

EVALUACIÓN DE RIESGO POR LEGIONELOSIS DE LOS AEROREFRIGERADORES CON PREENFRIAMIENTO ADIABÁTICO

¹M. Lucas, ¹P.J. Martínez y ²A. Viedma.

¹ Dep. Ingeniería de Sistemas Industriales. Univ. Miguel Hernández. Edificio Quorum V, Av. Del Ferrocarril, s/n., 03202, Elche (Alicante), España. Tel.: 966 658 561, Fax: 966 658 979. e-mail: mlucas@umh.es.

² Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos. Univ. Politécnica de Cartagena. Campus Muralla del Mar. C/ Dr Fleming, s/n - 30202 Cartagena (Murcia) España. Tel.: 968 325 984, Fax: 968 325 999.

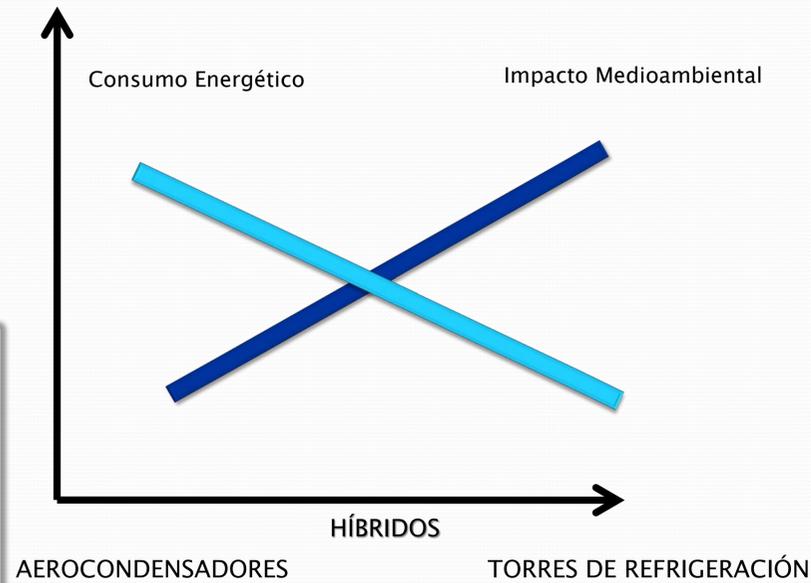


Introducción

Numerosas investigaciones epidemiológicas han demostrado que las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos son fuentes de infección por Legionella. La alternativa comercial convencional para la sustitución de las torres de refrigeración son los condensadores por aire. Si desde un enfoque sanitario los condensadores por aire cobran una clara ventaja por no ser instalaciones de riesgo, desde un punto de vista energético su consumo es mayor. Además de las soluciones clásicas de condensación como son las torres de refrigeración, los condensadores evaporativos y los aerocondensadores, comercialmente están apareciendo dispositivos híbridos que buscan un compromiso entre su impacto ambiental y el consumo energético.

