

***MANTENIMIENTO HIGIÉNICO-SANITARIO  
DE INSTALACIONES DE RIESGO  
FRENTE A LA LEGIONELOSIS***



## TEMA 1

### IMPORTANCIA SANITARIA DE LA LEGIONELLA

1. Biología y ecología del agente causal.
2. Descripción de la enfermedad. Población de riesgo.
3. Cadena epidemiológica de la enfermedad. Factores de riesgo.
4. Sistemas de vigilancia epidemiológica. Definición de caso y brote. Nosocomial y comunitario.
5. Acceso de la *Legionella* a las instalaciones. Medidas generales de prevención.
6. Instalaciones de riesgo.

## 1.- IMPORTANCIA SANITARIA DE LA *LEGIONELLA*

### 1.1 Biología, ecología y taxonomía del agente causal

#### 1.1.1 Biología

La Legionella es una bacteria Gram negativa, con forma bacilar de 0.2-0.9 µm de ancho y de 2-20 µm de largo, aunque ocasionalmente se pueden presentar en forma de cocobacilos, aerobia, aunque tolera pequeñas concentraciones de CO<sub>2</sub>, flagelada cuyos flagelos facilitan su motilidad, que se agrupa en cadenas, heterótrofa es decir, necesita de una fuente orgánica de carbono que obtiene de los nutrientes orgánicos presentes en el medio como lodos, suciedad, etc.

No produce esporas, forma habitual de resistencia de las bacterias cuando las condiciones no le son favorables, sin embargo su carácter protozoónico, capacidad de vivir intracelularmente tanto en macrófagos humanos como en protozoos, parece su mecanismo de supervivencia ante condiciones desfavorables, de manera, que la bacteria es fagocitada por una ameba, y aquí no solo es resistente a los tratamientos biocidas, sino que además, es capaz de multiplicarse hasta el momento en que ésta se rompe, para entonces liberarse cientos o incluso miles de bacterias.

Desde el punto de vista bioquímico la Legionella es Oxidasa y Catalasa positiva y nitratos y ureasa negativa.

Para su cultivo en laboratorio son necesarios medios de cultivo selectivos con carbón activado y extracto de levaduras enriquecidos con hierro y L-Cisteína (Agar Base CYE, Agar BCYE Agar MWY, GVPC ..), ya que no crece en medios rutinarios ni en Agar sangre, este solo se utiliza para subcultivar las colonias sospechosas, ya que en este medio no deben de crecer, por lo que sirve de método de descarte.

En la naturaleza los nutrientes necesarios para sobrevivir son: la materia orgánica, como hemos mencionado antes, y trazas de metales pesados como Fe, Cu, Mg, Mn, que obtiene como subproductos de la corrosión, si la instalación es metálica y está en malas condiciones.

Su pH óptimo de crecimiento se sitúa entre 6.6 y 7.2, pero fuera de este rango, la bacteria es capaz de sobrevivir intracelularmente como ya hemos visto, en las amebas cuyo rango de pH es mucho más amplio, entre 2.1 y 9.5, lo que justifica su resistencia a pH supuestamente desfavorable.

La temperatura es un parámetro de máximo interés, ya que una temperatura adecuada va a ser una necesidad primordial para la proliferación de esta bacteria, así mismo, es necesario conocer la temperatura en la que se produce la muerte, cuando se quieren realizar tratamientos térmicos para combatir este microorganismo.

Letargo	< 20°C
Multipliación	20-45°C
Optima	35-37°C
Muerte	70°C

**Rango de temperaturas**

Pertenece a la familia Legionellaceae, esta comprende un único género Legionella con 41 especies conocidas hasta el momento, aunque este número está en continua expansión.

### 1.1.2 Ecología: hábitat natural y artificial

#### 1.1.2.1 Hábitat natural

La Legionella es una bacteria ubicua, ampliamente distribuida en la naturaleza, siendo su nicho ecológico tanto las aguas superficiales de lagos, ríos, estanques, como aguas subterráneas de pozos, manantiales aljibes etc. Estudios realizados en cursos de aguas de todo el mundo indican que esta bacteria está presente formando parte de su flora bacteriana habitual, pero en pequeñas proporciones, alrededor de 1% de la población bacteriana, concentración insuficiente para entrañar riesgo para la salud pública. Recientes estudios amplían este hábitat natural a superficies terrestres, constituyendo éste también un reservorio para la bacteria y a consecuencia de excavaciones se ha dispersado la bacteria en el ambiente, causando algún caso o brote.

#### 1.1.2.2 Hábitat artificial

La Legionella es un microorganismo que además de encontrarse en medios acuáticos naturales ha encontrado un hábitat muy apropiado en los sistemas modernos que ha creado el hombre, como la climatización, ciertos procesos industriales..., que actúan como amplificadores y propagadores de la bacteria, ya que le proporciona las condiciones requeridas por ella:

- Medio acuático
- Temperatura adecuada:
  - en torres de refrigeración es frecuente encontrar temperaturas de 28 a 38°C
  - el agua caliente sanitaria es usual encontrarla alrededor de 40°C
- Nutrientes:
  - orgánicos (suciedad)
  - inorgánicos: restos de metales producto de la corrosión tales como Fe, Cu...

En instalaciones mal diseñadas que favorecen el estancamiento de agua, sin tratamiento o con mantenimiento inadecuado, con acumulación de productos nutrientes como lodos, materia orgánica y microorganismos, se forma una biocapa o también llamada biofilm, en donde la *Legionella* puede vivir y protegerse de situaciones adversas propagándose rápidamente, cuando las condiciones le vuelven a ser favorables, por lo que puede estar presente en:

- Torres de refrigeración
- Condensadores evaporativos
- Agua caliente sanitaria
- Humidificadores
- Baños termales
- Piscinas climatizadas
- Fuentes ornamentales
- Sistemas de riego por aspersión
- Sistemas de distribución de aguas
- Equipos de terapia respiratoria etc.

### 1.1.3 Táxonoma

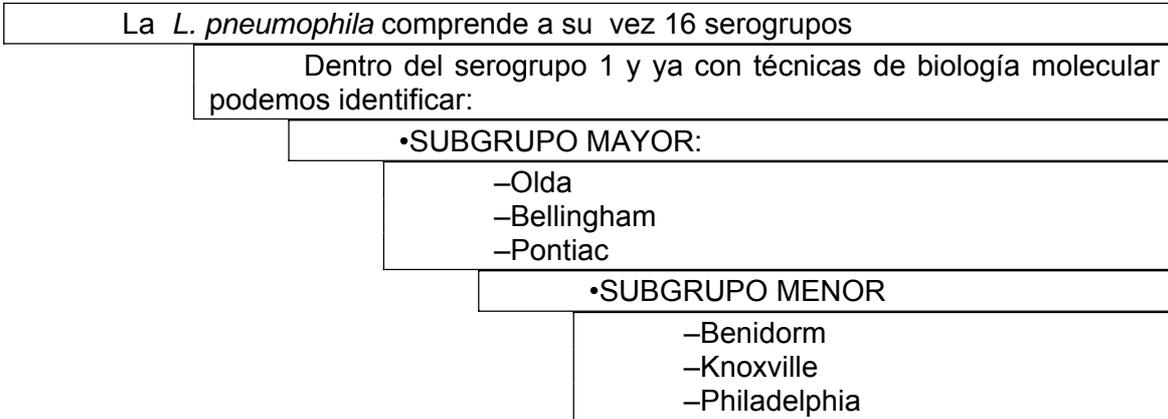
La importancia de la tipificación de la bacteria viene dada por la posibilidad que nos da de relacionar un brote de legionella con una instalación, al poder comparar las cepas clínicas (enfermos) con las cepas ambientales (instalación), siendo necesario para ello la realización de técnicas de biología molecular y así, conociendo la identidad de ambas, se podrá confirmar si una instalación ha sido o no la causante de un brote o caso.

El género *Legionella* pertenece a la familia *Legionellaceae* y está formada por 50 especies que comprenden 70 serogrupos diferentes.

Tan solo de la *L. pneumophila* se han descrito 16 serogrupos, aunque más de la mitad de las especies descritas, han estado implicadas en patologías humanas, la causa más común de legionelosis es *L. pneumophila* serogrupo 1, responsable del 90 % de los casos, siendo este también, el serogrupo más frecuente en el medio ambiente. Las otras especies pocas veces causan enfermedad, y cuando lo hacen suelen ser en personas inmunocomprometidas.

Para su aislamiento y tipificación es necesaria la siembra de la muestra en medios selectivos y la posterior tipificación por técnicas moleculares específicas, como: aplicación de anticuerpos monoclonales o electroforesis en campos pulsantes

- Familia: *Legionellaceae*
- Genero: *Legionella*
- 50 Especies, entre otras:
  - feelei*
  - anisa*
  - micdadei*
  - pneumophila*.....



La *L. micdadei* produce también neumonías severas, aunque en pacientes inmunocomprometidos, por lo que suele ser la causante solo en neumonías adquiridas en hospitales, aunque normalmente con una mortalidad superior a la *L. pneumophila*, probablemente debido a la patología de base de estos pacientes.

*L. longbeachae* se ha asociado con la exposición a compost o abono vegetal en Australia, Estados Unidos y Japón.

En la búsqueda de la fuente de infección, es importante contar con cepas procedentes de los pacientes. La comparación de las cepas clínicas con las ambientales mediante la aplicación de métodos de tipificación, permitirá establecer la posible identidad entre ambas, demostrando así la relación de una instalación concreta con la aparición de casos.

## 1.2 Descripción de la enfermedad. Población de riesgo.

### 1.2.1 Enfermedad

La legionelosis es una enfermedad bacteriana de origen ambiental, considerada paradigma de las enfermedades emergentes relacionadas con el progreso, ya que, a pesar de que la bacteria causante ha estado siempre muy extendida en la naturaleza, no ha sido un problema de salud pública hasta que el hombre, a partir de ciertos progresos como la climatización, modernos procesos industriales, sistemas complejos de agua caliente sanitaria, etc., ha facilitado que esta bacteria prolifere hasta un número suficiente capaz de producir la

enfermedad, además de proporcionar todos los eslabones de la cadena epidemiológica necesarios para desarrollarla.

Todo esto unido, a que los factores ambientales se ven favorecidos por las características de nuestras ciudades, con alta concentración demográfica, hace que esta enfermedad, que generalmente presentaba una tasa de incidencia baja, en los últimos años hayan aparecido brotes de gran magnitud, a veces difíciles de controlar, que han provocado cierta alarma en la población y gran preocupación en la Autoridades Sanitarias responsables de su prevención y control, para lo que se hace necesario un mayor conocimiento del ciclo biológico de la bacteria y los factores de riesgo.

La legionella, bacteria causante de esta enfermedad, fue descubierta a raíz de la investigación llevada a cabo durante un brote de casos de neumonía fulminante, de origen desconocido, ocurrido en Filadelfia en el estado de Pensilvania durante el verano de 1976, que afectó a 221 personas, de las que 34 fallecieron, entre los asistentes a la LVIII Convención Americana de Legionarios

Tras su estudio epidemiológico, se observó, que la epidemia podía haberse propagado por el aire, pero fue ya en 1977 cuando Mc Dade y Fraser de la US Public Health Service's Center for Disease Control de Atlanta, consiguieron aislar, en muestras clínicas de los afectados, una bacteria hasta ese momento desconocida, a la que se nombró legionella, en honor al evento gracias al cual había sido conocida. Mas tarde, en 1978 George Morris también aisló la bacteria, pero esta vez en muestras de agua del aire acondicionado, recogidas durante la investigación del brote, en el hotel Bellevue-Stratford, pudiendo así relacionar la enfermedad con esta bacteria ambiental.

En estudios retrospectivos de muestras clínicas conservadas, de personas que habían sufrido neumonía en un hospital de S. Francisco y Minesota en 1957 y en un hospital psiquiátrico en Washington, con 81 casos de neumonía y 15 muertes, se comprobó la presencia de esta bacteria, por esto esta enfermedad se considera relativamente reciente, ya que los primeros casos datan de la segunda mitad del siglo XX.

En España los primeros casos conocidos son de julio de 1973, relacionados con un hotel en Benidorm, cuando un grupo de turistas escoceses que habían permanecido durante 10 días en ese hotel, desarrollaron la enfermedad. En dicho hotel continuaron apareciendo casos hasta el año 1979, al no conocer el origen de la enfermedad.

Desde entonces la legionelosis está siendo reconocida como causa significativa de morbilidad y mortalidad y considerada como un problema

emergente de salud pública en todo el mundo.

Legionelosis es un término genérico que se utiliza para referirse a cualquier proceso patológico causado por bacterias del género *Legionella*, por lo que se define como enfermedad bacteriana de origen ambiental, que presenta fundamentalmente dos formas clínicas perfectamente diferenciadas: la “Enfermedad del legionario” que se es una infección pulmonar y la “Fiebre de Pontiac” de forma no neumónica que se manifiesta como un síndrome febril agudo de pronóstico leve, llamada sí por ser en el Departamento de Salud de Pontiac en Michigan, en el año 1968, donde se originó el primer brote epidémico de esta enfermedad.

Las diferencias más destacables son:

FIEBRE DE PONTIAC	ENFERMEDAD DEL LEGIONARIO
Menos grave	Más grave
Sin afectación pulmonar Parecido a la gripe Fiebre alta y escalofríos Anorexia Astenia Cefalea Artromialgia Disnea y tos seca Diarrea Náuseas y vómitos	Infección pulmonar Confusión Fiebre alta y escalofríos Dolor torácico Astenia Cefalea Mialgia Disnea y tos Diarrea Náuseas y vómitos
Incubación: 5 horas-3 días, habitualmente 24-48 horas	Incubación: 2-10 días, rara vez más de 20 días
No hospitalización	Hospitalización
No antibióticos, tratamiento sintomático	Tratamiento: antibióticos
Tasa de ataque: mayor del 95% de los individuos expuestos	Tasa de ataque: 0,1-5% de los individuos expuestos de la población general y 0,4-14% en hospitales

La enfermedad del legionario es una enfermedad de distribución mundial, causada por la inhalación de aerosoles contaminados con la bacteria de la especie *L. Pneumophila* produciendo, como ya hemos visto, infección pulmonar, cuya importancia en salud pública viene dada por su alta letalidad sobre todo en personas de edad avanzada, normalmente por falta de un diagnóstico rápido o por complicaciones de alguna patología de base asociada.

