. Los compuestos de amonio cuaternarios son a veces utilizados pero resultaron ser ineficaces contra legionellas en un estudio reciente.⁴¹ Estos biocidas funcionan de varias maneras, incluyendo su reacción con enzimas intracelulares, solubilizando las membranas de la célula, y precipitando proteínas esenciales en las paredes microbianas de la célula. Utilizados adecuadamente, los biocidas no oxidantes son eficaces para el control del proceso de ensuciamiento microbiano en instalaciones de enfriamiento de agua.

Ambos oxidantes y no oxidantes pueden experimentar reacciones químicas con materiales en el agua que disminuyen su eficacia. Algunos biocidas reaccionan con componentes de algunos inhibidores de incrustación y corrosión para hacerles a ambos compuestos menos eficaces para el propósito previsto. La selección de inhibidores de corrosión/incrustación así como el biocida requiere un conocimiento de la química del agua, un conocimiento básico de la microbiología del agua, e información específica sobre la instalación (qué está enfriando, fuentes de contaminación, etc.).

Es generalmente buena práctica alternar regularmente el uso de biocidas en la instalación de enfriamiento de agua para evitar la selección y crecimiento de cepas resistentes de microbios. Se ha enfatizado que es lógico que la población que sobrevive al tratamiento del biocida una semana es susceptible al biocida alternativo una semana o dos más tarde. Se puede conseguir el mismo objetivo con el mismo biocida alternando la dosis y frecuencia.

Dado que la *Legionella* es conocido que entra en las instalaciones de enfriamiento de agua con el agua de reposición, debería ser asumido que están presentes en el agua junto con otras bacterias, protozoos, y algas. Los protozoos son altamente resistentes a ambos biocidas oxidantes y no oxidantes; por lo tanto deben ser controlados limitando los biofilms microbianos que sirven para proporcionarles nutrientes.⁴²

Para información adicional sobre el tema de tratamiento de agua, ver el capítulo "tratamiento de agua" en el volumen Aplicaciones del Manual de ASHRAE.

7.6.3 Procedimiento de Parada y Puesta en Marcha de la Instalación de la Torre de Enfriamiento ⁴³

Parada

Cuando la instalación debiera ser parada por un período de más de tres días, está recomendado que la instalación completa (torre de enfriamiento, red de tubería, intercambiadores de calor, etc.) sea vaciada al saneamiento. Cuando el vaciado de la instalación no es posible durante paradas de corta duración, el agua de enfriamiento estancada debe ser pretratada con una dosis apropiada de biocida antes de la puesta en marcha de la torre.

Puesta en Marcha para Instalaciones vaciadas

- Limpiar todos los restos, tales como hojas y suciedad, de la torre de enfriamiento.

- Llenar la instalación con agua. Durante el funcionamiento de la bomba(s) de agua del condensador y **antes del funcionamiento de los ventiladores de la torre de enfriamiento**, ejecutar uno de los dos programas de tratamiento de biocida alternativos descritos a continuación.

(1) Trate con el biocida que había sido utilizado antes de la parada. Utilice los servicios de la empresa de tratamiento del agua. Mantenga el máximo residual de biocida recomendado (para el biocida específico) por un período suficiente de tiempo (el residual y el tiempo variarán con el biocida) para llevar la instalación bajo buen control biológico.

(2) Trate la instalación con hipoclorito de sodio a un nivel de cloro residual **libre** de 4 a 5 mg/l (ppm) con un pH de 7,0 a 7,6. El cloro residual debe ser mantenido en 4 a 5 mg/l (ppm) durante seis horas, medible con los kits comerciales standards.

- Una vez que uno de estos dos tratamientos biocidas ha sido completado satisfactoriamente, el ventilador puede ser conectado y la instalación vuelta a poner en servicio. Realice el programa standard de tratamiento de agua (incluyendo el tratamiento biocida).

Puesta en Marcha para Instalaciones No Vacías (Estancadas)

Quitar los restos sólidos accesibles de la balsa de la torre de enfriamiento y de cualquier depósito(s) remoto de acumulación que pueda ser utilizado.

- Realizar uno de los dos procedimientos de tratamiento previo de biocida (descritos en "Puesta en Marcha para instalaciones vaciadas") directamente a la balsa de la torre de enfriamiento o depósito de acumulación remoto. No circular el volumen de agua de enfriamiento estancado sobre el relleno de la torre de enfriamiento ni haga funcionar los ventiladores de la torre de enfriamiento durante el pretratamiento.
- El agua de enfriamiento estancada puede ser bombeada con la bomba(s) principal de la instalación de enfriamiento si el relleno de la torre es puentado. Si no, agregar biocida aprobado para este uso directamente a la balsa de agua y mezclar bien manual o por métodos alternativos. Tener precaución para evitar la creación de aerosoles del agua de enfriamiento estancada desde cualquier punto la instalación de enfriamiento de agua.
- Después que el tratamiento previo biocida ha sido completado satisfactoriamente, el agua de enfriamiento debería ser bombeada sobre el relleno de la torre con los ventiladores apagados. Cuando el biocida residual es mantenido a un nivel satisfactorio durante por lo menos seis horas, los ventiladores de la torre de enfriamiento pueden ser conectados.