Objetivos

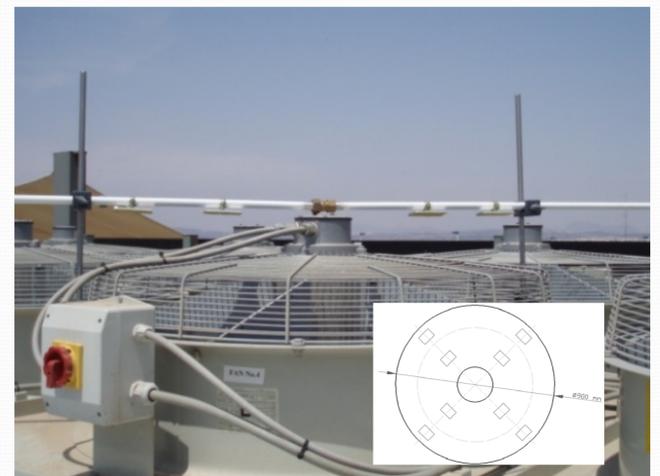
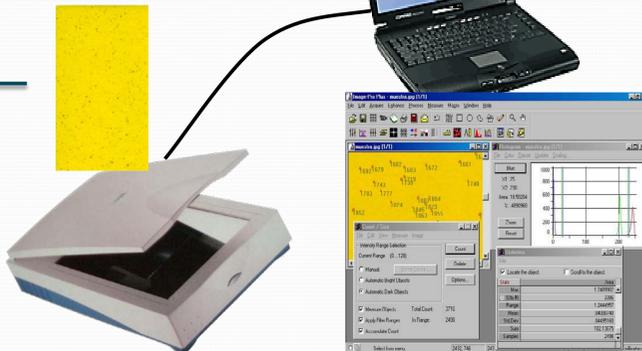
En este trabajo se muestra una aplicación práctica de la medida de la medida de arrastre mediante la técnica del papel hidrosensible sobre un sistema de disipación de calor híbrido denominado aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático. Posteriormente se incluyen los resultados obtenidos como una parte de la Evaluación de Riesgos por Legionelosis de este tipo de equipos.



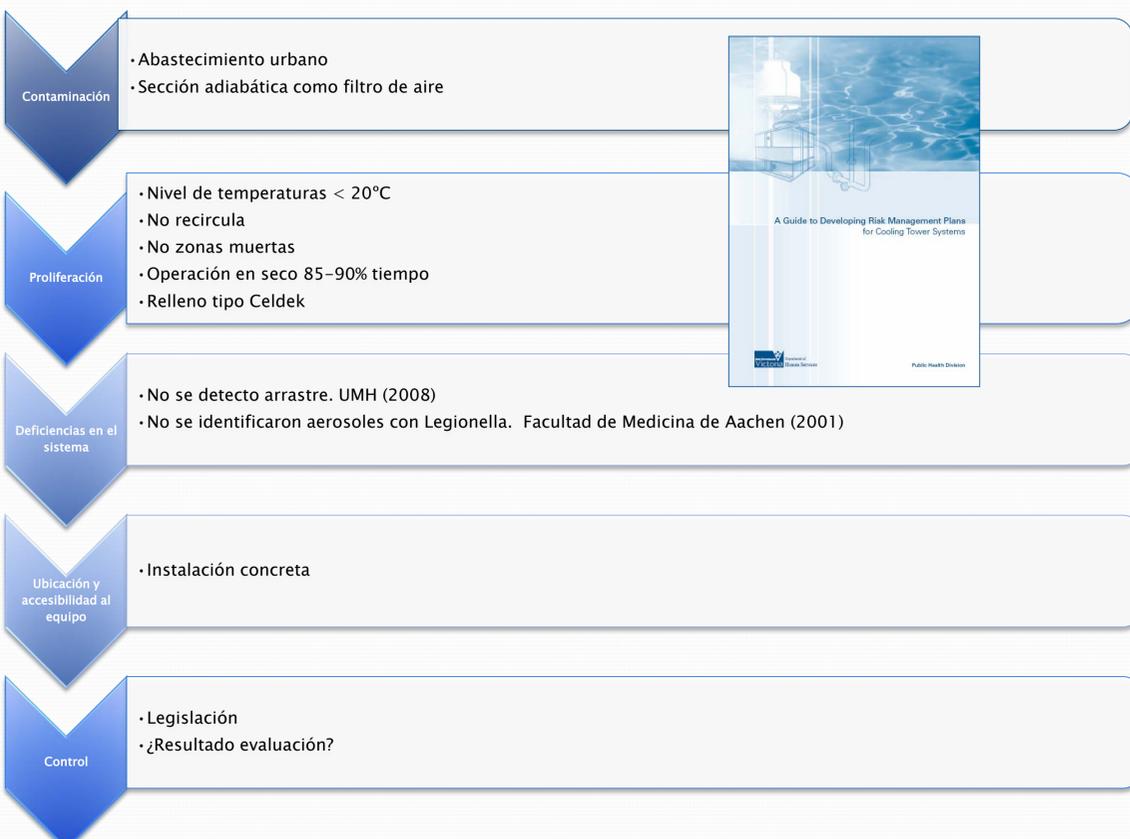
El aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático opera como los aeroenfriadores secos mejorando sus prestaciones con un preenfriamiento adiabático del aire de entrada. La temperatura seca del aire de entrada se consigue disminuir a medida que pasa a través de un relleno evaporativo especialmente diseñado para humectar y enfriar la corriente de aire de entrada al equipo sin formación de aerosoles ni agua arrastrada sobre el serpentín seco.