**Fases:**

- 1ª fase, se produce la colonización nasofaríngea
- 2ª fase, con afectación de los alvéolos pulmonares
- 3ª fase, por vía linfática se extiende por todo el organismo

En la primera fase la bacteria coloniza la nasofaringe y desde aquí pasa a los tramos más bajos del aparato respiratorio. Una vez en los alvéolos pulmonares,

es fagocitada por los macrófagos alveolares, donde se multiplica produciendo alveolitis, y desde allí, se distribuye por el organismo por vía linfática, pudiendo afectar a otros órganos vitales como riñón, hígado etc. y aparecer complicaciones importantes.

La infección comienza normalmente en un pulmón antes que otro, la patogenia viene dada principalmente por la inmunidad del paciente y cuando esta, se encuentra alterada por otras enfermedades o por tratamientos inmunodepresores, el riesgo de contraerla es mayor. Algunos estudios de brotes de legionelosis revelan que aproximadamente el 60 por ciento de los afectados tenían una salud precaria.

#### 1.2.2 .Sintomatología, periodos de la enfermedad:

Periodo de incubación es el tiempo que transcurre entre que se inhala la bacteria hasta que se declara la enfermedad, aproximadamente entre 2-10 días, en este periodo no se presentan síntomas.

Periodo prodrómico en el que aparecen los primeros síntomas, pero estos son inespecíficos como: mal estar general, vómitos, diarrea., que aunque no son síntomas claros para el diagnóstico, si debería hacer pensar al médico en una posible legionelosis y realizar las pruebas diagnósticas necesarias.

Periodo clínico propiamente dicho, hacia el cuarto día aparecen ya los síntomas específicos como fiebre alta, disnea, tos, que en un principio suele ser seca para más tarde hacerse productiva, afectación del sistema nervioso central produciéndole confusión, desorientación e incluso delirio y es entonces cuando el enfermo, encontrándose tan mal, acude al hospital, a veces con tratamiento antibiótico inadecuado, lo que imposibilita más tarde el cultivo microbiano de esputo o secreciones pulmonares, necesario para la identificación de la bacteria causante y poder relacionar este caso con la instalación responsable.

La curación depende en gran medida de la rapidez en el diagnóstico y la aplicación del tratamiento adecuado, no quedando normalmente secuelas con repercusión clínica ni radiológica tras su recuperación, no obstante en ocasiones se produce el fallecimiento, normalmente por insuficiencia respiratoria o fallo multiorgánico.

## FRECUENCIA DE SÍNTOMAS

Síntoma	Frecuencia
Fiebre	99%
Tos	90%
Disnea	50%
Dolor torácico	35%
Dolor de cabeza	35%
Mialgia	35%
Diarrea	35%
Confusión	35%

## 1.2.3 Diagnóstico

Desde el punto de vista clínico, esta enfermedad no es distinguible de otras neumonías atípicas, por lo que hay que acudir para el diagnóstico, no solo a la sintomatología, sino a pruebas radiológicas buscando hallazgos compatibles con neumonía y sobretodo, a pruebas de laboratorio, ya que el análisis es lo que va a permitir el diagnóstico definitivo:

- Detección del antígeno específico de *L. Pneumophila* sg 1 en orina. Es el método diagnóstico más rápido, la técnica debe estar disponible en todos los hospitales, ya que permite saber en muy poco tiempo si el paciente padece la enfermedad. Es un método específico para el serogrupo 1. En este proceso infeccioso, los antígenos microbianos son excretados por la orina y mediante esta técnica se puede determinar su presencia. Su resultado no se ve afectado por el uso de antibióticos, por lo que este método constituye un excelente elemento rápido, sensible y específico.
- Cultivo del microorganismo. Consiste en aislar el microorganismo en cualquier muestra del tracto respiratorio (esputo, muestras conseguida por broncoscopia o tejido pulmonar del enfermo). Las muestras deben recogerse en condiciones estériles, envasándose en contenedores pequeños, secos, herméticamente cerrados para prevenir la desecación y deben enviarse al laboratorio lo antes posible, mantenidas a 4°C. Los resultados suelen aparecer entre el 4º y el 15º día. Es una prueba de diagnóstico definitivo cuando aparece la bacteria, pero con relativa frecuencia, en pacientes tratados anteriormente con antibióticos, da como resultado falsos negativos, pero no por ello hay que descartar la enfermedad y hay que seguir investigando, porque aunque no constituye una técnica para diagnóstico rápido, si es necesaria para poder relacionar el caso con una instalación, como ya hemos visto antes.

- Pruebas serológicas: Se trata de unas pruebas para detectar la presencia de anticuerpos específicos, que son las defensas que crea el organismo contra la bacteria, ya que ésta actúa como anfitrión, dando lugar a anticuerpos específicos y tiene la ventaja de no verse afectada por tratamientos antibióticos. Para las determinaciones serológicas deberán tomarse dos muestras de suero, una en la fase aguda de la enfermedad y otra a los 15 ó 21 días, manteniéndose siempre a 4°C hasta la llegada al laboratorio. En la primera muestra no suelen aparecer títulos altos de anticuerpos y hay que esperar entonces 15 ó 20 días, incluso hasta 9 semanas, para encontrar títulos elevados.

Se considera prueba positiva cuando:

- Los títulos de anticuerpos sean superiores a 1/256
  - Cuando se produzca un aumento igual o superior a cuatro veces en una segunda prueba realizada a las 4 o 6 semanas de la primera
  - Cuando se produzca una seroconversión, es decir la primera de negativa y la segunda positiva, por tanto es una técnica tardía que tampoco sirve para el diagnóstico rápido.
- Visualización de la bacteria en líquidos o tejidos patológicos mediante inmunofluorescencia directa
  - Utilización de sondas específicas de ADN y aplicación de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR).

#### 1.2.4 Tratamiento y Profilaxis

No existe vacuna alguna capaz de prevenir la enfermedad, aunque si se parece que el individuo que padece la enfermedad, desarrolla cierto grado de inmunidad durante dos años.

El tratamiento es con antibióticos, el antibiótico de elección ha sido durante años la eritromicina, aunque en la actualidad se utilizan otros de última generación como las quinolonas etc. Debe de durar al menos 14 días, y en personas inmunocomprometidas el tratamiento puede durar más tiempo.

La respuesta al tratamiento normalmente suele ser rápida y buena hacia el cuarto día, aunque a veces se hace necesario además:

- El ingreso en la unidad de cuidados intensivos
- Ventilación asistida
- Tratamiento con antitérmicos
- Drenaje de pecho

### 1.2.5 Población de riesgo

El riesgo de contraer la enfermedad depende en gran medida del estado de salud de la población expuesta, considerándose factores de riesgo:

- La edad, es más frecuente en personas de edad avanzada, la media suele estar alrededor de los 64 años, aunque a veces se puede dar en personas jóvenes, sin embargo no aparecen casos de niños en la literatura científica.
- Tabaquismo
- Alcoholismo
- El sexo, el 60-70% de los afectados suelen ser varones, este dato no parece deberse a diferencias físicas o fisiológicas entre el hombre y la mujer, sino más bien a hábitos, como podría ser el tabaquismo, alcoholismo, estancia en hoteles por razones de trabajo, pero claro está, ésta diferencia se da, a día de hoy, en las mujeres de edad avanzada, seguramente que al incorporarse la mujer al mundo laboral y tener los mismos hábitos de tabaco y alcohol las cifras seguramente se igualaran en los próximos años.
- Enfermedades pulmonares crónicas
- Diabetes
- Insuficiencia renal o cardiaca
- Hemopatías
- Neoplasias
- Personas inmunocomprometidas como:
  - Trasplantadas, ya que a estas, tras la operación de trasplante, se les somete a un tratamiento inmunosupresor, para evitar el rechazo del órgano trasplantado.
  - Con tratamiento de corticoides, que actúan también deprimiendo la inmunidad
  - SIDA, por ser esta enfermedad del sistema inmunitario, que provoca una disminución de los mecanismos de defensa contra cualquier agente infeccioso.
  - Personas que hayan sido sometidas a intervenciones quirúrgicas

### **1.3 Cadena epidemiológica de la enfermedad. Factores de riesgo**

#### 1.3.1 Cadena epidemiológica

La Legionella, como hemos visto, es una bacteria ambiental cuyo nicho ecológico natural son, tanto aguas superficiales, ríos lagos, estanques etc., como aguas subterráneas, pozos, manantiales, etc., formando parte de su flora bacteriana habitual, pero en pequeñas concentraciones, y desde aquí puede pasar a colonizar los sistemas de abastecimiento de las ciudades y a través de la red de distribución de agua, se incorpora a los sistemas de agua sanitaria tanto fría como caliente, u otros sistemas que requieren agua para su funcionamiento, como torres de refrigeración etc., y si aquí se dan las condiciones adecuadas, la bacteria se multiplicará hasta concentraciones infectantes para el ser humano, y si además, la instalación posee un mecanismo productor de aerosoles, la bacteria se dispersará en el aire y podrá penetrar por inhalación en el aparato respiratorio humano.

El riesgo de contraer la enfermedad va a depender de:

- El estado de salud de la población expuesta, como hemos visto antes,
- La exposición:
  - Cantidad de bacterias contenidas en el aerosol
  - Tipo de bacteria
  - Tiempo de exposición

La enfermedad se produce, como ya hemos citado antes, por la inhalación de partículas inferiores a 5  $\mu\text{m}$  e impactar en el saco alveolar con un numero suficiente de bacterias, por lo tanto se puede afirmar, que la transmisión es por vía aérea, no habiendo evidencia de otras vías como la sanguínea o digestiva, tampoco se conoce ningún caso en la literatura científica de transmisión de persona a persona.

No se conoce el numero de bacterias que ha de inhalar el individuo, para que se produzca la infección, puesto que algunas cepas son más virulentas que otras y la salud de la persona también es un factor importante a valorar.

La fuente de infección suele estar a menos de 300 metros de donde se encuentran la mayoría de los afectados, aunque a veces, se dan casos hasta 3 kilómetros de la fuente emisora, ya que la bacteria puede estar hasta 2 horas en el aire, dependiendo de condiciones meteorológicas como temperatura, velocidad del viento, presión atmosférica etc.

La cadena epidemiológica esta formada por cinco eslabones o requisitos necesarios para que se produzca la enfermedad:

- Que el microorganismo tenga una vía de entrada a la instalación.
- Que se den los factores necesarios para que se multiplique la bacteria, hasta conseguir el número necesario para que sea un riesgo para personas susceptibles. No existe acuerdo entre la comunidad científica sobre cuál sería la dosis infectante, que por su puesto variaría según el tipo de instalación y de la población expuesta.
- Que exista un mecanismo de diseminación de la bacteria, para que ésta se disperse en el aire en forma de aerosol. El agua contaminada solo representa un riesgo cuando se dispersa en la atmósfera en forma de aerosol. El riesgo aumenta cuando se reduce el tamaño de las gotas en suspensión, porque las gotas quedan en el aire más tiempo y recordemos solo las gotas inferiores a 5 µm penetran en los pulmones.
- Que las cepas diseminadas sean virulentas para el hombre, ya que no todas las especies lo son. Aunque hay autores que opinan que todas pueden llegar a serlo, en las condiciones adecuadas, con población de alto riesgo.
- Que existan individuos susceptibles expuestos.

#### 1.3.2 Factores de riesgo

Los factores de riesgo pueden ser de diferentes tipos:

- Factores ambientales: Tiempo de exposición a aerosoles generados por torres de refrigeración, duchas de agua caliente sanitaria.... , condiciones meteorológicas, etc.
- Factores del propio microorganismo: Concentración de la bacteria, patogenicidad y grado de virulencia de la bacteria etc.
- Factores personales: estado de salud de la población expuesta, edad , sexo, hábitos personales etc.

### 1.4 Sistemas de vigilancia epidemiológica. Definición de caso y brote. Nosocomial y comunitario

#### 1.4.1 La vigilancia epidemiológica

La vigilancia epidemiológica se define como la recolección sistemática, continua, oportuna, y confiable de información relevante y necesaria sobre condiciones de salud de la población. El análisis e interpretación de los datos debe proporcionar bases para la toma de decisiones y al mismo tiempo debe ser utilizada para su difusión.

En España la vigilancia epidemiológica de la legionelosis se basa en la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica y en otros sistemas y fuentes de información complementarios. Su objetivo es conocer la evolución de la incidencia y de los posibles cambios de patrón de presentación de la enfermedad en la comunidad, mediante la detección de casos esporádicos, brotes y casos

relacionados que permitan identificar las fuentes de infección y tomar las medidas de control adecuadas. Dicha red se creó en España a raíz de la aprobación del Real Decreto 2210/95.

#### 1.4.2 Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica

El Sistema básico de la esta red comprende:

##### 1.4.2.1 Enfermedades de declaración obligatoria (EDO).

La legionelosis se incluyó en 1996 entre las enfermedades de declaración obligatoria, a nivel nacional, a partir de la aprobación del Real decreto 2210/95 de 28 de diciembre (BOE 24 de enero 1996) por el que se crea la mencionada red. La declaración corresponde a los médicos en ejercicio, tanto del sector público como en el privado, ante la sospecha de un caso. La notificación es semanal y se acompaña de los datos relativos al caso recogidos de acuerdo con los Protocolos de las Enfermedades de Declaración Obligatoria.

##### 1.4.2.2 Notificación de situaciones endémicas y brotes

La notificación de brotes de legionelosis es obligatoria y urgente a través de la red. En un periodo de tres meses, desde la finalización y control del brote, los responsables del estudio de la Comunidad Autónoma afectada elaboraran un informe final que recoge la investigación llevada a cabo y que es remitido al Centro Nacional de Epidemiología.

##### 1.4.2.3 Sistemas de información microbiológica

Se basa en la notificación, por parte de los laboratorios de microbiología clínica de los hospitales, de los casos de legionelosis que se identifican al Sistema de Información Microbiológica. Esta declaración es de carácter obligatorio desde la aprobación del R.D. 2210/95.

#### 1.4.3 Red de Vigilancia Epidemiológica de la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia

En la Comunidad Autónoma de Murcia el Decreto 11/1997 de 20 de febrero, regula la Red de Vigilancia epidemiológica en esta comunidad y la legionelosis es considerada como enfermedad de declaración obligatoria urgente y desde aquí se declara semanalmente al Centro Nacional de Epidemiología acompañada de los datos epidemiológicos básicos. La declaración corresponde a los médicos, tanto del sector público como privado, ante la sospecha de un caso, e irá acompañada de datos clínicos y epidemiológicos básicos, y al ser calificada de declaración urgente se deberá realizar de forma inmediata al

diagnóstico de sospecha y por el medio más rápido posible, teléfono, fax, o personalmente.