7.6.4 Descontaminación de Emergencia por presencia de Legionella en las instalaciones de eliminación de calor de tipo húmedo. El Instituto de las Torres de Enfriamiento ha desarrollado un "Protocolo de Emergencia" para la descontaminación de torres de enfriamiento y condensadores evaporativos usando cloro y dispersantes.⁴⁴ Sin embargo, este procedimiento no debe ser utilizado rutinariamente porque puede ser muy corrosivo y producir aerosoles tóxicos. Este procedimiento ha sido adaptado para incluir medidas de seguridad adicionales y un nivel residual de cloro libre de 10 mg/l durante 24 horas.³¹

7.6.5 Emplazamiento. A la hora de situar las torres de enfriamiento y condensadores evaporativos, se debería prestar atención a las siguientes consideraciones.

- Situarlas lo más lejos posible de entradas de aire, incluyendo ventanas que pueden estar abiertas.
- No situarlas en área próximas a extractores de cocina, plantas, zonas de carga, u otras fuentes de materia orgánica.

- Considerar la dirección de vientos predominantes y no situarlas a contracorriente de zonas públicas al aire libre.
- Considerar la construcción futura, incluyendo lugares próximos.

8. ENFRIADORES DE AIRE POR EVAPORACIÓN DIRECTA, PULVERIZADORES (ATOMIZADORES), LIMPIADORES DE AIRE Y HUMIDIFICADORES

8.1 Descripción de la Instalación

Equipos de enfriamiento de aire por evaporación directa y humidificadores enfrían y humidifican el aire por contacto directo con el agua, bien por materiales de superficie húmeda (como en enfriadores de aire en medio húmedo) o con una serie de rociadores (como en limpiadores de aire y pulverizadores). Estos dispositivos (ver Figuras 4 y 5) son utilizados para controlar los niveles de temperatura y humedad para aplicaciones comerciales, industriales, y agrícolas.

Utilizan bien un solo paso a través o recirculando agua. Las instalaciones en medios húmedos pueden incluir una bomba, tuberías de distribución de agua, y una balsa para recoger o mantener agua. Un ventilador puede ser utilizado para mover el aire a través del sistema y para distribuir el aire enfriado y humidificado evaporativamente al local acondicionado. La concentración de contaminantes en el agua está limitada por el drenaje y la calidad del agua nueva de reposición.

8.1.1 Medios Húmedos. Los dispositivos de medios húmedos utilizan un sustrato poroso para proporcionar una gran área superficial para la evaporación del agua. El agua bien es circulada sobre el dispositivo o estos rotan a través del baño de agua. Puesto que la evaporación ocurre en la superficie de los dispositivos, no se producen gotas de agua. Los separadores de agua no son generalmente necesarios.

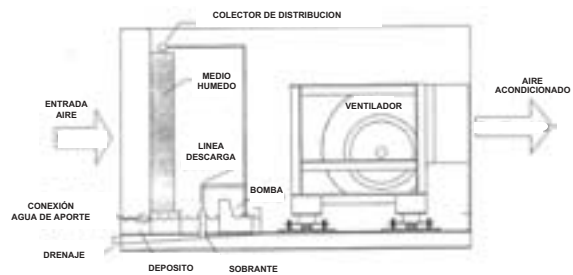


Figura 4 enfriadores/humidificadores de aire por evaporación directa

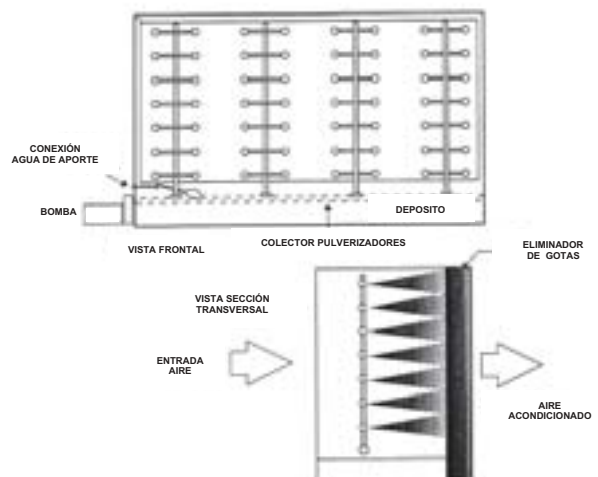


Figura 5 Humidificador limpiador de aire de bancada única

Éstos dispositivos utilizan bien un paso a través del agua potable del edificio o son equipados con una instalación de recirculación incluyendo una bomba, la válvula de reposición automática de agua, un drenaje/purga, y un depósito de vaciado adecuado.

8.1.2 Limpiadores de Aire por medio de agua. Los limpiadores de aire por medio de agua utilizan inyectores de alta presión para reducir el agua a pequeñas gotas para una evaporación eficiente. Estas instalaciones tienen un compartimento o carcasa conteniendo una o más baterías de inyectores de aerosol y separadores de gotas. Los limpiadores de aire por medio de agua contienen una balsa para recoger y mantener el exceso de agua pulverizada. La sección del separador elimina las gotas arrastradas del agua del aire. Los limpiadores de aire por medio de agua también utilizan bien un paso a través de agua potable del edificio o son equipados con una instalación de recirculación incluyendo una bomba, una válvula automática de agua de reposición, un drenaje/purga, y un depósito de vaciado adecuado. El agua puede ser enfriada adicionalmente y/o deshumidificada.

8.1.3 Nebulizadores. Los nebulizadores producen un aerosol por medio de dispositivos ultrasónicos, discos giratorios, o inyectores de aerosol. Normalmente estos dispositivos son abastecidos de agua potable nueva directamente de las instalaciones de agua del edificio; sin embargo, algunas instalaciones contienen un depósito.