Material y Métodos

Aplicación de la técnica del papel hidrosensible para la medida de arrastre referida por el American Cooling Technology Institute en su norma Isokinetic Drift Test Code ATC-140 y cuya metodología se puede consultar en Wilber and Vercauteren [1986].



Detalle de la medida del arrastre con papel hidrosensible en la sección de salida del Aero-refrigerador



Resultados



Torre de refrigeración
(tiempo de exposición = 30 s)
Arrastre = 0.0023%



Aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático
(tiempo de exposición = 900 s)

Ninguno de los 96 papeles expuestos ha registrado ninguna mancha en su superficie. Se puede concluir que no se ha detectado arrastre en el Aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático

Conclusiones

La evaluación de riesgos por Legionelosis del aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático ha mostrado que es un equipo de bajo riesgo, dado que existen medidas de prevención redundantes. El equipo se ha diseñado para asegurar unos altos niveles en la calidad del agua, equivalentes a los del abastecimiento urbano. El riesgo por crecimiento de la bacteria se minimiza dado que los rangos habituales de funcionamiento del equipo se sitúa fuera de la zona en la que la bacteria es activa, junto a esto, se mantiene un nivel de cloro residual que actúa como biocida, no existen zonas de estancamiento del agua y el material que se utiliza como relleno en la sección evaporativa impide el desarrollo biológico. El tercer nivel de seguridad se consigue al no registrar aerosol arrastrado desde el equipo.

EVALUACIÓN DE RIESGO POR LEGIONELOSIS DE LOS AEROREFRIGERADORES CON PREENFRIAMIENTO ADIABÁTICO



¹M. Lucas, ¹P.J. Martínez y ²A. Viedma.

¹ Dep. Ingeniería de Sistemas Industriales. Univ. Miguel Hernández. Edificio Quorum V, Av. Del Ferrocarril, s/n., 03202, Elche (Alicante), España. Tel.: 966 658 561, Fax: 966 658 979. e-mail: mlucas@umh.es.

² Departamento de Ingeniería Térmica y de Fluidos. Univ. Politécnica de Cartagena. Campus Muralla del Mar. C/ Dr Fleming, s/n - 30202 Cartagena (Murcia) España. Tel.: 968 325 984, Fax: 968 325 999.

Introducción

Numerosas investigaciones epidemiológicas han demostrado que las torres de refrigeración y los condensadores evaporativos son fuentes de infección por Legionella. La alternativa comercial convencional para la sustitución de las torres de refrigeración son los condensadores por aire. Si desde un enfoque sanitario los condensadores por aire cobran una clara ventaja por no ser instalaciones de riesgo, desde un punto de vista energético su consumo es mayor. Además de las soluciones clásicas de condensación como son las torres de refrigeración, los condensadores evaporativos y los aerocondensadores, comercialmente están apareciendo dispositivos híbridos que buscan un compromiso entre su impacto ambiental y el consumo energético.