#### 1.4.4 Grupo Europeo para el Estudio de Infecciones por Legionella-European Working Group for Legionella Infections (EWGLI)

Grupo de trabajo creado en 1986 constituido por un grupo de epidemiólogos y microbiólogos con el objeto de promover la colaboración en el trabajo sobre la legionelosis y sus agentes etiológicos.

España forma parte de este grupo, por lo que debe notificar los casos de enfermedad en españoles asociados con viajes al extranjero y, a su vez, nos informan de los casos de turistas que se suponen han contraído la enfermedad en nuestro país. Hemos de recordar que el periodo de incubación de esta enfermedad suele ser hasta de 10 días, por lo que los síntomas pueden aparecer una vez que el viajero ha vuelto a su país.

#### 1.4.5 Puesta en marcha del sistema tras la notificación

La notificación de un caso desencadena una serie de estudios, epidemiológicos, microbiológicos y ambientales, con el fin de identificar el foco, eliminarlo y así prevenir la aparición de nuevos casos. Estas acciones son competencia de la autoridad sanitaria. Estas actuaciones consisten en:

- Realización del diagnóstico clínico y microbiológico de los casos y la encuesta que constituye un elemento básico para la vigilancia epidemiológica. Contenido:
  - Datos personales: Edad, sexo, lugares de residencia y de trabajo.
  - Datos clínicos: Síntomas, incluyendo la fecha inicio de estos.
  - Datos microbiológicos: Antígeno Orina, cultivos...
  - Datos epidemiológicos: Antecedentes de riesgo (tabaco, EPOC); antecedentes de viajes u hospitalizaciones en los 10 días anteriores.
- Realización de un estudio descriptivo (afectados, lugar, tiempo) que permita orientar la investigación ambiental.
- Realización de un estudio ambiental que en resumen conste de:
  - Inspección de las instalaciones sospechosas para la detección de posibles defectos estructurales, mal funcionamiento o mantenimiento defectuosa de las mismas.
  - Toma de muestras de agua para la investigación de legionella.

- Una vez finalizado el estudio las instalaciones deberán someterse a lo que indique la autoridad sanitaria en cuanto a tratamiento, reformas o incluso cierre cuando representen peligro para la salud pública.

Circuito de vigilancia de la legionelosis (R.D 865/2003)



#### 1.4.6 Definición de caso y brote

Según la forma de presentación de los casos, nos encontraremos ante un caso aislado, casos relacionados o casos agrupados, también llamado brote.

- 1.-Casos agrupados / brotes: Dos o más casos ocurridos en un intervalo inferior a 6 meses, en personas que hayan frecuentado un mismo lugar en los 2-10 días anteriores a la aparición de los primeros síntomas.
- 2.-Casos relacionados: Dos o más casos ocurridos en un intervalo superior a 6 meses, en personas que hayan frecuentado un mismo lugar en los 2-10 días anteriores a la aparición de los primeros síntomas.
- 3.-Caso aislado: Cuando se identifica un caso sin relación epidemiológica con ningún otro caso.

#### 1.4.7 Legionelosis Nosocomial, Comunitaria. Índice de mortalidad y Tasa de ataque

Según el ámbito en donde se haya contraído la enfermedad se le llama de origen: Nosocomial o comunitario.

##### 1.4.7.1 Nosocomial,

Se dice de la infección contraída en el propio hospital donde el paciente estaba ingresado por otra causa, para ser así considerado el enfermo de debería haber pasado los 10 días anteriores al inicio de los síntomas en un establecimiento hospitalario.

1.4.7.2 Comunitario, para el resto de casos contraídos fuera del ámbito hospitalario.

El índice de mortalidad es el tanto por ciento de enfermos que fallece respecto al total de afectados.(nº de afectados /nº fallecimientos)

La tasa de ataque, es el tanto por ciento de personas que contraen la enfermedad con respecto al total de la población expuesta.( nº de expuestos/nº de afectados)

Ambos datos suelen ser más elevados en el caso de la nosocomial, debido a que allí se encuentran personas con mayor riesgo como inmunocomprometidas, trasplantadas, con enfermedades pulmonares crónicas, etc. Algunos autores fijan en el caso del índice de mortalidad para el ámbito comunitario, cifras entre el 5 y el 20% dependiendo de que se la haya suministrado el tratamiento adecuado o no, frente a un 20-40% en el ámbito hospitalario y la tasa de ataque para el ámbito comunitario de un 1% de la población expuesta frente a valores más altos, no unánimes entre la comunidad científica, en el hospitalario.

Es por todo esto, que los hospitales y residencias de ancianos son consideradas edificios de altísimo riesgo, debido a la población allí expuesta, por lo que las medidas preventivas deben ser aún más rigurosas.

### **1.5 Acceso de la legionella a las instalaciones. Medidas generales de prevención**

- Evitar la entrada de la bacteria a la instalación
- Vigilancia de las condiciones de conservación y calidad físico-química del agua
- Ubicación correcta de la instalación

#### **1.5.1 Evitar la entrada de la bacteria a la instalación**

Vías de entrada de la bacteria a la instalación:

- agua de aporte
- vía aérea
- reparaciones o reformas en la instalación

La procedencia del agua de aporte es de gran trascendencia, ya que como hemos visto anteriormente la bacteria se encuentra habitualmente en aguas superficiales como lagos, ríos, pantanos, pozos,... por lo que, si se utilizan aguas sin tratamiento adecuado, la bacteria puede llegar a la instalación, incluso utilizando agua de la red general de abastecimiento, puede llegar alguna bacteria, debido a que a veces son capaces de resistir, en pequeñas dosis, a los tratamientos de potabilización o haberse contaminado en depósitos de almacenamiento posteriores, si estos, no se mantienen en las condiciones de limpieza y conservación adecuadas o en la propia red de abastecimiento, si esta ha tenido reparaciones y no se ha

tenido la precaución de tratar los tramos de obra y cuando esa agua llega a las instalaciones, si las condiciones de temperatura, suciedad, sin tratamiento, etc. son adecuadas para la bacteria, esta puede llegar a proliferar hasta dosis infectantes.

#### 1.5.1.2 Vía aérea

La bacteria también puede llegar a la instalación a través del aire, procedente de otras instalaciones o de su hábitat natural por lo que se deberá proteger de la entrada de insectos, polvo, hojas...etc.

#### 1.5.1.3 Reparaciones o reformas en la instalación

Con ocasión de obras o reformas en la misma instalación, es posible la entrada de tierra, polvo....y por tanto contaminación bacteriana, por lo que siempre que se realicen obras en una instalación será necesario hacer tratamiento de limpieza y desinfección adecuado antes de su puesta en marcha.

### 1.5.2 Vigilancia de las condiciones de la instalación

En instalaciones mal diseñadas, sin mantenimiento o con mantenimiento inadecuado, en donde se produce estancamiento del agua, con cúmulo de productos nutrientes como lodos, materia orgánica y material de corrosión se va a formar una biocapa que junto con la temperatura adecuada va a dar lugar a la proliferación de la legionella, por lo que para su prevención, habrá que tener en cuenta unas medidas preventivas generales tanto a la hora del diseño de la instalación como en su posterior mantenimiento y ubicación en el caso de torres de refrigeración condensadores evaporativos etc.

### 1.5.3 Medidas preventivas generales

#### 1.5.3.1 Diseño adecuado:

- Que facilite la limpieza y desinfección
- Utilizando materiales que permitan realizar tratamientos térmicos o químicos sin producir fenómenos de corrosión.
- Rechazando aquellos de difícil limpieza o que ayuden a la proliferación de la bacteria como materiales orgánicos, celulosas, maderas, hormigón, ...

#### 1.5.3.2 Mantenimiento adecuado:

- Control de temperaturas
- Sistemas de desinfección en continuo
- Realizando limpiezas periódicas
- Manteniendo la instalación en buenas condiciones de conservación: Evitando corrosiones, incrustaciones ..

- Vigilando la calidad físico-química del agua

#### 1.5.3.3 Correcta ubicación de instalaciones como torres, condensadores etc.

- Accesible para poder realizar las operaciones de mantenimiento, tratamientos de limpieza y desinfección, inspección, toma de muestras....
- Evitando la aerosolización a zonas transitadas o edificios próximos. Ejemplo de ubicación de una torre de refrigeración:
  - La distancia en horizontal al edificio más próximo será > de 10 metros.
  - La distancia en vertical: la salida de aerosoles deberá estar a una altura >2 metros por encima de los edificios próximos.

### 1.6 **Instalaciones de riesgo.**

El R.D 865/2003 clasifica las instalaciones en:

- Instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de legionella
  - Torres de refrigeración y condensadores evaporativos
  - Sistemas de agua caliente sanitaria con acumulador y circuito de retorno
  - Sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire(spas, jakuzzis, piscinas , vasos o bañeras terapéuticas, bañeras de hidromasaje, tratamientos con chorros a presión, otras)
  - Centrales humidificadoras industriales
- Instalaciones con menor probabilidad de proliferación y dispersión de legionella:
  - Sistemas de instalación interior de agua fría de consumo humano(tuberías, depósitos, aljibes), cisternas o depósitos móviles y agua caliente sanitaria sin circuito de retorno.
  - Equipos de enfriamiento evaporativo que pulvericen agua no incluidos en el apartado anterior.
  - Humectadores
  - Fuentes ornamentales
  - Sistemas de riego por aspersion en el medio urbano
  - Sistemas de agua contra incendios
  - Elementos de refrigeración por aerosolización, al aire libre
  - Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles
- Instalaciones de riesgo de terapia respiratoria:
  - Equipos de terapia respiratoria
  - Respiradores

- Nebulizadores
- Otros equipos médicos en contacto con las vías respiratoria.

Quedan excluidas del ámbito de aplicación del mencionado real decreto las instalaciones ubicadas en edificios dedicados al uso exclusivo en vivienda, excepto aquellas que afecten al medio exterior de estos edificios. No obstante y ante la aparición de casos de legionelosis, las autoridades sanitarias podrán exigir que se adopten las medidas de control que se consideren adecuadas.

BIBLIOGRAFIA

1. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Ministerio de Sanidad y Consumo. BOE núm.171, de 18 de julio.
2. Real Decreto 2210/1995, de 28 de diciembre, por el que se crea la red nacional de vigilancia epidemiológica. . Ministerio de Sanidad y Consumo. BOE núm. 21, de 24 de enero.
3. Decreto 11/1997, de 20 de febrero, por el que se regula la red de vigilancia epidemiológica en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia. BORM núm 49, de 28 de febrero.
4. Orden 1187/1998, de 11 de junio, de la Consejería de Sanidad y Servicios Sociales de la Comunidad de Madrid, por la que se regulan los criterios higiénico-sanitarios que deben reunir los aparatos de transferencia de masa de agua en corriente de aire y aparatos de humectación para la prevención de la Legionelosis.1998
5. Norma UNE 100 - 030 - 94. Climatización. Guía para la prevención de la legionella en instalaciones
6. Norma UNE 100-030-2001 Climatización. Guía para la prevención de la legionella en instalaciones
7. Ordóñez JMª "Una experiencia". II Congreso Internacional de legionella. Madrid.1997
8. Domínguez JA. "Técnicas de diagnóstico rápido de legionelosis, antigenuria" II Congreso Internacional de legionella. Madrid.1997
9. Butler Jay C. " Legionelosis , aspectos clínicos y epidemiológicos" .II Congreso Internacional de legionella. Madrid.1997
10. Jansá JMª. Brote de legionelosis en el barrio de la Barceloneta de la Ciudad de Barcelona. ".I Jornada sobre legionelosis. Ayuntamiento de Murcia.2001
11. Munier JC " Demarche globale relative a la prevention de la Legionella". Edit. DALKIA. France.
12. "Legionella-enfermedad del legionario".Ondeo Nalco
13. Pelaz Antolín, C. "Aislamiento y caracterización de legionella en muestras clínicas y ambientales. II Congreso Internacional de legionella. Madrid.1997
14. Gómez- Lus Centelles M.P."Epidemiología molecular de legionella pneumophila". II Congreso Internacional de legionella. Madrid.1997
15. " Recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis". Comisión de Salud Pública. . Ministerio de Sanidad y Consumo. 1998
16. Sánchez-Guillén A. Prevención y tratamiento de instalaciones de riesgo por Legionella. Edit. Desinfecciones Alcora, S.A.
17. Sánchez-Guillén LA. "Prevención y tratamiento de instalaciones de riesgo por legionella".I Jornada sobre legionelosis. Ayuntamiento de Murcia.2001.
18. Pelaz Antolín, C. "Legionelosis: situación actual" ".I Jornada sobre legionelosis. Ayuntamiento de Murcia.2001
19. Martínez j."Vigilancia epidemiológica de la legionelosis" Curso control y prevención de legionelosis en instalaciones de riesgo" Murcia. 2001

**TEMA 2**

**MARCO LEGAL DE APLICACIÓN EN LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA LEGIONELOSIS**

1. R. D. 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de legionelosis.
2. Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero, por la que se regula el procedimiento para la homologación de cursos de formación del personal que realiza operaciones de mantenimiento en instalaciones de riesgo.
3. Ley 7/1985, de 2 de abril, reguladora de las bases del Régimen Local.
4. Ley 14/86, de 25 de abril, General de Sanidad.
5. Decreto 16/1999, de 22 de abril, sobre vertidos de aguas residuales industriales al alcantarillado. (BORM nº 97)
6. Reglamento u Ordenanza municipal de vertidos a la red de saneamiento.
7. Decreto 58/1992, de 28 de mayo, por el que se aprueba el reglamento sobre condiciones higiénico sanitarias de las piscinas de uso público, de la región de Murcia.
8. Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (BOE nº 176, de 24 de julio de 2001).
9. Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, del Ministerio de Medio Ambiente, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, para vertido a cauce público.
10. R. D. 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
11. Directiva 1999/77 de la CE de 26 de Julio, por la que se adapta al progreso técnico por sexta vez el Anexo I de la Directiva 76/769/CEE del Consejo, relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de Estados miembros que limitan la comercialización y uso de determinadas sustancias y preparados peligrosos ( amianto.)
12. Orden de 7 de diciembre de 2001 por la que se modifica el anexo I del RD 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (BOE nº 299, de 14.12.01)
13. R. D. 1054/2002, 11 de octubre, regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas.
14. R. D. 1751/1998, de 31 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITE), que establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones térmicas de los edificios (calefacción, climatización y agua caliente sanitaria). Modificado por RD 1218/2002, de 22 de noviembre.
15. R. D. 3099/1977, de 8 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad para plantas e instalaciones frigoríficas.
16. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
17. R. D. 39/1997, de 27 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
18. R. D. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos biológicos durante el trabajo.
19. R. D. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

20. R. D. 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas.

21. R. D. 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de productos peligrosos.

22. Real Decreto 2210/1995, de 28 de diciembre, por el que se crea la Red Nacional de Vigilancia Epidemiológica. Incluye a la legionelosis como enfermedad de declaración obligatoria (EDO)

23. Decreto 11/1997, 20 de febrero. Se regula la RVE en la Región de Murcia. Art. 11.

#### Normas UNE de obligado cumplimiento

1. Norma UNE 100030 IN Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de Legionella en instalaciones.

2. Norma UNE-EN 13443-1, equipo de acondicionamiento de agua en el interior de los edificios, filtros mecánicos, parte 1: partículas de dimensiones comprendidas entre 80 µm y 150 µm requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.