8.1.3.1 Dispositivos de calentamiento y Humidificadores de tipo vapor. Los dispositivos de calentamiento y humidificadores de tipo vapor convierten el agua a vapor que es descargada al local que está siendo acondicionado. Debido a la temperatura elevada y al hecho que las gotas del agua no están generadas, estos humectadores no son considerados un riesgo para el crecimiento de *Legionella* durante el funcionamiento normal. Sin embargo, si el humidificador está instalado incorrectamente, la humedad puede acumularse en el conducto y dar lugar al crecimiento bacteriano. Durante períodos de tiempo cuando el equipo no está en funcionamiento, toda el agua debería ser vaciada de la instalación para evitar la posibilidad de crecimiento de bacterias.

8.2 Funcionamiento de la instalación

Ver 8.1.

Deberían ser registradas las condiciones asociadas al proceso, pueden incluirse los períodos de tiempo cuando el equipo está parado. Es práctica común vaciar las balsas cuando las unidades no están en funcionamiento. Además, una renovación continua o ciclo de purga es generalmente empleado para limitar la acumulación de sólidos y contaminantes en el recipiente. Altas tasas de renovación de agua elimina bacterias, nutrientes, y otros contaminantes antes de que se conviertan en un problema. Es raro que el crecimiento de *Legionella* ocurra bajo estas condiciones.

8.2.1 Temperatura del Agua Enfriadores / Humidificadores de Aire Evaporativos en Medio Húmedo y Limpiadores de Aire por medio de agua.

Para enfriadores/humidificadores de aire evaporativos en medio húmedo y limpiadores de aire por medio de agua, la temperatura del agua de recirculación se aproxima a la temperatura de bulbo húmedo de la corriente de aire a la cual está expuesta. Puesto que la temperatura de bulbo húmedo en muchas de las regiones donde estos dispositivos son utilizados está por debajo de 25°C (77°F), el agua tiende a ser mantenida a temperaturas inferiores al rango de temperaturas del crecimiento de *Legionella* de 25-42°C (77-108°F).

8.2.2 Temperatura del Agua-Nebulizadores. Para los nebulizadores abastecidos directamente de la instalación de

agua potable del edificio, la temperatura debería tender a ser la temperatura del agua fría de suministro. Si se alimenta desde un depósito estancado, o tuberías expuestas a calor, la temperatura podría aumentar. La temperatura podría exceder de 25°C (77°F), la cual es favorable para la amplificación de *legionellae*.

8.2.3 Temperatura del Agua-Limpiadores de Aire por medio de agua. Las condiciones de funcionamiento de los limpiadores de aire por medio de agua están basadas en los requisitos del proceso; sin embargo, un rango de temperaturas normal de funcionamiento para el agua en circulación es 4-10°C (40-50°F). Las partes de funcionamiento normales de las instalaciones de limpieza de aire por medio de agua tienden a ser mantenidos por debajo del rango de temperaturas del crecimiento de *Legionella* de 25-42°C (77-108°F).

8.3 Tamaño de la Gota de Agua.

8.3.1 Medios Húmedos. Los equipos de medio húmedo generalmente producen pocas gotas durante el funcionamiento. Sin embargo, pueden formarse gotas grandes como resultado de un mantenimiento incorrecto y una distribución desigual del agua o aire. El tamaño exacto de las gotas variará con la condición del medio húmedo y los separadores de gotas (cuando sean utilizados), la velocidad del aire a través de la unidad, y el grado de irrigación. Debería ser asumido que bajo condiciones extremas las gotas de menos de 5 micrómetros podrían ser producidas.

8.3.2 Limpiadores de Aire por medio de agua. Las principales causas de producción de gotas de agua en la corriente de aire es la suciedad en las boquillas de los pulverizadores y separadores de gotas dañados o sucios. Los limpiadores de aire por medio de agua pueden producir gotas de varios tamaños y ciertamente tienen el potencial de producir gotas menores de 5 micrómetros de diámetro.

8.3.3 Nebulizadores. Estas instalaciones pueden producir gotas de varios tamaños y posiblemente tienen el potencial de producir gotas menores de 5 micrómetros de diámetro.

8.4 Nutrientes

Debido a que enfriadores/humidificadores de aire evaporativos son depuradores eficientes de aire y mueven grandes volúmenes de aire, la materia orgánica y otros restos pueden ser acumulados. Esto puede servir como nutriente para el crecimiento de *Legionella*.

8.4.0.1 Enfriadores/Humidificadores de Aire Evaporativos en Medio Húmedo y Limpiadores de Aire por medio de agua. Enfriadores/humidificadores evaporativos en medio húmedo y limpiadores de aire por medio de agua tienen potencial para el crecimiento donde la suciedad, incrustación, o materia biológica puede acumularse. La mayoría de las áreas posibles de tal acumulación son colectores, separadores de gotas, o tanques de acumulación de agua.

8.4.1 Nebulizadores. La posibilidad de aportar nutrientes sería mínima cuando se abastezca de agua potable directamente de la instalación de agua potable del edificio. Si se utilizan tuberías de distribución y/o un depósito de acumulación, pueden existir nutrientes en forma de sedimento y otros restos.

8.5 Tratamiento Recomendado

8.5.1 Todas las Instalaciones. Se recomienda la inspección y mantenimiento regular de Enfriadores/humidificadores evaporativos de aire, limpiadores de aire por medio de agua, pulverizadores, y equipo auxiliar. Evitar tramos muertos de

tubería, puntos bajos, y otras zonas en el circuito de distribución de agua donde pueda estancarse durante la parada.