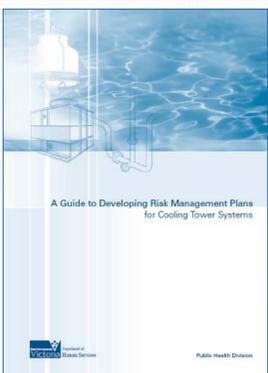
Objetivos

En este trabajo se muestra una aplicación práctica de la medida de la medida de arrastre mediante la técnica del papel hidrosensible sobre un sistema de disipación de calor híbrido denominado aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático. Posteriormente se incluyen los resultados obtenidos como una parte de la Evaluación de Riesgos por Legionelosis de este tipo de equipos.

El aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático opera como los aroenfriadores secos mejorando sus prestaciones con un preenfriamiento adiabático del aire de entrada. La temperatura seca del aire de entrada se consigue disminuir a medida que pasa a través de un relleno evaporativo especialmente diseñado para humectar y enfriar la corriente de aire de entrada al equipo sin formación de aerosoles ni agua arrastrada sobre el serpentín seco.

Material y Métodos

Aplicación de la técnica del papel hidrosensible para la medida de arrastre referida por el American Cooling Technology Institute en su norma Isokinetic Drift Test Code ATC-140 y cuya metodología se puede consultar en Wilber and Vercauteren [1986].



Detalle de la medida del arrastre con papel hidrosensible en la sección de salida del Aero-refrigerador

Resultados



Torre de refrigeración (tiempo de exposición = 30 s)
Arrastre = 0.0023%



Aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático (tiempo de exposición = 900 s)

Ninguno de los 96 papeles expuestos ha registrado ninguna mancha en su superficie. Se puede concluir que no se ha detectado arrastre en el Aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático

Conclusiones

La evaluación de riesgos por Legionelosis del aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático ha mostrado que es un equipo de bajo riesgo, dado que existen medidas de prevención redundantes. El equipo se ha diseñado para asegurar unos altos niveles en la calidad del agua, equivalentes a los del abastecimiento urbano. El riesgo por crecimiento de la bacteria se minimiza dado que los rangos habituales de funcionamiento del equipo se sitúa fuera de la zona en la que la bacteria es activa, no existen zonas de estancamiento del agua y el material que se utiliza como relleno en la sección evaporativa impide el desarrollo biológico. El tercer nivel de seguridad se consigue al no registrar aerosol arrastrado desde el equipo.

Evaluación de riesgos de Legionelosis. Cooper et al. [2004] definen “Riesgo” en el contexto de la evaluación de riesgos por Legionelosis como la probabilidad de que ocurra la enfermedad como consecuencia de la exposición a agentes patógenos. La Guía para el desarrollo de planes de gestión de riesgos para Torres de Refrigeración, publicada por el gobierno de Victoria, Australia, lista hasta veinte factores asociados con las torres de refrigeración. Estos factores se agrupan en los siguientes cinco riesgos críticos asociados con brotes de Legionelosis provocados desde instalaciones térmicas.

Contaminación. La bacteria Legionella que se encuentra en aguas naturales generalmente se encuentra en muy bajas concentraciones. Sin embargo, bajo determinadas circunstancias en el interior de equipos construidos por el hombre la concentración de la bacteria puede crecer sustancialmente.

- El aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático está diseñado como un sistema de agua directo, esto es, sin recirculación de agua. El agua distribuida por la sección de preenfriamiento adiabático directamente proviene del abastecimiento urbano.
- Por lo que este factor se considera de RIESGO BAJO

Proliferación. Las condiciones que favorecen el crecimiento y proliferación de Legionella en el interior de las instalaciones incluyen el estancamiento de agua, la formación de incrustaciones, biofilm y la presencia de amebas. Además, el crecimiento de Legionella está condicionado por la temperatura del agua, Sanden, G. et al [1989]. Se dice que la bacteria está activa en el rango de 20°C a 45°C, con un crecimiento óptimo entre 37°C y 41°C. La bacteria se encuentra en estado latente por debajo de 20°C y empieza a morir por encima de 50°C. La capacidad de supervivencia, en términos de duración de la batería, a partir de ese nivel de temperatura es inversa al nivel térmico. En caso de cambio de fase del agua debido a la ebullición, por ejemplo, la bacteria muere instantáneamente.