3. Norma UNE-EN 1717, para válvulas de retención, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o usos.

4. Normas UNE-EN de sustancias utilizadas en el tratamiento del agua de consumo humano, descritas en el Anexo II del RD 140/2003.

5. Norma UNE 23-500-90: Sistemas de abastecimiento de agua contra incendios

6. Norma UNE 100100:2000, para señalización de tuberías de agua caliente sanitaria, agua fría de consumo humano y agua contra incendios.

### TEMA 3

## CLIMATIZACIÓN, SISTEMAS DE AGUA SANITARIA, HUMIDIFICADORES, ACONDICIONADORES EVAPORATIVOS Y SIMILARES

1. Sistemas de climatización. Diseño, funcionamiento y modelos
2. Torres de refrigeración. Tipos, funcionamiento
3. Condensadores evaporativos
4. Conductos de aire acondicionado
5. Materiales y su resistencia a tratamientos físicos y químicos
6. Sistemas de agua fría de consumo humano (AFCH)
7. Sistemas de agua caliente sanitaria (ACS)
8. Identificación de puntos críticos

## CLIMATIZACIÓN, SISTEMAS DE AGUA SANITARIA, HUMIDIFICADORES, ACONDICIONADORES EVAPORATIVOS Y SIMILARES

Los sistemas de climatización de grandes edificios así como algunos procesos productivos industriales generan gran cantidad de calor que es necesario disipar al medio ambiente.

Existen diferentes definiciones de máquina de frío, pero en resumen lo que hace ésta máquina es trasladar el calor desde un lugar, en el que no lo queremos, a otro lugar donde no molesta.

### ¿Cómo disipar este calor? ¿Aire? ¿Agua?

Si observamos la figura 1, vemos que los componentes mínimos de una instalación frigorífica son los siguientes:

- Evaporador: lugar de la instalación donde se produce el intercambio térmico entre el refrigerante y el medio a enfriar.
- Condensador: tiene la función de poner en contacto los gases que provienen del compresor con un medio para licuarlo.
- Compresor: La misión del compresor es la de aspirar el gas que proviene del evaporador y transportarlo al condensador aumentando su presión y temperatura.

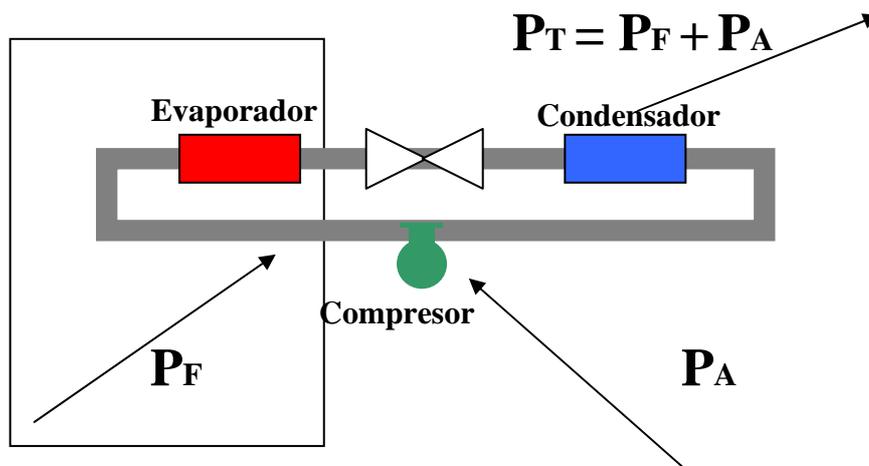


Figura 1

- **$P_F$  (potencia frigorífica)**: es la cantidad de calor que debemos eliminar del interior del local mediante la instalación frigorífica.
- **$P_A$  (potencia absorbida)**: es la energía consumida por el compresor de la cámara frigorífica y elementos auxiliares.
- **$P_T$  (potencia térmica)**: es la energía o cantidad de calor que hemos de disipar al exterior utilizando aire o agua.

### Tipos de disipadores

Existen tres tipos:

- Condensador por Aire
- Condensador por agua y torre de refrigeración
- Condensador evaporativo

En función de la temperatura de condensación ( $T_c$ ) o presión alta en cada uno de ellos el compresor trabaja más o menos forzado, consumiendo más o menos energía. Las  $T_c$  para estos tres tipos son las siguientes en verano:

Condensador por aire : 52°C  
 Torre de refrigeración: 40°C  
 Condensador evaporativo: 33°C

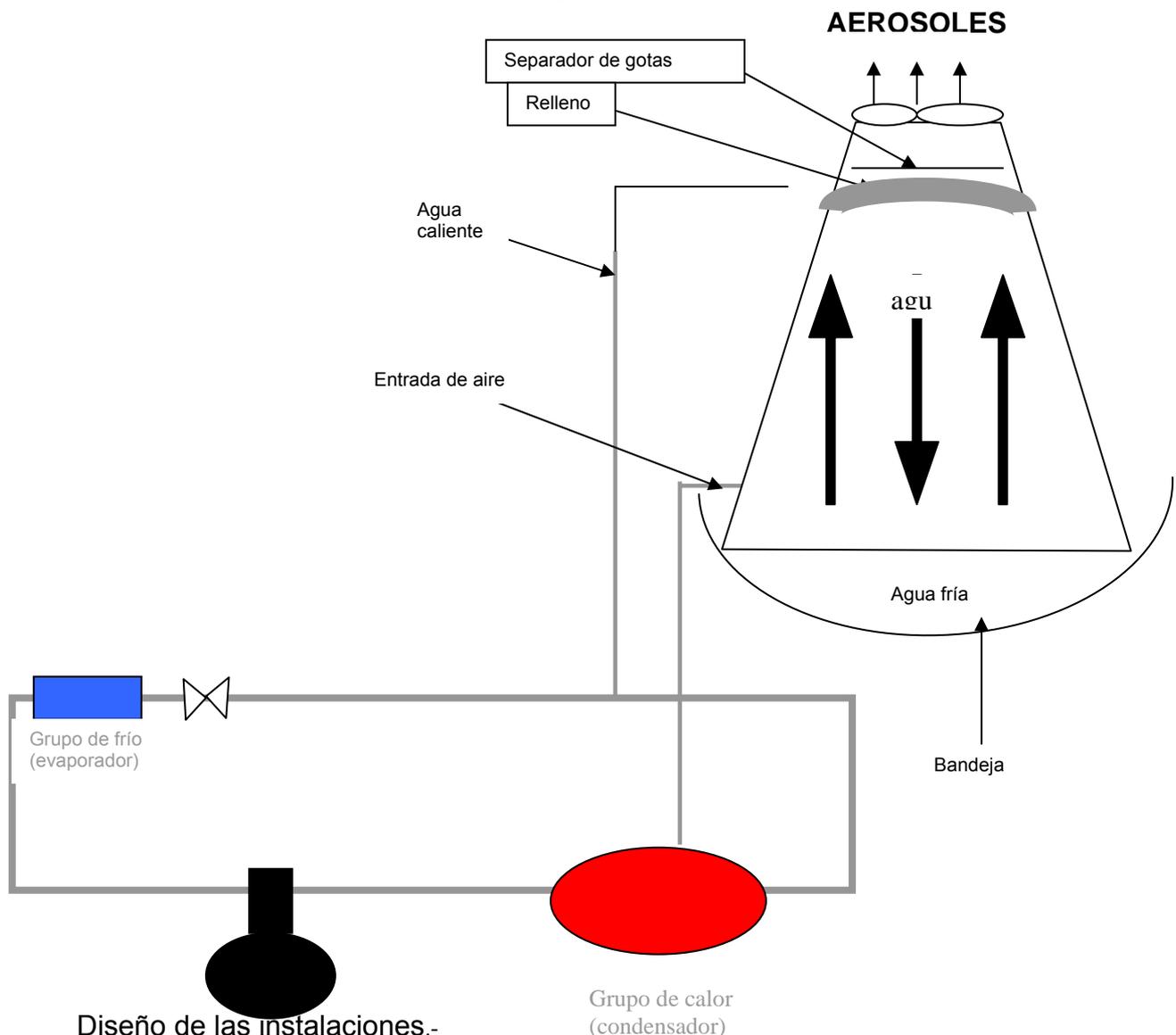
Según los fabricantes de compresores, por término medio, por cada grado que se rebaja la temperatura de condensación el compresor consume 1'5% de energía menos, creciendo además la capacidad de  $P_F$  en un 1'5%, por tanto se puede disipar un poco mas de calor. Sucede lo contrario si se incrementa  $T_c$ .

Ahora se puede contestar la pregunta ¿aire? ¿agua?

Desde un punto de vista sanitario, los sistemas de aire/aire entrañan menores riesgos y en el caso concreto que nos ocupa, prevención de la legionelosis, el riesgo es mínimo ya que no hay emisión masiva de aerosoles al ambiente.

En la región de Murcia existen alrededor de 500 torres de refrigeración y 200 condensadores evaporativos.

Un esquema de funcionamiento general de este tipo se resume a continuación en la figura 2.



Diseño de las instalaciones.-

Compresor

Desde un punto de vista sanitario lo que interesa a nivel de diseño es que se emplacen alejados del paso de personas, en alto, que no exista la posibilidad de que los aerosoles penetren a través de rejillas y/o conductos de aire dentro del edificio a refrigerar, que sean accesibles para su limpieza desinfección y toma de muestras, que los materiales resistan la acción agresiva del agua y demás requisitos establecidos en el RD 865/2003 y norma UNE 100-030 IN.

## **TORRE DE REFRIGERACIÓN**

### **Funcionamiento**

En las torres de refrigeración se consigue disminuir la temperatura del agua caliente que proviene de un circuito de refrigeración mediante la transferencia de calor y materia al aire que circula por el interior de la torre. Para aumentar el tiempo y la superficie de contacto del aire con el agua, se utiliza un entramado, que puede estar constituido por diferentes materiales, denominado relleno. El agua caliente entra en la torre por su parte superior (ver figuras 2 y 3) distribuyéndose homogéneamente por el relleno, mediante unos pulverizadores, para optimizar el contacto.

De esta forma se produce una cesión de calor del agua al aire por dos mecanismos de transmisión:

- Por convección: por transferencia del calor desde el agua a una superficie (relleno) debido al movimiento del líquido.
- Por transferencia de vapor desde el agua al aire y el consiguiente enfriamiento del agua debido a la evaporación.

La tasa de enfriamiento por evaporación es de gran magnitud, alrededor del 90% se debe al fenómeno difusivo. Cuando el aire y el agua entran en contacto, se forma una película de aire húmedo saturado sobre la lámina de agua que desciende por el relleno. Esto es debido a que la presión parcial del vapor de agua en la película de aire es superior a la del aire húmedo que circula por la torre, produciéndose una evaporación. La masa de agua evaporada extrae el calor latente de vaporización del propio agua. Este calor latente es cedido al aire, produciéndose un aumento de la temperatura del aire a la par que un enfriamiento del agua.

### **Clasificación :**

La forma mas sencilla de clasificación es según se mueve el aire a través de la torre de refrigeración.

- Torres de circulación natural. El movimiento del aire depende únicamente de las condiciones climáticas y ambientales.
- Torres de tiro mecánico. Se utilizan ventiladores para mover el aire a través del relleno

#### TORRES DE CIRCULACIÓN NATURAL:

- Torres atmosféricas
- Torres de tiro natural

a) Torres atmosféricas: utilizan las corrientes de aire de la atmósfera. El aire se mueve de forma horizontal y el agua cae verticalmente (flujo cruzado). Son torres de gran altura y poco diámetro. Necesitan espacios abiertos que faciliten la libre circulación del aire a través de la torre y garantizar vientos de velocidad igual o superior a 8 Km/h.

b) Torres de tiro natural: El aire es inducido por una gran chimenea situada sobre el relleno. La diferencia de densidades entre el aire húmedo caliente y el aire atmosférico mas frío, es el principal motivo por el que se crea el tiro de aire a través de la torre. También la diferente velocidad del viento existente a ras de suelo y el viento que circula por la parte superior de la chimenea, colabora para establecer el flujo de aire. Por lo expuesto estas torres deben ser de gran altura y con una sección grande para facilitar el movimiento ascendente del aire. El relleno no puede ser de gran compacidad ya que la resistencia al paso del aire debe ser la menor posible.

#### TORRES DE TIRO MECÁNICO:

Este tipo de torres proporcionan un control total sobre el caudal de aire suministrado. Son torres compactas, con sección transversal y altura de bombeo pequeñas si las comparamos con las anteriores.

Aquí se puede controlar de forma precisa la temperatura del agua de salida y se pueden lograr valores de acercamiento muy pequeños. Si el ventilador se encuentra situado en la entrada del aire, el **tiro es forzado**. Cuando el ventilador se coloca en la zona de descarga del aire, el **tiro es inducido**.