Considere el uso de generadores fotoquímicos de ozono para controlar concentraciones microbianas en agua en balsas y tuberías de distribución. Los filtros de agua y aire deberían ser limpiados según sea necesario. El circuito completo de agua de enfriamiento debería ser limpiado y vaciado de agua mensualmente.

8.5.2 Circuito de Recirculación. Debe ser mantenido el nivel adecuado de balsa de agua o presión del pulverizador. Los medios más prácticos para minimizar la incrustación y acumulación de nutrientes son el drenaje o la purga de parte del agua. La cantidad drenada o purgada depende de la calidad del agua (incluyendo dureza) y nivel de contaminantes del aire. Deberían ser realizadas inspecciones regulares para asegurar que es adecuado y se mantienen los niveles de filtrado o aportación. Como precaución adicional, las balsas podrían ser vaciadas automáticamente durante la parada del ventilador. Cuando no es posible parar la instalación para limpieza, debería proveerse con un drenaje adecuado de la balsa y accesibilidad fácil a la limpieza del cabezal de distribución de agua de manera que pueda ser limpiado con chorro de agua durante el funcionamiento. Después de limpiar con chorro de agua, dosificar el agua de enfriamiento recirculando con un biocida aprobado por la EPA para tales usos.

8.5.3 Limpiadores de Aire por medio de agua. Utilice inhibidores de corrosión para prevenir la corrosión de metales en las instalaciones y la formación de productos de la corrosión. Controle el nivel de sólidos suspendidos que pueden proveer nutrientes y zonas de crecimiento para la legionella. Finalmente, la actividad microbiológica debería ser controlada a través de la utilización de biocidas aprobados por la EPA para tales usos.

8.5.4 Enfriadores/Humidificadores de Aire Evaporativos en Medio Húmedo

Dispositivos situados en el interior de una gran edificación pueden no secarse totalmente durante el período de parada (esto es, fines de semana), resultando el estancamiento. Para secar los dispositivos, las bombas deberían ser paradas antes que las paradas programadas del ventilador. En el caso de instalaciones más pequeñas y en aquellas que tienen los dispositivos situados junto a rejillas de entrada de aire normalmente se secan suficientemente sin ayuda. Para instalaciones en las que se encuentra alta carga de contaminación, un ciclo de vaciado puede ser utilizado de manera que el agua nueva circule a través del relleno cada 24 horas durante un período de tiempo cuando la instalación no está en funcionamiento. Los dispositivos deberían ser limpiados o substituidos cuando sea necesario.

8.5.5 Nebulizadores. Nunca recircular agua atomizada. Vaciar tuberías y depósitos cuando el equipo no este en uso. Para nebulizadores portátiles, vaciar y desinfectar la tubería y el depósito regularmente. Solo agua estéril debería ser añadida al depósito de los humidificadores portátiles usados en ambientes de cuidado sanitario o en otras áreas donde personas inmunodeficientes puedan estar expuestas a los aerosoles generados.

8.6 Emplazamiento

Enfriadores/humidificadores evaporativos de aire no deberían estar situados cerca de salidas de una torre de enfriamiento, enfriador de fluido, condensador evaporativo, extractor de cocina, o cualquier otra fuente de contaminación orgánica. Se recomienda cuando se prevea contaminación de partículas la filtración a contracorriente de Enfriadores / humidificadores de aire evaporativos. La filtración a favor de

corriente del equipo debe estar a una distancia suficiente para permitir la absorción de humedad en la corriente de aire.

8.7 Casos Asociados de la Enfermedad del Legionario

No se conocen casos de la enfermedad de Legionario relacionados con limpiadores de aire por medio de agua, enfriadores/humidificadores evaporativos de aire en medio húmedo, o humidificadores de vapor. Un dispositivo nebulizador de vegetales de supermercado usando agua de un depósito de acumulación fue implicado en un brote de Enfermedad del Legionario.¹⁵ Hay un caso documentado de enfermedad del Legionario que ocurrió en un emplazamiento hospitalario y resultó del agua aerosolizada de una salida de un humidificador.^{12,22}

9. ENFRIADORES DE AIRE POR EVAPORACIÓN INDIRECTA

Enfriadores de aire por evaporación indirecta enfrían el aire en un intercambiador de calor, que transfiere calor a una corriente de aire secundaria según se muestra la Figura 6. Aunque el aire primario es enfriado por el aire secundario enfriado evaporativamente, no se añade humedad al aire primario.

9.1 Descripción de la Instalación

El intercambiador de calor es enfriado por la evaporación del agua utilizando uno de los varios métodos siguientes:

1. Mojando directamente la superficie del intercambiador de calor
2. Por enfriamiento del aire secundario utilizando medios de enfriamiento evaporativo
3. Atomizando aerosol en la corriente de aire secundaria o sobre la superficie del intercambiador de calor
4. Mediante torre de enfriamiento y serpentín de intercambio

torre de enfriamiento y serpentín de intercambio

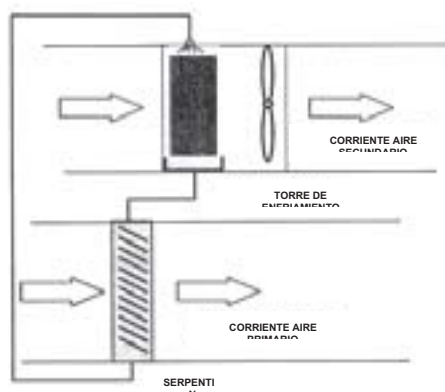


Figura 6 Enfriador evaporativo indirecto

9.2 Funcionamiento de la Instalación

9.2.1 Temperatura. La temperatura del agua recirculada se aproxima a la temperatura de bulbo húmedo de la corriente de aire secundaria. Al igual que en el caso con los enfriadores evaporativos de aire directos, no es probable que la temperatura del agua exceda de 25°C (77°F).