- **Nivel de temperatura:** Los enfriadores evaporativos suelen operar con temperaturas entre la temperatura del agua de aporte y ligeramente por encima de la de bulbo húmedo del ambiente, que es función de la ubicación geográfica, pero que habitualmente está por debajo de 20°C donde la bacteria no está activa.
- **Nutrientes:** El aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático está diseñado para operar como un sistema un único paso. De este modo al utilizar agua de abastecimiento urbano sin recirculación, dispone de cloro residual por lo que no se requiere un tratamiento del agua adicional.
- **Condiciones de estancamiento del agua:** Debido al diseño hidráulico del sistema de distribución de agua del aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático sin zona muertas se evita el estancamiento del agua.
- **Modo de operación:** El aero-refrigerador con preenfriamiento adiabático está diseñado para trabajar como un aerorefrigerador seco en los periodos del año en el que la temperatura ambiente lo permita.
- **Materiales:** La sección adiabática se construye con una resina fenólica impregnada en un material celulósico. Este material denominado 'Celdek' ha sido diseñado para evitar el desarrollo del crecimiento de microorganismo.
- Como consecuencia de las consideraciones anteriores, la proliferación de la bacteria se considera improbable y el riesgo se considera BAJO

Deficiencias en el sistema. El diseño de la instalación, el mantenimiento y las condiciones de operación pueden tener un impacto significativo en el riesgo potencial para la transmisión de Legionella. En particular, para evaluar el riesgo de exposición al aerosol emitido desde una instalación, será necesario poner la atención en la producción, emisión y diseminación de las gotas de agua.

- El *Central Department for Hospital Hygiene de la Facultad de Medicina de la RWTH de Aachen* realizó ensayos para intentar transmitir Legionella a través de las sección adiabática empleando agua infectada. El estudio concluyó enfáticamente que 'no aerosols containing Legionella were identified nor were Legionella pneumophila passed any other way into the air, even at very high concentration of Legionella in the water and at very high air velocities'. Además, el estudio mostró que la sección adiabática actúa como filtro reduciendo las partículas presentes en el aire de entrada en un 75%. Lemmen, S.W. [2001] y [2002]
- Respecto a la producción de aerosoles, el *Área de Máquinas y Motores de la Universidad Miguel Hernández de Elche* llevó a cabo ensayos de arrastre en un aerorefrigerador con preenfriamiento adiabático en condiciones reales de operación. El método seleccionado para la medida fue el del Papel Hidrosensible, referido en la normativa ATC-140 del American Cooling Technology Institute, y descrita por Wilber Vercauteren [1986]. Ninguno de los papeles expuestos registro manchas en su superficie. Se concluyó que no se detectó arrastre en la sección de salida del aerorefrigerador con preenfriamiento adiabático, Lucas, M. [2008].
- Como consecuencia de la no producción de aerosoles el riesgo se considera BAJO.

Ubicación y accesibilidad al equipo. Una localización inadecuada de un equipo puede provocar una contaminación medioambiental de la instalación. Esto puede incrementar el nivel de nutrientes y favorecer el aumento de la bacteria. Por otra parte, la ubicación del equipo en una zona en la tenga acceso un gran número de personas puede tener una particular importancia si llega a estar contaminado, dado que el número de personas que potencialmente pueden contaminarse podrá ser elevado.

- Este factor únicamente es evaluable para una instalación particular en una ubicación concreta.

Control. Después de la evaluación de riesgos, será necesario desarrollar un Plan de Gestión de Riesgos. Esto es, crear un procedimiento de control de la transmisión de Legionella.

- Este factor se debe considerar en caso de que los riesgos previos indiquen que el sistema es capaz de transmitir la bacteria.



Instrumentación Empleada