En las figuras 3 y 4 se observan dos torres de refrigeración de tiro mecánico, advirtiéndose que la posición del ventilador cambia, en un caso empuja el aire hacia arriba (tiro forzado) y en el otro fuerza el aire a subir desde la parte alta de la torre (tiro inducido)

Desde un punto de vista sanitario, que es el que nos ocupa, el tipo de torre, es accesorio. Interesa que su diseño sea con materiales que resistan la acción oxidante del cloro, que sea totalmente desmontable para su limpieza y desinfección, que disponga de separador de gotas de alta eficacia, sea accesible desde el exterior y que las conducciones, al edificio y/o proceso industrial a refrigerar, dispongan de suficientes válvulas de corte y puntos de purga además deberá cumplir lo especificado en el RD 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

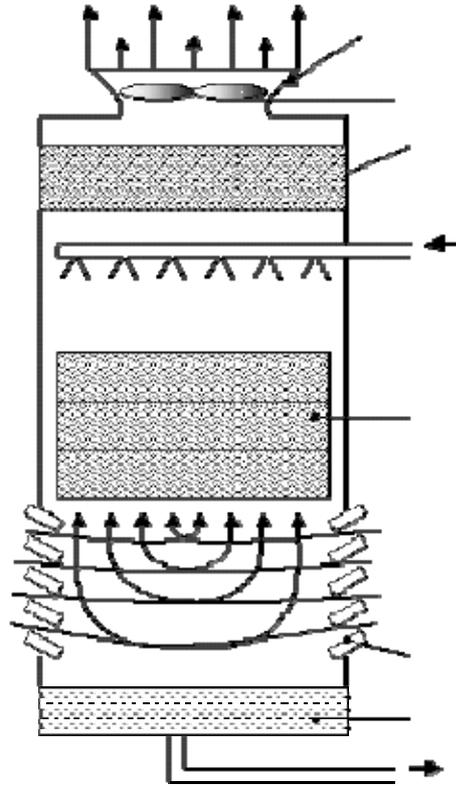


Figura 3

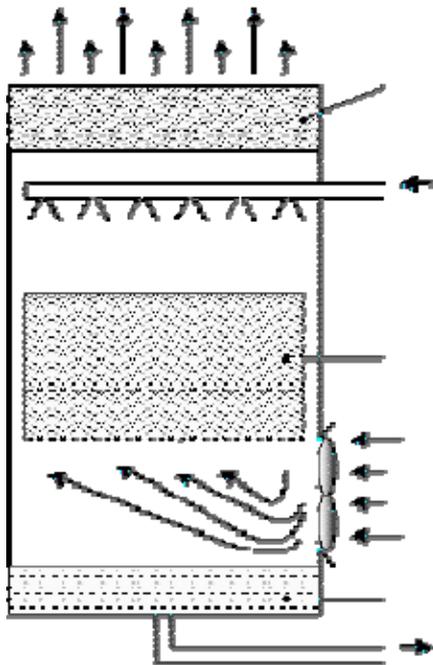


Figura 4

Figuras 3 y 4: torres de tiro mecánico a) inducido b)forzado

## CONDENSADOR EVAPORATIVO

Es el tipo de condensador que interesa desde un punto de vista sanitario ya que al emitir aerosoles al exterior o interior de edificios entraña riesgos de propagación de bioaerosoles, en caso de darse las condiciones adecuadas.

Un esquema

### Funcionamiento

Es igual que una torre de refrigeración con la diferencia que no existe relleno, sino que dispone de un serpentín por el que circula un refrigerante. Este serpentín es mojado por unas duchas de agua de forma que al hacer circular una corriente de aire, el agua que moja los tubos del serpentín se evapora extrayendo calor.

Un esquema de un condensador evaporativo tipo es el siguiente:

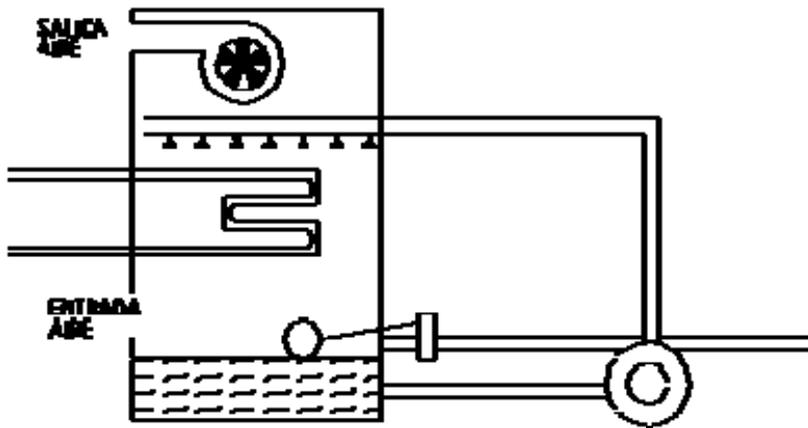


Figura 5

## HUMIDIFICADORES

En ocasiones en los sistemas de climatización se utilizan humidificadores para conseguir un nivel de confortabilidad y en otras se utilizan a nivel industrial porque es necesario para completar determinados procesos, ejemplo fábricas de tejidos.

Existen diversos tipos de humidificadores cuya función es aumentar el grado de humedad del aire, se consigue mediante la evaporación del agua por el paso de flujo de aire a través de una cortina de agua con el consiguiente arrastre de la misma o por inyección directa de vapor de agua en la corriente de aire.

Tipos de humidificadores:

- Humidificador de vapor. Sin riesgo. Inyecta vapor de agua
- Humidificador por evaporación.
- Humidificador por rociado
- Humidificador de disco rotatorio

Humidificador por evaporación:

El agua contenida en un depósito se evapora al ser calentada y el flujo de aire que pasa sobre ella arrastra el vapor de agua generado.

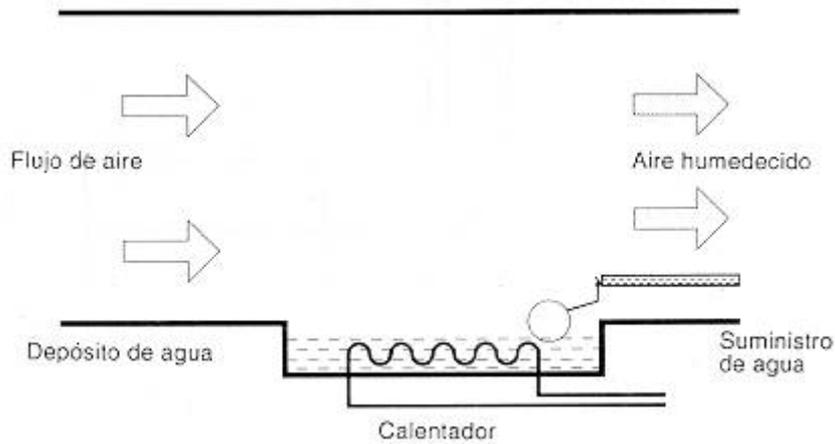


Figura 6

Humidificador por rociado:

El agua a presión proviene de un depósito o de la red de distribución y es rociada directamente a la corriente de aire, el exceso de agua se recoge en un depósito para reiniciar el ciclo. Un separador de gotas retira las de mayor tamaño. Esquema:

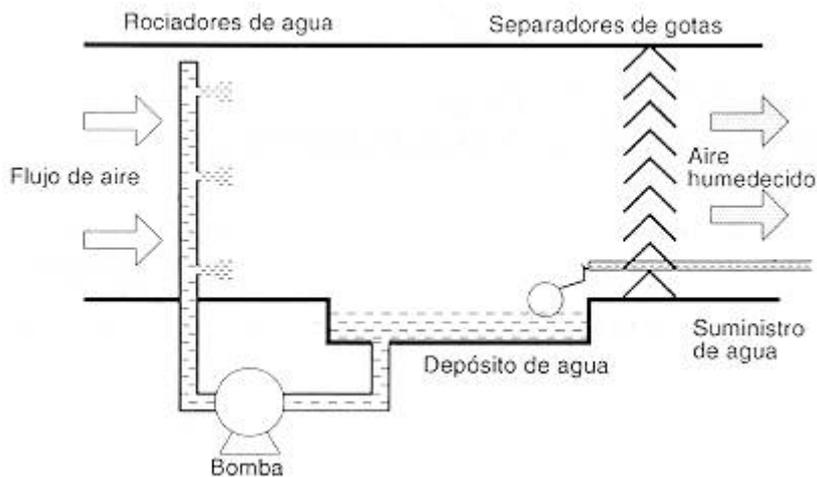


Figura 7

Humidificador de disco rotatorio:

El agua contenida en un disco se fragmenta en gotas y es proyectada a la corriente de aire por acción de la fuerza centrífuga. Los separadores de gotas impiden que sean arrastradas las de mayor tamaño. Esquema:

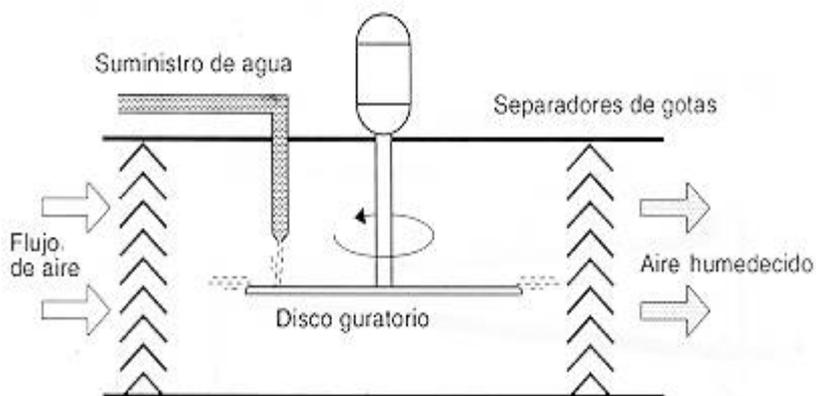


Figura 8

## IDENTIFICACIÓN DE PELIGROS Y PUNTOS CRÍTICOS DE ESTOS SISTEMAS:

Se explica convenientemente en el capítulo 7, Programas de mantenimiento y notificación de instalaciones de riesgo.

## CONDUCTOS DE AIRE ACONDICIONADO

Son elementos estáticos de la instalación a través de los que circula el aire en el interior del edificio conectando todo el sistema.

Los materiales pueden ser diversos, pero deberán cumplir la normativa en vigor que es el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los edificios (RITE), con desarrollo en las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE) y su referencia a numerosas normas UNE 100. Teniendo en cuenta la Reglamentación únicamente pueden utilizarse los conductos metálicos y los de lana de vidrio.

Una red de distribución de aire por conductos está formada por tramos rectos donde la velocidad y la dirección del aire no varía y tramos de enlace donde el aire cambia de dirección y de velocidad.

El RITE establece que las conexiones entre las redes de conductos de distribución de aire y las unidades terminales, deben ser flexibles y la longitud máxima de las conducciones será de 1'5 m. Además para la prevención y control de la legionelosis deberán poder aislarse por sectores para su limpieza y desinfección, según establece el RD 865/2003 para las instalaciones de riesgo aunque es necesario aclarar que el RD 865/2003, no describe los conductos de aire acondicionado como una instalación de riesgo; en cambio el anterior RD 909/2001 si los consideraba una IR en su artículo 2.

En la Región de Murcia por sus condiciones climáticas con una elevada temperatura ambiental, sobre todo en verano, y una humedad relativa alta, es recomendable desde un punto de vista de prevención de la salud Pública que los conductos de aire acondicionado se limpien y desinfecten periódicamente para prevenir la proliferación de hongos y de la Legionella en el agua de condensación.

## SISTEMAS DE AGUA FRÍA DE CONSUMO HUMANO Y AGUA CALIENTE SANITARIA

Agua fría de consumo humano: es el agua para consumo humano de consumo público, suministrada a través de la red de distribución de los sistemas de abastecimiento de aguas. En adelante se empleará el acrónimo AFCH.

Agua caliente sanitaria: es el AFCH que ha sido sometida a algún tratamiento de calentamiento. En adelante se empleará el acrónimo ACS.

Estas instalaciones son generalmente muy extensas y ramificadas y sufren con frecuencia modificaciones. De ellas deben existir planos de toda la instalación, recogidos en el programa de mantenimiento, que se actualizará con cada modificación. (Ver figura 9).

Los elementos que forman parte de las instalaciones de ACS son los que tienen un mayor riesgo de ser colonizados por Legionella, Los serpentines de calefacción y los intercambiadores de placas se recubren fácilmente por incrustaciones que al desprenderse sedimentan pudiendo disminuir el rendimiento térmico del sistema y que la bacteria prolifere.

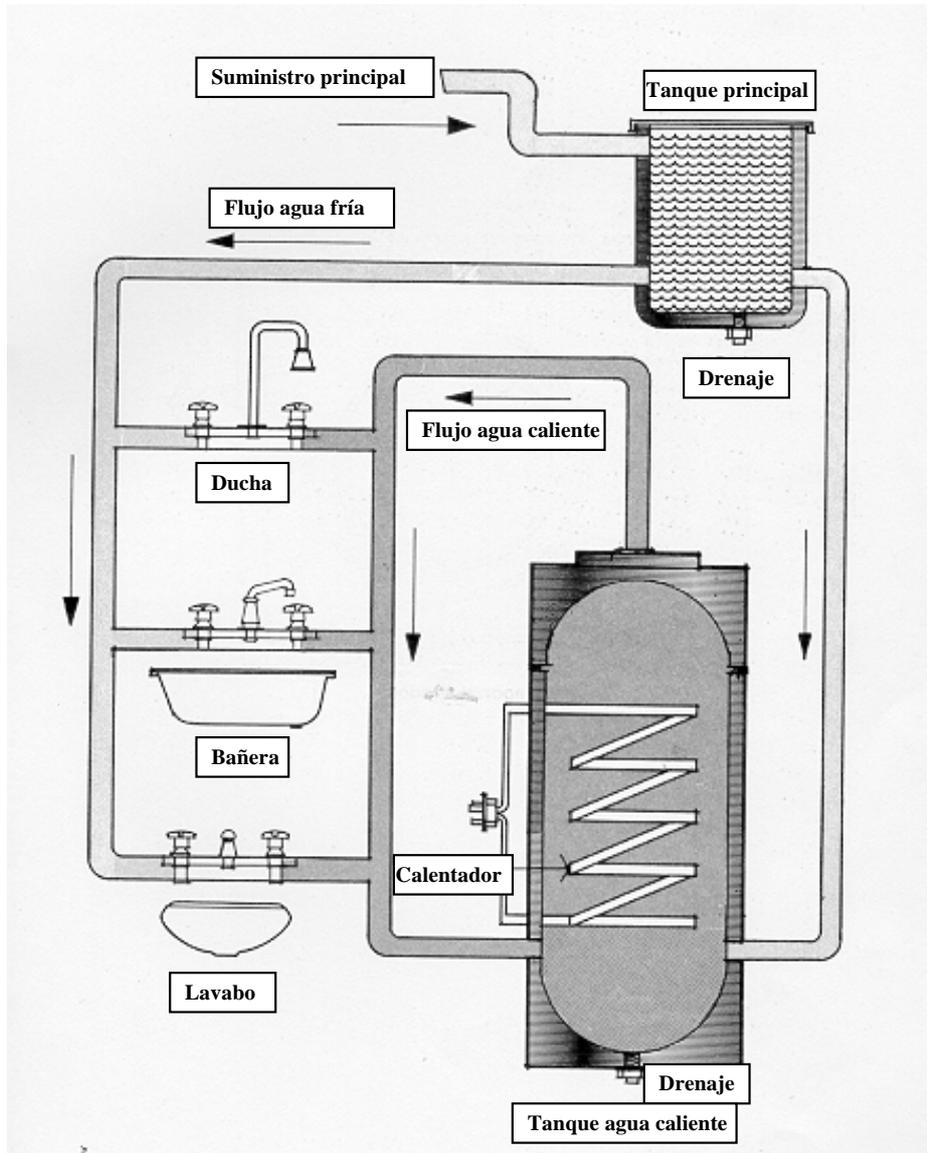


Figura 9 : Esquema funcionamiento sistema agua fría y caliente sanitaria  
Fuente: Recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis. MSC. 1998.