9.3 Tamaño Gota de Agua

El Tamaño de Gota de agua variará con el tipo de intercambiador, condición del medio y los separadores de gotas (cuando sean utilizados), la velocidad del aire a través de la unidad, y otros factores. Refiérase a la sección de esta guía dependiendo del tipo específico de intercambiador, ejemplo, torres de enfriamiento, pulverizadores, etc.

9.4 Nutrientes

Ver 7.4 para equipo utilizando una torre de enfriamiento para refrigerar la corriente de aire secundaria y 8.4 para equi-

po utilizando enfriadores evaporativos o pulverizadores para refrigerar la corriente de aire secundaria.

9.5 Tratamiento Recomendado

Ver 7.6 para equipo utilizando una torre de enfriamiento para refrigerar la corriente de aire secundaria y 8.5 para equipo utilizando enfriadores evaporativos o pulverizadores para refrigerar la corriente de aire secundaria.

9.6 Emplazamiento

Enfriadores de aire por evaporación indirecta no deberían estar situados cerca de salidas de una torre de enfriamiento, enfriador de fluido, condensador evaporativo, extractor de cocina, cabina de pintura, incinerador, o cualquier otra fuente de materia orgánica.

9.7 Casos Asociados

No ha habido asociación relacionada de la enfermedad del Legionario con enfriadores de aire por evaporación indirecta.

10. INSTALACIONES METALURGICAS

10.1 Descripción de la Instalación

En estas instalaciones, fluidos metalúrgicos son aplicados a superficies de corte para lubricación y prevenir el recalentamiento de la herramienta mecanizadora así como de la parte mecanizada.

10.2 Funcionamiento de la Instalación

Son utilizados fluidos a partir de aceite y a partir de agua. Una variedad de tales fluidos son comercializados por muchos proveedores.

En general, el crecimiento microbiano no ocurre en productos a partir de aceite. Sin embargo, fluidos a partir de agua llegan a ser contaminados por microorganismos.

10.2.1 Temperatura. Como los fluidos enfrían la herramienta mecanizadora y la parte mecanizada, pueden llegar a ser calentados y la temperatura de las balsas de los fluidos oscilan entre 24° y 32°C (75°F y 90°F), permitiendo el crecimiento de muchos patógenos incluyendo las especies de *Legionella*.

10.3 Tamaño Gota de Agua

Estas instalaciones pueden producir gotas de diversos tamaños dependiendo del funcionamiento específico del mecanizado y tienen el potencial de producir gotas menores de 5 micrómetros de tamaño.

10.4 Nutrientes Estas instalaciones son generalmente abiertas y expuestas a contaminación desde el aire y superficies que están siendo mecanizadas.

10.5 Casos Asociados de la Enfermedad del Legionario

Las Instalaciones Metalúrgicas han estado implicadas en brote de fiebre de Pontiac así como síndrome respiratorio agudo y a personas con hipersensibilidad a la neumonía.⁴⁵

10.6 Tratamiento Recomendado

La exposición a trabajos metalúrgicos puede ser una preocupación potencial de salud importante, no estando totalmente comprendida su magnitud. Los biocidas son suministrados en solución concentrada, los cuales son diluidos cuando son utilizados y/o agregados en el depósito del fluido de enfriamiento. Sin embargo, la variedad de fluidos, tipos de microbios, turnos de trabajo, y la dosis para un número de mecanizados no es siempre predecible. La elección de los biocidas debería estar basada en función de los fluidos y los microbios a tratar.

Se recomienda tomar precaución para minimizar la contaminación y reducir la exposición de los operarios de la máquina hasta que no se disponga de información adicional.

11. MONITORIZACIÓN DE *LEGIONELLA*

Cultivos para determinación de *Legionella* pueden ser apropiados si se realizan con un objetivo específico, tal como verificar la eficacia de un protocolo de tratamiento de agua, buscar la fuente de un brote, evaluar las fuentes potenciales de amplificación / transmisión de una instalación, verificando que los procedimientos de descontaminación han sido eficaces, o instalaciones sanitarias para pacientes con un muy alto riesgo de desarrollar la enfermedad del Legionario (p.e., receptores de trasplante de órganos).⁴⁶⁻⁴⁸ Cuando se realicen cultivos deben ser utilizados métodos apropiados de toma de muestras, manipulación, y traslado.⁴⁹

Sin embargo, excepto a lo tratado en 5.6.1.5, un análisis de muestras periódico de las instalaciones de agua del edificio puede no predecir el riesgo de transmisión por las siguientes razones,

1. No puede asociarse directamente la presencia del organismo con el riesgo de infección. La bacteria está frecuentemente presente en instalaciones de agua sin haber sido asociada con casos conocidos de enfermedad.

2. La interpretación de los resultados de cultivo de agua es complejo por los métodos bacteriológicos distintos de los diferentes laboratorios, por resultados variables de cultivo entre los sitios muestreados dentro de la instalación de agua, y por las variaciones en la concentración de *Legionella* aislada en un solo punto.

3. El riesgo de enfermedad proveniente de una exposición a una determinada fuente está afectado por un número de factores además de la concentración de organismos en una muestra. Estos factores incluyen, pero no se limitan a, virulencia de la especie, susceptibilidad del receptor, y cómo los organismos estén aerosolizados a un tamaño de partícula pequeño requerido para alcanzar la parte más profunda del pulmón humano y permanecer activos.

4. Los resultados de la prueba solo representan el recuento en el momento que se realizó la toma. Un resultado negativo de tal muestra nos llevaría a una conclusión de falsa seguridad porque cualquier fuente potencial de amplificación puede rápidamente llegar a colonizarse fuertemente en caso de imprudencia.

La toma de muestras no es un sustituto para las buenas prácticas en el mantenimiento y tratamiento de agua.

12. REFERENCIAS

¹ Marston, B.J., H.B. Lipman, and R.F. Breiman. 1994. Surveillance for Legionnaires' Disease: Risk Factors for Morbidity and Mortality. Archives of Internal Medicine 154: 2417-2422.

² Fields, B.S. 1993. Legionella and Protozoa: Interaction of a Pathogen and Its Natural Host. In: Legionella-Current Status and Emerging Perspectives. J.M. Barbaree, R.F. Breiman, A.P. Dufour, eds. Washington, DC: American Society for Microbiology, pp. 129-136.

³ Barbaree, J.M. 1991. Controlling Legionella in Cooling Towers. ASHRAE Journal 133 (6): 38-42.

⁴ Dondero, T.J., R.C. Rentdorff, G.F. Mallison, et al. 1980. An outbreak of Legionnaires' Disease Associated with a Contaminated Air-Conditioning Cooling Tower. New England

⁵Keller, D.W., R. Hajjeh, A. DeMaria, et al. 1996. Community Outbreak of Legionnaires' Disease: An Investigation Confirming the Potential for Cooling Towers to Transmit Legionella Species. *Clinical Infectious Diseases* 22: 257-261.

⁶Cordes, L.G., D.W. Fraser, P. Skailiy, et al. 1980. Legionnaires' Disease Outbreak at an Atlanta, Georgia Country Club: Evidence for Spread From an Evaporative Condenser. *American Journal of Epidemiology* 111: 425-431.

⁷Breiman, R.F., W. Cozen, B.S. Fields, et al. 1990. Role of Air Sampling in Investigation of an Outbreak of Legionnaires' Disease Associated with Exposure to Aerosols from an Evaporative Condenser. *Journal of Infectious Diseases* 161: 1257-1261.

⁸Tobin, J.O., M.S. Duanill, M. French, et al. 1980. Legionnaires' Disease in a Transplant Unit: Isolation of the Causative Agent from Shower Baths. *Lancet* 2: 1181-121.

⁹Breiman, R.F., B.S. Fields, G. Sanden, L. Volmer, A. Meier, and J. Spika. 1990. An Outbreak of Legionnaires' Disease Associated with Shower Use: Possible Role of Amoebae. *Journal of the American Medical Association* 263: 2924-2926.

¹⁰Jernigan, D.B., J. Hofmann, M.S. Cetron, et al. 1996. Outbreak of Legionnaires' Disease Among Cruise Ship Passengers Exposed to a Contaminated Whirlpool Spa. *Lancet* 347: 494-499.

¹¹Centers for Disease Control and Prevention. 1997. Legionnaires' Disease Associated with a Whirlpool Spa Display-Virginia, September-October 1996. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 46: 83-86.

¹²Arnold, P.M., T. Chou, D. Weil, E.N. Shapiro, and C. Kretzschmar. 1982. Nosocomial Legionnaires' Disease Caused By Aerosolized Tap Water from Respiratory Devices. *Journal of Infectious Diseases* 146: 460-467.

¹³Schlech, W.F., G.W. Gorman, M.C. Payne, and C.V. Broome. 1985. Legionnaires' Disease in the Caribbean: An Outbreak Associated with a Resort Hotel. *Archives of Internal Medicine* 145: 2076-2079.

¹⁴Hlady, W.G., R.C. Mullen, C.S. Mintz, B.G. Shelton, R.S. Hopkins, and G.L. Daikos. 1993. Outbreak of Legionnaires' Disease Linked to a Decorative Fountain by Molecular Epidemiology. *American Journal of Epidemiology* 138: 555-562.

¹⁵Mahoney, F.J., C.W. Hoge, T.A. Farley, et al. 1992. Community-Wide Outbreak of Legionnaires' Disease Associated with a Grocery Store Mist Machine. *Journal of Infectious Diseases* 165: 736-739.

¹⁶Johnson, J.T., V.L. Yu, M.G. Best, et al. 1985. Nosocomial Legionellosis in Surgical Patients with Head and Neck Cancer: Implications for Epidemiological Reservoir and Mode of Transmission. *Lancet* 2: 298-300.

¹⁷Best, M., V.L. Yu, J.E. Stout, et al. 1983. Legionellaceae in the Hospital Water Supply-Epidemiologic Link with Disease and Evaluation of a Method of Control of Nosocomial

Legionnaires' Disease and Pittsburgh Pneumonia. *Lancet* 2: 307-310.

¹⁸Blatt, S.P., M.D. Parkinson, E. Pace, et al. 1993. Nosocomial Legionnaires' Disease: Aspiration as a Primary Mode of Disease Acquisition. *American Journal of Medicine* 95: 16-22.

¹⁹Addiss, D.G., J.P. Davis, M. LaVenture, P.J. Wand, M.A. Hutchison, and R.M. McKinney. 1989. Community-Acquired Legionnaires' Disease Associated With a Cooling Tower; Evidence for Longer-Distance Transport of Legionella pneumophila. *American Journal of Epidemiology* 130: 557-568.