Requisitos que debe reunir un sistema de agua caliente sanitaria:

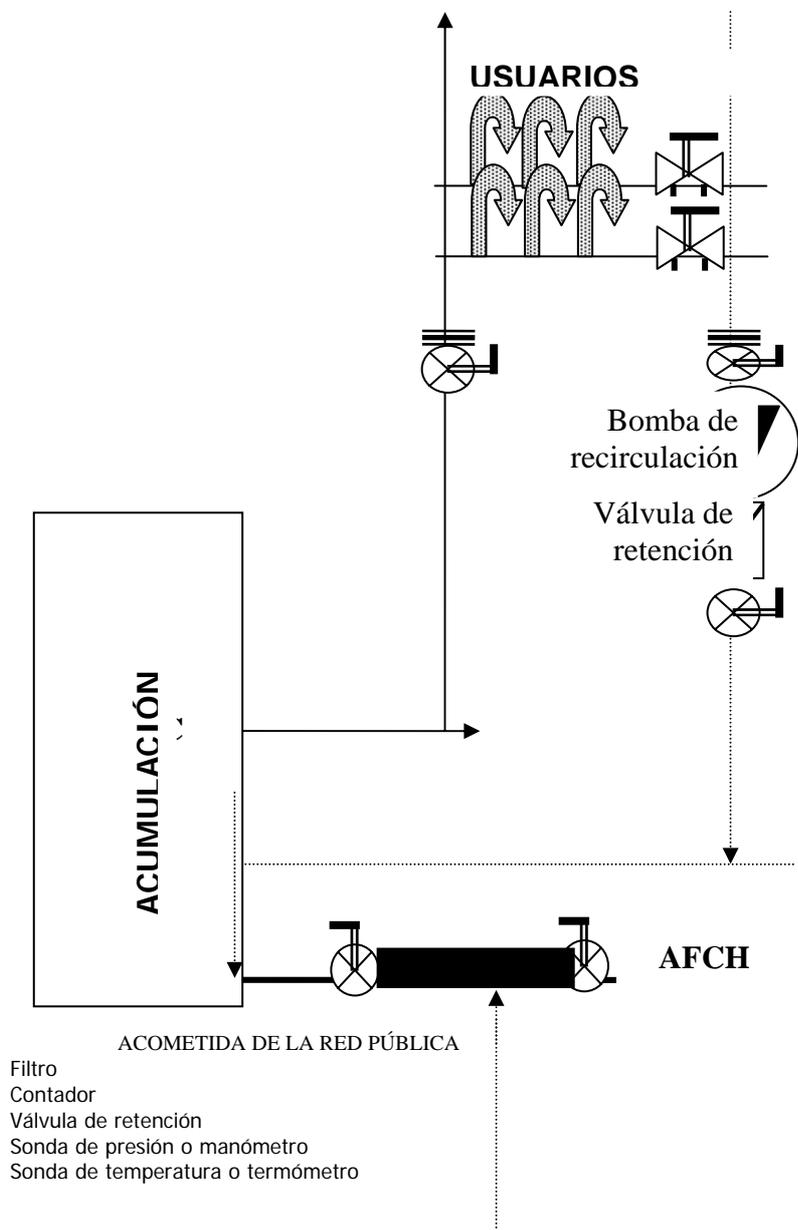
Los requisitos que siguen están especialmente indicados para las instalaciones de agua caliente sanitaria con sistemas de preparación centralizados dotados de depósitos de acumulación al servicio de edificios destinados a hospitales, clínicas, hoteles, residencias, balnearios, viviendas, cuarteles, cárceles, complejos turísticos, deportivos o dedicados al ocio, y cualquier otro edificio de uso similar.

Para otros tipos de edificios o sistemas de preparación de agua dichos requisitos deben considerarse muy recomendables.

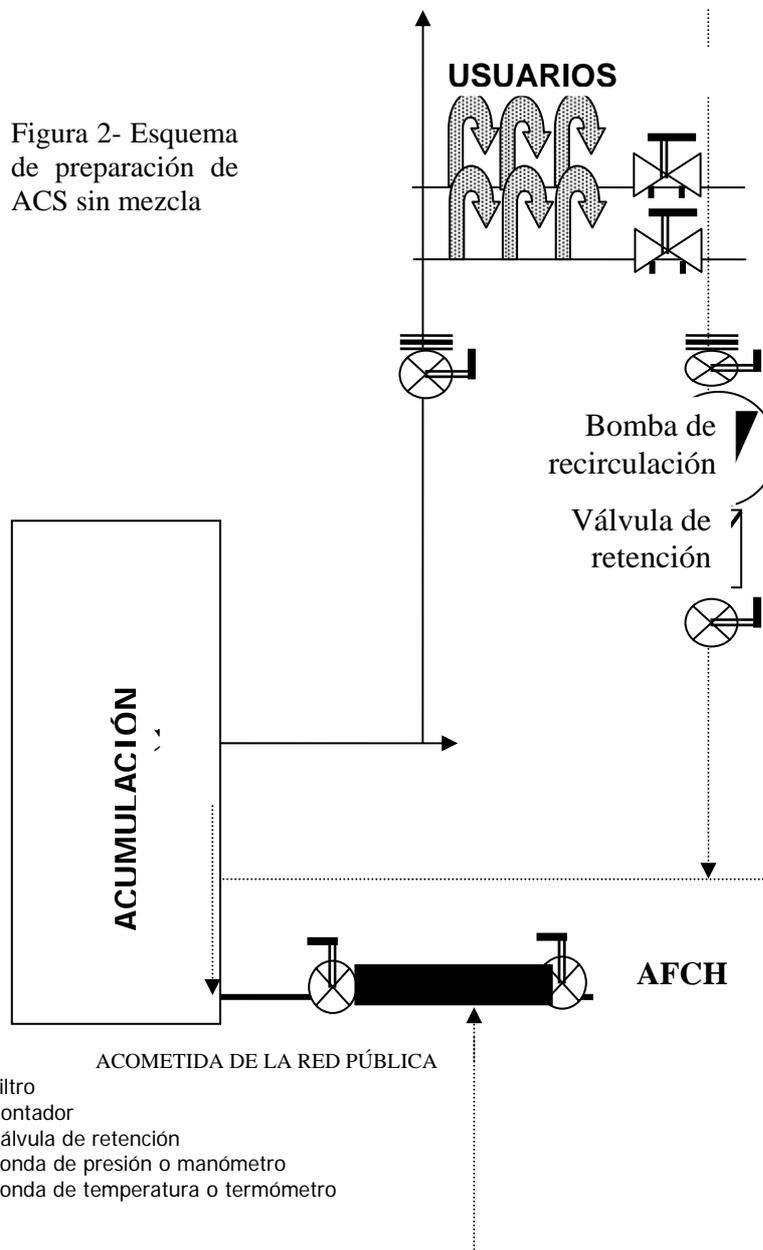
1 La temperatura de almacenamiento del ACS no debe ser menor que 60 °C. Esta temperatura es un compromiso entre la necesidad de ofrecer un nivel de temperatura aceptable para el usuario, para prevenir el riesgo de quemaduras, y la de alcanzar una temperatura suficiente para reducir la multiplicación de la bacteria.

2 El sistema de calentamiento debe ser capaz de llevar la temperatura del agua hasta 70 °C o más para su desinfección.

3 La temperatura de distribución no puede ser menor que 50 °C en el punto más alejado del circuito (usualmente, la tubería de recirculación a la entrada en el depósito). Para evitar oscilaciones excesivas de temperatura del ACS es fundamental hacer una selección correcta de la válvula termostática.



La figura 10 muestra un esquema de preparación de ACS con mezcla. En ella puede verse, además, cómo la incorporación de una válvula de tres vías con control toda-nada puede facilitar el tratamiento de choque térmico.



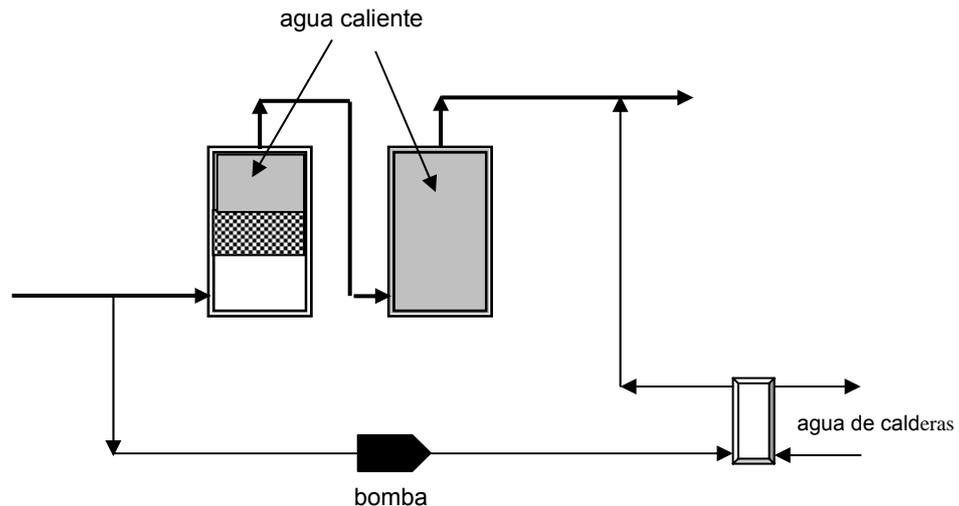
La figura 11 muestra un esquema en el que el agua se distribuye a la misma temperatura de almacenamiento.

4 Los depósitos deben estar fuertemente aislados para evitar el descenso de la temperatura hacia el intervalo de máxima proliferación de la legionella.

5 Los depósitos deben estar dotados de una boca de registro para la limpieza interior y de una conexión para el acoplamiento de una válvula de vaciado.

6 Cuando se trate de sistemas de acumulación de gran volumen, se recomienda que el intercambiador de calor esté situado fuera del depósito de acumulación con el fin de facilitar las operaciones de limpieza de ambos. El intercambiador debe ser preferentemente del tipo de placas.

Con el fin de impedir la estratificación del agua y evitar que se mantenga un volumen de agua templada (intermedia entre el agua fría de la red pública y el agua caliente, donde la legionella se multiplica), la conexión de los depósitos debe hacerse en serie, de la manera indicada, de forma esquemática, en la *figura 12*.



**Figura 12- Disposición en serie de los depósitos acumuladores de ACS**

La circulación del agua calentada en el intercambiador tiene lugar en sentido contrario a la circulación provocada por la demanda de agua caliente, desde el fondo del depósito a la parte alta del mismo o, si hay más de un depósito en serie, desde el fondo del primero a la parte alta del último.

Además, los depósitos deben tener una elevada relación altura / diámetro y deben ser instalados verticalmente.

En la entrada de agua fría conviene instalar un elemento que reduzca la velocidad residual del agua.

7 En sistemas dotados de los llamados “interacumuladores”, de pequeño volumen de almacenamiento, el intercambiador puede estar situado en el interior del depósito, siempre que el fabricante garantice el acceso a todas las partes interiores y emplee materiales que impidan la adherencia de la suciedad y de las formaciones calcáreas.

Estos depósitos pueden instalarse en paralelo sobre el circuito de agua sanitaria, dada la elevada potencia del intercambiador y, por tanto, el corto tiempo de preparación.

8 Los materiales en contacto con el agua deben ser capaces de resistir la acción alternada de la temperatura y de los desinfectantes.

Para los depósitos son indicados los aceros inoxidables (con algunos tipos de aguas, el acero inoxidable F 3504 puede no ser adecuado) y algunos revestimientos protectores del acero común.

Para las tuberías son indicados el cobre, el acero inoxidable y algunos materiales plásticos resistentes a la presión y temperatura.

9 La red de retorno de agua caliente sanitaria constituye, de por sí, un riesgo de multiplicación de la legionela por su capacidad de retención del agua. Puede ser sustituida por un sistema trazador de las tuberías de impulsión (tracing), que asegure una temperatura mínima de 50 °C en toda la red.

10 La tubería de acometida de agua a la cabeza difusora y la misma cabeza deben quedar vacías cuando las duchas o grifos no estén en uso.

Requisitos que debe reunir un sistema de agua fría de consumo humano:

1 Debe procurarse que la temperatura del agua fría no supere los 20 °C aislando térmicamente dichas partes de la instalación cuando sea necesario.

2 Cuando exista necesidad de acumulación de agua fría, deben instalarse dos depósitos en paralelo, por lo menos, para permitir la limpieza de uno mientras el otro, o los demás, están en servicio. En cualquier caso, los depósitos deben estar tapados para prevenir la posibilidad de entrada de materiales extraños.

La desinfección del agua es necesaria, tanto para aquellos establecimientos donde el suministro proceda de captación propia, como para aquellos en que el agua proceda de la red general, ya que, aunque el agua procedente de la red general lleve una concentración de cloro adecuada, durante el almacenamiento en un depósito el cloro libre residual se pierde y es necesaria una rechloración, mediante un dosificador automático de cloro, que garantice unas adecuadas condiciones microbiológicas.

Los depósitos se dimensionarán para un volumen mínimo de almacenamiento, compatible con las circunstancias del lugar.

3 Los depósitos con paredes en contacto con el exterior y sometidos a calentamiento por radiación solar deben estar térmicamente aislados.

4 El material de los depósitos debe ser capaz de resistir la acción agresiva de los desinfectantes. En el caso del cloro, la concentración máxima previsible está entre 20 ppm y 50 ppm de cloro libre residual, durante un tiempo máximo de 2 h y 1 h respectivamente.

5. Los depósitos de instalaciones interiores deberán estar situados por encima de la red de alcantarillado, estando siempre tapado y dotado de un desagüe que permita su vaciado total por el fondo y su limpieza y desinfección.

6. El propietario o gestor de los depósitos, vigilará de forma regular la situación de la estructura, elementos de cierre, valvulería, canalizaciones e instalación en general, realizando de forma periódica la limpieza y desinfección de los mismos con productos que cumplan lo especificado en el artículo 9 del RD 140/2003.