²⁰Klaucke, D.N., R.L. Vogt, D. LaRue, et al. 1980. Legionnaires' Disease: The Epidemiology of Two Outbreaks in Burlington, Vermont, 1980. *American Journal of Epidemiology* 119:382-391.

²¹Fiore, A.E., P.J. Nuorti, O.S. Levine, et al. 1998. Epidemic Legionnaires' Disease Two Decades Later: Old Sources, New Diagnostic Methods. *Clinical Infectious Diseases* 26: 426-433.

²²Mastro, T.D., B.S. Fields, R.F. Breiman, J. Campbell, B.D. Plikaytis, and J.S. Spika. 1991. Nosocomial Legionnaires' Disease and Use of Medication Nebulizers. *Journal of Infectious Diseases* 163: 667-670.

²³Kutcha, J.M., S.J. States, and A.M. McNamara. 1983. Susceptibility of Legionella pneumophila to Chlorine in Tap Water. *Appl. Environ. Microbiol.* 46: 1134-1139.

²⁴Colbourne, J.S., D.J. Pratt, M.G. Smith, S.P. Fisher-Hoch, D. Harper. 1984. Water fittings as Sources of Legionella pneumophila in a Hospital Plumbing System. *Lancet* 1: 210-3.

²⁵Stout, J.E., V.L. Yu, P. Muraca, J. Joly, N. Troup, and L.S. Tompkins. 1992. Potable water as the Cause of Sporadic Cases of Community-Acquired Legionnaires' Disease. *New England Journal of Medicine* 326: 151-154.

²⁶Joseph, C.A., J.M. Watson, T.G. Harrison, and C.L.R. Bartlett. 1994. Nosocomial Legionnaires' Disease in England and Wales. *Epidemiology and Infection* 112: 329-45.

²⁷Metzner, S., R.C. Schwille, A. Farley, E.R. Wald, J.H. Ge, S.J. States, T. Libert, and R.M. Wadowsky. 1997. Efficacy of Thermal Treatment and Copper-Silver Ionization for Controlling Legionella pneumophila in High Volume Hot Water Plumbing Systems in Hospitals. *American Journal of Infection and Control* 25: 452-457.

²⁸Goetz, A., and V.L. Yu. 1997. Copper-Silver Ionization: Cautious Optimism for Legionella Disinfection and Implications for Environmental Culturing. *American Journal of Infection Control* 25: 449-251.

²⁹Liu, Z., J.E. Stout, M. Boldin, J. Rugh, W.F. Diven, and V.L. Yu. 1998. Intermittent Use of Copper-Silver Ionization for Legionella Control in Water Distribution Systems: A Potential Option in Buildings Housing Individuals at Low Risk for Infection. *Clinical Infectious Diseases* 26: 138-140.

³⁰Stout, J.E., and V.L. Yu. 1997. Eradicating Legionella from Hospital Water. *Journal of the American Medical Association* 278: 1404.

- ³¹Tablan, O.C., L.J. Anderson, N.H. Arden, R.F. Breiman, J.C. Butler, M.M. McNeil, and the Hospital Infection Control Practices Advisory Committee. 1994. Guideline for prevention of nosocomial pneumonia, Part 1: Issues on prevention of nosocomial pneumonia. *American Journal of Infection Control* 22: 247-292.
- ³²The Control of Legionellosis Including Legionnaires' Disease. HSE Series Booklet HS (G) 70, Health and Safety Executive, Library and Information Services, Broad Lane Sheffield UK, 19991.
- ³³American Society for Testing and Materials. D5952-96 Standard Guide for Inspecting Water Systems for Legionellae, and Investigating Possible Outbreaks for Legionellosis (Legionnaires' Disease or Pontiac Fever).
- ³⁴Mermel, L.A., S.L. Josephson, C.H. Girogio, J. Dempsey, and S. Parenteau. 1995. Association of Legionnaires' disease with Construction: Contamination of Potable Water. *Infection Control and Hospital Epidemiology* 16: 76-81.
- ³⁵Paszko-Kolva, C., H. Yamamoto, M. Shahamat, T.K. Sawyer, G. Morris, and R.R. Colwell. 1991. Isolation of Amoebae and Pseudomonas and Legionella spp. From Eyewash Solutions. *Applied and Environmental Microbiology* 57: 163-167.
- ³⁶Thomas, D., L. Mundy, and P. Tucker. 1993. Hot Tub Legionellosis: Legionnaires' Disease and Pontiac Fever after a Point-Source Exposure to Legionella pneumophila. *Archives Internal Medicine* 153: 2597-2599.
- ³⁷National Center for Environmental Health/National Center for Infectious Diseases. 1996. Final Recommendations to Minimize Transmission of Legionnaires' Disease from Whirlpool Spas on Cruise Ships. Atlanta, Georgia: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, CDC. (770-488-3141 or DGJO@cdc.gov)
- ³⁸Shelton, B.G., G.K. Morris, and G.W. Gorman. 1993. Reducing Risks Associated With Legionella Bacteria in Building Water Systems. In: J.M. Barbaree, R.F. Breiman, L.P. Dufour, eds. Legionella Current Status and Emerging Perspective. American Society for Microbiology pp. 279-281.
- ³⁹Shelton, B.G., W.D. Flanders, and G.K. Morris. 1994. Legionnaires' Disease Outbreaks and Cooling Towers with Amplified Legionella Concentrations. *Current Microbiology* 28: 359-363.
- ⁴⁰Brundrett, G.W. 1992. Surveys of Legionella in Building Services Not Associated with Outbreaks. In: Legionella and Building Services. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd., pp. 167-189.
- ⁴¹Broadbent, C.R. 1993. Legionella in Cooling Towers: Practical Research, Design, Treatment, and Control Guidelines. In: Legionella Current Status and Emerging Perspectives. J.M. Barbaree, R.F. Breiman, A.P. Dufour, eds. Washington DC: American Society for Microbiology, pp. 217-222.
- ⁴²McCoy, W.F. 1998. Imitating Natural Microbial Fouling Control. *Materials Performance* 37(4): 45-48.
- ⁴³Letter From ASHRAE TC 3.6 to the Centers for Disease Control and Prevention.
- ⁴⁴Cooling Tower Institute. 1980. Suggested Protocol for Emergency Cleaning of Cooling Tower and Related Equipment Suspected of Infection by Legionnaires' Disease Bacteria (pneumophila). Houston, Tex.
- ⁴⁵Herwaldt, L.A., G.W. Gorman, T. McGrath, et al. 1984. A new Legionella species, Legionella feeleeii species nova, Causes Pontiac fever in an Automobile Plant. *Annals of Internal Medicine* 100: 333-338.
- ⁴⁶Fiore, A.E., J.C. Butler, T.G. Emori, and R.P. Gaynes. A Survey of Methods to Detect and Control Nosocomial Legionnaires' Disease (LD) among Hospitals in the National Nosocomial Infectious Surveillance (NNIS) System. 35th Annual Meeting of the Infectious Disease Society of America, San Francisco, CA, Abstract 332, 1197.
- ⁴⁷Butler, J., B.S. Fields, and R.F. Breiman. 1997. Prevention and Control of Legionellosis. *Infectious Disease and Clinical Practice* 6: 458-64.
- ⁴⁸Yu, V.L. 1997. Prevention and Control of Legionella: an Idea Whose Time Has Come. *Infectious Disease and Clinical Practice*. 6: 420-421.
- ⁴⁹American Society for Testing and Materials. D5952-96 Standard Guide for Inspecting Water Systems for Legionellae, and Investigating Possible Outbreaks for Legionellosis (Legionnaires' Disease or Pontiac Fever). (This informative annex is not a part of this guideline and is for information purposes only.)