7. En la Región de Murcia además se cumplirá en instalaciones interiores de nueva construcción, la Recomendación Sanitaria de la Dirección General de Salud Pública en relación a los materiales de construcción en contacto con el agua de abastecimiento humano. Anexo 1.

### Identificación de puntos críticos.

En primer lugar, se debe disponer de un esquema de funcionamiento de la instalación de riesgo a estudiar. Para cada una de las instalaciones de riesgo existentes existirá un diagrama completo desde que entra el agua de aporte a la instalación, hasta que sale de la misma. En el diagrama debe contemplarse todos los elementos que componen el sistema.

Para poder identificar los puntos críticos, se identificarán sobre el diagrama completo los peligros existentes en ése sistema concreto y se valorará la probabilidad de que estos ocurran en función de factores o situaciones que puedan favorecer o potenciar el peligro.

Se debe identificar el peligro para poder adoptar medidas correctoras. Cuando se identifique una etapa no modificable con medidas correctoras hay que cambiar esa etapa. Una etapa en la que el peligro es alto pero puede minimizarse, éste, con medidas correctoras, es un punto crítico.

Ejemplos:

1. La entrada de agua sin desinfectante a una instalación de riesgo es un peligro, porque puede entrar Legionella en el sistema y puede proliferar. Utilizar agua clorada, es una medida que minimiza el riesgo de entrada de Legionella al sistema. Por tanto es un punto crítico.
2. Un depósito de agua de consumo humano que no es de renovación continua, es una situación de peligro ya que la bacteria puede proliferar y entrar en otros sistemas como ACS o torres de refrigeración. Existen medidas correctoras tales como hacer que sea de renovación continua y adicionar cloro en caso necesario. Por tanto un depósito de AFCH utilizado como almacenamiento de agua es un punto crítico.



## **TEMA 4**

### **OTRAS INSTALACIONES DE RIESGO SEGÚN EL R.D. 865/2003**

1. Introducción
2. Balneoterapia
3. Piscinas climatizadas
4. Fuentes ornamentales
5. Riego por aspersión en núcleos urbanos
6. Equipos de terapia respiratoria
7. Sistemas contra incendios
8. Identificación de puntos críticos

## 1.-INTRODUCCIÓN.-

El Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionella, indica, en su artículo 2, las instalaciones que quedan sometidas al ámbito de aplicación del mismo y las clasifica del siguiente modo:

1. INSTALACIONES CON MAYOR PROBABILIDAD DE PROLIFERACIÓN Y DISPERSIÓN DE LEGIONELLA:
  - Torres de refrigeración y condensadores evaporativos.
  - Sistemas de agua caliente sanitaria (ACS) con acumulador y circuito de retorno.
  - Sistemas de agua climatizada con agitación constante y recirculación a través de chorros de alta velocidad o la inyección de aire (spas, jacuzzis, piscinas, vasos o bañeras terapéuticas, bañeras de hidromasaje, tratamientos con chorros a presión, otras).
  - Centrales humidificadoras industriales.
2. INSTALACIONES CON MENOR PROBABILIDAD DE PROLIFERACIÓN Y DISPERSIÓN DE LEGIONELLA:
  - Instalaciones interiores de agua fría de consumo humano (AFCH) (tuberías, depósitos, aljibes).
  - Cisternas o depósitos móviles
  - ACS sin circuito de retorno.
  - Equipos de enfriamiento evaporativo que pulvericen agua, no incluidos en el apartado 1.
  - Humectadores.
  - Fuentes ornamentales.
  - Sistemas de riego por aspersión en el medio urbano.
  - Sistemas de agua contra incendios.
  - Elementos de refrigeración por aerosolización, al aire libre.
  - Otros aparatos que acumulen agua y puedan producir aerosoles.
  - Instalaciones de riesgo en terapia respiratoria:
    - Equipos de terapia respiratoria.
    - Respiradores.
    - Nebulizadores.
    - Otros equipos médicos en contacto con las vías respiratorias.
3. EXCLUIDAS: Instalaciones ubicadas en edificios de viviendas, salvo que afecten al ambiente exterior del edificio.

Algunas instalaciones se han visto ya o se verán en capítulos posteriores. Nosotros estudiaremos ahora las siguientes:

- Instalaciones de Balneoterapia
- Piscinas climatizadas
- Fuentes ornamentales
- Riego por aspersión en medio urbano
- Equipos de terapia respiratoria
- Sistemas de agua contra incendios.
- Otros sistemas de producción de aerosoles

## 2.-BALNEOTERAPIA.

### 2.1.-Conceptos.-

En primer lugar, y para fijar algunos conceptos, vamos a definir una serie de términos para saber de que estamos hablando:

1. AGUAS MINEROMEDICINALES: El Decreto 55/1997<sup>1</sup>, las define como aquellas *“...alumbradas natural o artificialmente, que por sus cualidades y composición poseen propiedades terapéuticas susceptibles de ser utilizadas en establecimientos balnearios emplazados en el área del nacimiento del agua y que han sido declaradas como tales...”*

También podemos definir las como aquellas *“Soluciones naturales difícilmente reproducibles artificialmente, dotadas de peculiaridades propias sobre el organismo sano o enfermo, que justifican sean declaradas de utilidad pública por los organismos oficiales competentes”*.

Es decir, las aguas mineromedicinales tienen que haber demostrado sus propiedades terapéuticas y para ello deben seguirse una serie de procedimientos administrativos, analíticos y científicos que así lo prueben.

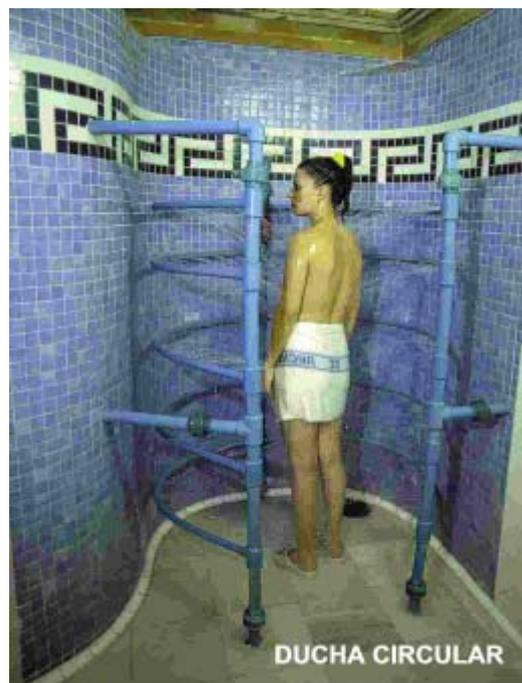
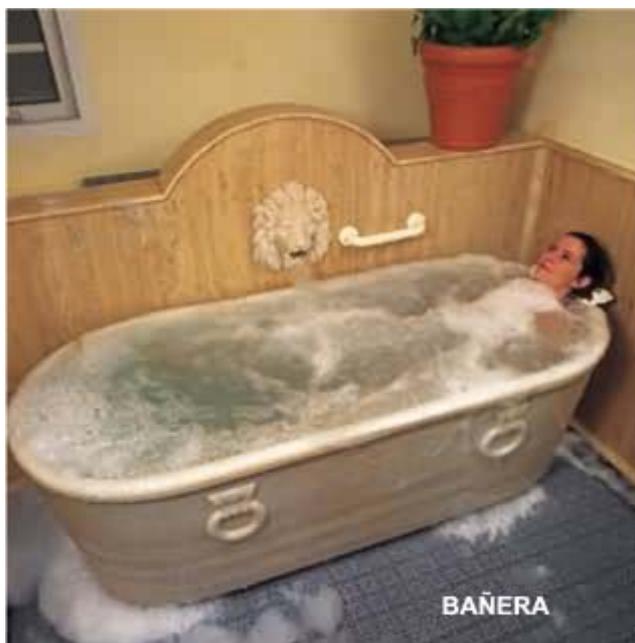
2. AGUAS TERMALES: El mencionado Decreto 55/1997 las define como *“...las subterráneas alumbradas natural o artificialmente, cuya temperatura de surgencia sea superior, al menos, en 4 °C a la temperatura ambiente media anual del lugar donde se alumbran, y que pueden utilizarse en balnearios y establecimientos de baños termales y que han sido declaradas como tales...”*. Estas aguas, al igual que las anteriores deben seguir una serie de procedimientos administrativos para declararlas como tales.
3. BALNEARIOS: Son establecimientos sanitarios que utilizan aguas declaradas como mineromedicinales con fines terapéuticos o preventivos. Deben poseer un Servicio Médico Especialista en Hidrología, que indica y supervisa los diferentes tratamientos que se imparten a los pacientes. En nuestra Región tenemos solamente dos balnearios, Archena y Fortuna.
4. ESTABLECIMIENTOS DE TALASOTERAPIA: Son centros sanitarios que utilizan las aguas de mar o lago salado con fines terapéuticos.
5. BAÑOS TERMALES: Son instalaciones que utilizan las aguas declaradas como termales con fines distintos a los posibles usos terapéuticos que éstos pudieran presentar. Un balneario también puede tener declarada su agua mineromedicinal como termal.

### 2.2.-Formas de aplicación de las aguas.-

Veamos como se pueden aplicar las aguas mineromedicinales en los balnearios para saber el riesgo que pueden presentar frente a la legionelosis:

- BAÑOS:
  - *Generales* (todo el cuerpo): inmersión en una bañera con agua termal a 36-39 °C, durante 15-20 min.
  - *Locales* (pies, manos, medio cuerpo, etc.).
- DUCHAS Y CHORROS: utilizan agua a presión y pueden aplicarse de diferentes formas a diversas partes del cuerpo.
  - *Chorros*: agua termal a 2-3 atmósferas, a 39-40 °C, durante unos 5 min.
  - *Ducha circular*: 5-7 min., a 38 °C

A continuación vemos algunas fotografías en las que se ven estas formas de aplicación de las aguas mineromedicinales.



- PISCINAS Y JACUZZIS: utilizan aguas mineromedicinales y son similares a las públicas que usan agua potable. A veces las piscinas pueden llevar sistemas de producción de chorros de agua y/o aire que sirven para masajear diferentes partes del cuerpo. Lo podemos observar en las fotografías siguientes:



Hay que tener en cuenta que las piscinas de los balnearios que utilizan aguas mineromedicinales deben llevar un sistema de desinfección, pero las bañeras y otros sistemas (chorros, inhaladores, maniluvios, etc.) que se utilizan en los tratamientos termales no pueden desinfectarse con productos químicos, ya que entonces las aguas perderían la calificación de mineromedicinal.

La forma de aplicación de las aguas mineromedicinales que hemos visto hasta ahora es a través de la piel, pero también se aplican estas aguas en mucosas y cavidades como veremos a continuación.

- GARGARISMOS
- IRRIGACIONES
- INHALACIONES: son aplicaciones locales sobre las vías respiratorias con ayuda de ciertos aparatos
- ESTUFAS: la estufa húmeda es una habitación con atmósfera caliente, a unos 45 °C y humedad relativa muy elevada. El tratamiento dura unos 20 minutos, realizado en fases de 5 min., con descansos intermedios.





Estos sistemas de aplicación de las aguas mineromedicinales presentan un riesgo más elevado frente a la legionelosis que las aplicaciones que se realizan sobre la piel. Además, gran parte de las personas que van a Balnearios son de edad avanzada (IMSERSO), y algunas padecen enfermedades crónicas, por lo que estas instalaciones termales son de ALTO RIESGO para la legionelosis.

### 2.3.-Programas de mantenimiento en establecimientos termales.-

El artículo 8 del Real Decreto 865/2003 indica que todas las instalaciones de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de Legionella (torres de refrigeración, condensadores evaporativos, sistemas de ACS con acumulador y circuito de retorno, bañeras de hidromasaje, etc) deben tener elaborados los correspondientes Programas de Mantenimiento que deberán llevarse a cabo en todas sus facetas. El contenido de dichos programas debe ser el siguiente:

1. PLANOS O CROQUIS DE LAS INSTALACIONES (preferiblemente en tamaño folio, A4, o doble folio, A3).
2. FOTOGRAFÍAS DE LOS DIVERSOS ELEMENTOS: nebulizadores, duchas circulares, acumuladores de ACS, etc.
3. REVISIÓN Y EXAMEN DE LAS DIFERENTES PARTES DE LA INSTALACIÓN,
  - Puntos críticos de revisión.
  - Parámetros a medir.
  - Procedimientos a seguir.
  - Periodicidad de las actividades.
4. PROGRAMA DEL TRATAMIENTO DEL AGUA:
  - Productos a utilizar
  - Dosis productos
  - Procedimientos a seguir.
  - Parámetros de control: físicos, químicos y biológicos.
  - Métodos de medición
  - Periodicidad de los análisis.
5. PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN:
  - Procedimientos a seguir.
  - Productos y dosis
  - Precauciones a tener en cuenta
  - Periodicidad de la actividad
6. REGISTRO DE MANTENIMIENTO:
  - Incidencias
  - Actividades realizadas
  - Resultados obtenidos
  - Fechas de parada y puesta en marcha de la instalación, indicando motivos.
7. CADENA DE RESPONSABILIDADES
8. CRONOGRAMAS.