ANEXO A

BIBLIOGRAFÍA

- Stout, J.E., V.L. Yu. Legionellosis. *New England Journal of Medicine* 337 (1997): 682-687.
- Edelstein, P.H. Legionnaires' Disease. *Clinical Infectious Diseases* 16 (1993): 741-749.
- Butler, J.C., and R.F. Breiman. 1998. Legionellosis. In: A.S. Evans and P. S. Brachman, eds. *Bacterial Infections of Humans: Epidemiology and Control*, 3d ed. New York: Plenum Medical Book Company, pp. 355-375.
- Garrett, L. 1994. The American Bicentennial: Swine Flu and Legionnaires' Disease. In: *The Coming Plague: Newly Emerging Diseases in a World Out of Balance*. New York: Farrar, Straus and Giroux, pp. 153-19 1.
- ASHRAE Legionellosis Position Paper, 1998.
- Cooling Tower Institute Legionellosis Position Statement, 1996.
- Fliermans, C.B. Ecology of Legionella: from Data to Knowledge with a Little Wisdom. *Microbial Ecology* 32 (1996):203-228.
- OSHA Technical Manual. Section 11,1 Chapter 7, Legionnaires' Disease. http://www.osha-slc.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_7.html.

EXPOSICIÓN DEFINITORIA DE LA PREOCUPACION DE ASHRAE POR LAS CONSECUENCIAS PARA EL MEDIO AMBIENTE DE SUS ACTIVIDADES

ASHRAE tiene conciencia del impacto de las actividades de sus miembros tanto en el medio ambiente interior como en el exterior. Los miembros de ASHRAE se esforzarán para minimizar cualquier efecto que deteriore el medio ambiente interior y exterior de las instalaciones y componentes bajo su responsabilidad buscando el máximo rendimiento que estas instalaciones puedan proporcionar, haciendo uso de los standards aceptados y el estado del arte.

El objetivo a corto plazo de ASHRAE es asegurar que las instalaciones y componentes dentro de su alcance no afecten al medio ambiente interior y exterior en un mayor grado que el especificado por los standards y las guías según lo establecido por sí mismo y otros organismos responsables.

Como objetivo en curso, la voluntad de ASHRAE, a través de su comité de standards y la estructura del comité técnico asociado, continúa elaborando standards actualizados y guías cuando sea necesario y adopta, recomienda, y promueve aquellos standards nuevos y revisados desarrollados por otras organizaciones responsables.

A través de su Manual, los capítulos apropiados contendrán standards y consideraciones sobre el diseño actuales según sean sistemáticamente actualizadas las materias del mismo.

ASHRAE liderará con relación a la divulgación de la información medio ambiental de interés primario y buscará la divulgación de información de otras organizaciones responsables que sea pertinente, como referencia para la puesta al día de standards y guías.

Los efectos del diseño y selección del equipamiento e instalaciones serán considerados dentro del alcance de las instalaciones que se vayan a utilizar y se prevean. La disposición de materiales peligrosos, si los hay, también será considerada igualmente.

La principal preocupación de ASHRAE para el medio ambiente será cuando el equipo esté dentro del alcance de las funciones de ASHRAE. Sin embargo, la selección de la fuente de energía y el posible impacto ambiental debido a dicha fuente y a su transporte serán considerados cuando sea posible. Las recomendaciones referentes a la selección de la fuente de energía deberían ser realizadas por sus miembros.