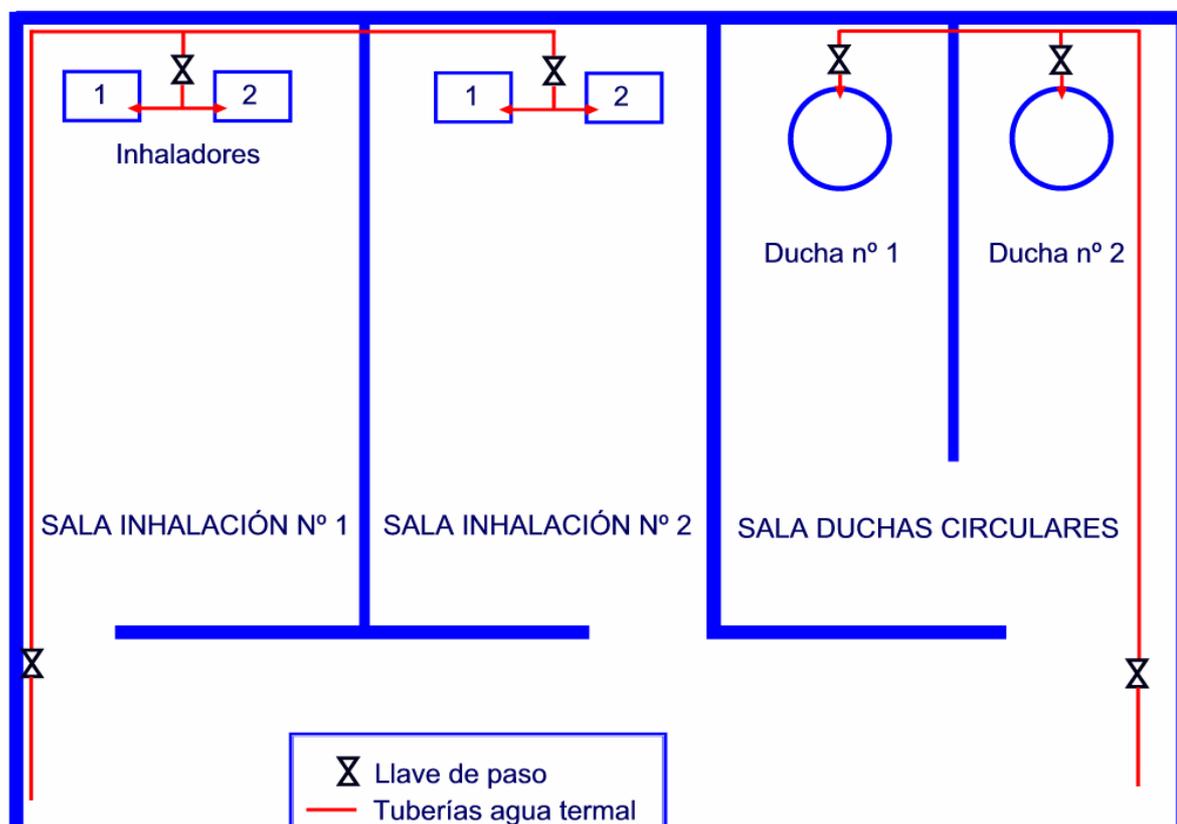
El Real Decreto 865/2003 no indica que hayan de incluirse en los Programas las fotografías de los diferentes elementos que componen las instalaciones de riesgo ni los cronogramas, pero entendemos que la inclusión de estos dos puntos enriquecen y facilitan la comprensión de los Programas por parte de todas las personas implicadas en el mantenimiento de las instalaciones. Con respecto al punto 7, Cadena de responsabilidades, queda recogida en el artículo 4 del Real Decreto.

Veremos a continuación el desarrollo de los Programas de Mantenimiento para estos establecimientos, poniendo algún ejemplo que nos ayude a saber como hemos de elaborar dichos programas en nuestras propias instalaciones.

### 2.3.1.-PLANOS O CROQUIS DE LAS INSTALACIONES.

Deben reunir los siguientes requisitos:

- Preferiblemente realizarlos en tamaño folio, A4, o doble folio, A3, con el fin de que sean manejables. Deben contener los símbolos y descripción de los elementos que forman la instalación.
- Nombrar y numerar las diferentes áreas y dependencias de tratamientos en los planos: Área de duchas circulares (ducha circular nº 1, ducha circular nº 2, etc), Área de respiratorio (inhalador nº 1, inhalador 2, etc), etc.
- Las diferentes áreas y dependencias de éstas deben ser rotuladas de forma semejante a como se ha realizado en los planos, de modo que no exista ninguna duda, ni para los operarios de la instalación, ni para la Autoridad Sanitaria, dónde han de realizarse las diferentes actividades de mantenimiento o la toma de muestras.
- Debe elaborarse un plano para cada sistema (ACS, AFCH, torre de refrigeración, área de respiratorio, etc.), o en su defecto, dibujar los circuitos con diferente color (AFCH → azul; ACS → rojo), de manera que los planos o croquis sean claros y fáciles de entender.
- Los planos o croquis deben actualizarse e incorporarse al Programa general cuando se realice alguna reforma o modificación en las instalaciones.
- Deben señalizarse en los mismos los puntos o zonas críticas en donde debe situarse la toma de muestras de agua.
- Deben estar señalizados los grifos o puntos de toma de muestras, tanto en los planos como en la propia instalación.



### 2.3.2.-FOTOGRAFÍAS DE LOS DIFERENTES ELEMENTOS.-

El Programa debe incorporar una fotografía de cada tipo y modelo de elemento que contenga la instalación: inhaladores, fuentes ornamentales, torres de refrigeración, duchas, bañeras, etc.



### 2.3.3-REVISIÓN Y EXAMEN DE LAS DIFERENTES PARTES DE LA INSTALACIÓN,

1. PUNTOS DE REVISIÓN: deberán establecerse claramente en el programa los puntos que han de revisarse: bandeja de torre de refrigeración, inhalador nº 3, grifo lavabo habitación 345, grifo de retorno de la torre de refrigeración, etc. Estos puntos deben elegirse teniendo en cuenta que sean los más desfavorables posibles, es decir, los que se puedan ensuciar más, que no llegue el desinfectante, de menor uso, etc.
2. PARÁMETROS A medir: hay que indicar, para cada punto, el parámetro a medir, como temperatura, nivel de desinfectante, etc.
3. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR: deben quedar perfectamente especificados, como examen visual externo de incrustaciones, desmontaje de rociadores para comprobar incrustación, etc.
4. PERIODICIDAD DE LAS ACTIVIDADES: debe indicarse cada cuanto tiempo se realizarán cada una de las actividades contempladas en el programa, como revisión de incrustaciones la última semana de marzo, junio, septiembre y diciembre, etc.

El Real Decreto establece una periodicidad mínima para realizar las revisiones de las instalaciones de ACS y AFCH (Anexo 3). Igualmente, establece una periodicidad mínima de las revisiones que han de realizarse en las torres de refrigeración y que vienen recogidas en el Anexo 4.

### 2.3.4.-PROGRAMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA.

En general, no someteremos al ACS, al AFCH y al agua termal a ningún tratamiento, salvo que por tener descalcificadores en los sistemas de ACS y AFCH, sea necesario reclarar el agua para tener en los circuitos la cantidad de cloro libre que indica la legislación de aguas potables (R.D. 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de calidad del agua de consumo humano.), ya que en la descalcificación suele perderse el cloro que viene en el agua de la red de abastecimiento público. En el caso de las aguas mineromedicinales, solo se clora el agua de las piscinas que utilizan este tipo de agua en los balnearios, pero no la que se utiliza para los tratamientos terapéuticos.

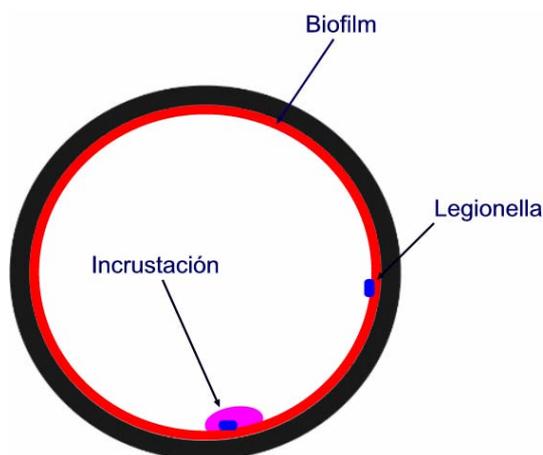
El programa de tratamiento del agua debe contener:

1. PRODUCTOS A UTILIZAR: se indicará el producto que va a utilizarse (marca comercial) y si se empleará diluido o sin diluir. Deben solicitarse al proveedor las fichas técnicas y de datos de seguridad de los productos para incluirlos en el Programa.
2. DOSIS PRODUCTOS: para cada producto, se indicará la dosis de utilización (200 ppm, etc). Se hará constar también la forma de realizar las diluciones, (10 cc de producto, diluido en 5 l de agua potable, etc.)
3. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR: se indicarán los procedimientos a seguir y su secuencia, como por ejemplo: neutralizar el pH del agua hasta 8 con el neutralizante XY (1 cc por cada 5 l de agua), comprobar el pH con el kit de medición....
4. PARÁMETROS DE CONTROL: deben establecerse una serie de parámetros de control físicos, químicos y biológicos para comprobar la idoneidad del agua.
  - MÉTODOS DE CONTROL: se especificarán éstos, como nivel de desinfectante, análisis de *Legionella*, dureza del agua, etc.
  - PERIODICIDAD DE LOS ANÁLISIS: se indicará para la periodicidad de cada análisis (dureza → mensual; pH → semanal, etc).

### 2.3.5.-PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.

Los procedimientos de desinfección deben estar precedidos por los de limpieza, ya que si no, los desinfectantes que se apliquen no serán efectivos. En ciertos casos puede ser aconsejable realizar una desinfección primaria contra la legionela para proteger a los trabajadores de van a realizar las operaciones de limpieza y desinfección, ya que como veremos a continuación, pueden liberarse las bacterias que están ocultas en la capa de biofilm o en las incrustaciones.

En una tubería se forma una capa de biofilm, formada por sustancias orgánicas que pueden albergar a la legionella. También pueden existir incrustaciones calcáreas, debidas al aporte de carbonatos y sulfatos de nuestras aguas, que pueden ocultar a la legionella y que impiden que los desinfectantes lleguen hasta ella y puedan destruirla. Por ello, hemos de limpiar la tubería de incrustaciones y eliminar la capa de biofilm para que el desinfectante sea efectivo. Así pues, la secuencia de operaciones que deben realizarse son las siguientes: desinfección primaria (si es necesaria),



destrucción de la capa de biofilm, utilizando biodispersantes, destrucción de las incrustaciones, utilizando antiincrustantes, limpieza y arrastre de los sedimentos y lodos que se hayan formado en estas operaciones y desinfección final.

Si el Real Decreto 865/2003, contempla un determinado procedimiento para realizar la limpieza y desinfección, debe seguirse este tal como lo indica, y ajustarse, en los programas de limpieza y desinfección a las tareas y procedimientos que están establecidos en el.

El Programa de limpieza y desinfección debe contener los siguientes apartados:

1. PROCEDIMIENTOS A SEGUIR: estarán perfectamente detallados para cada uno de los elementos de la instalación. Por ejemplo, para la ducha circular de un balneario, sería el siguiente.
  - Desmontar los rociadores, eliminar las partículas de las sales depositadas con un cepillo de cerda dura y sumergirlos en una solución de desincrustante “Desincrusta” al 10% durante 30 min.
  - Enjuagar los rociadores con agua potable.
  - Sumergirlos en una solución de biodispersante “Biodispersa” al 5% durante 15 minutos.
  - Enjuagar los rociadores con agua potable.
  - Sumergirlos en una solución de desinfectante “Desinfecta” de 20 ppm durante 30 minutos.
  - Enjuagar los rociadores con agua potable y montarlos en las duchas.

Igual detallaríamos el procedimiento para el resto de elementos que componen la instalación: inhaladores, bañeras, chorros, etc.

2. PRODUCTOS A UTILIZAR Y DOSIS: Deben quedar indicados todos los productos que se utilizan en cada elemento de la instalación: neutralizantes, desincrustantes, biodispersantes, desinfectantes, etc. Además, las fichas técnicas y de datos de seguridad de los productos deben adjuntarse en un anexo al final del programa. Por ejemplo,

*Desincrustante “Desincrusta”*

- Utilización: en conducciones de agua caliente termal e inhaladores.
- Dosis: 10 ppm en conducciones de agua caliente termal y 5 ppm en inhaladores.
- Tiempo de actuación: 15 min en conducciones de agua caliente termal y 30 min en inhaladores.
- Preparación de las disoluciones: Disolver 12 cc de “Desincrust” por cada 5 litros de agua a tratar, para obtener una concentración de 10 ppm, y disolver 7 cc de “Desincrusta” por cada 10 litros de agua a tratar, para obtener una concentración de 5 ppm.

3. PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA: Deben indicarse para cada producto que se utilice. Pueden ponerse algunas de las indicaciones que vienen en la ficha de datos de seguridad,
  - Identificación de los peligros
  - Primeros auxilios
  - Medidas a tomar en caso de vertido accidental
  - Precauciones en la manipulación y almacenamiento
  - Medidas de protección individual, etc.más aquellas que se consideren necesarias y que complementarán a las anteriores.

4. PERIODICIDAD DE LAS ACTIVIDADES: Deben indicarse para cada uno de los procedimientos de limpieza y desinfección que se realicen en la instalación:
- *Inhaladores*: mensualmente desmontaje general, limpieza y desinfección de los mismos y diariamente control de incrustaciones y vaciado y renovación con agua nueva y limpia la que contiene la botella.
  - *Duchas circulares*: mensualmente desmontaje, limpieza y desinfección de los rociadores. Anualmente sustitución por unos nuevos.
  - Etc.

### 2.3.6.-REGISTROS DE MANTENIMIENTO.

Se elaborarán tantas hojas de registro como elementos compongan la instalación: ACS, AFCH, conducciones de agua termal, inhaladores, duchas, bañeras, piscina termal, etc., indicando en cada una de ellas la periodicidad, las personas que han de realizar las operaciones, procedimientos de actuación, preparación de las disoluciones, etc.

A continuación veremos un posible modelo de hoja de registro para la Galería Termal de un Balneario:

<b>GALERIA TERMAL. Limpieza y desinfección conducciones agua caliente mineromedicinal. AÑO 2002</b>				
PERIODICIDAD: mensual EJECUCIÓN: Departamento de mantenimiento. NOTA: Coordinar con el jefe de baños para realizar los tratamientos en ausencia de enfermos. PREPARACIÓN SOLUCIÓN HIPERCLORADA DE 20 ppm: Depósito de agua termal de 250 l, al que se le añadirán 30 cc de hipoclorito sódico con riqueza de 180 g/l. PREPARACIÓN SOLUCIÓN TIOSULFATO SÓDICO DE 5 ppm: Disolver 150 g de tiosulfafo sódico para 250 l de agua. PROCEDIMIENTO:				
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cerrar llaves de paso generales</li> <li>▪ Vaciar tuberías.</li> <li>▪ Llenado de las conducciones con solución de agua clorada con 20 ppm de cloro durante 4 h.</li> <li>▪ Solución de 20 ppm: 1'5 ppm de solución de hipoclorito de 180 g/l de cloro x 10 l de agua.</li> <li>▪ Neutralización con solución de tiosulfato sódico de 5 ppm.</li> <li>▪ Vaciado de tuberías y vertido al alcantarillado.</li> <li>▪ Enjuagado del circuito con abundante agua termal. Tres veces</li> </ul>				
MES	FECHA	OPERARIO	VºBº JEFE MANTENIM.	OBSERVACIONES
Enero				
Febrero				
Marzo				
Abril				
Mayo				
Junio				
Julio				
Agosto				
Septiembre				
Octubre				
Noviembre				
Diciembre				

Si las indicaciones que se acompañan sobre la tabla del registro no cupieran en la misma cara del folio donde vaya la propia tabla, se pueden poner en la otra cara del folio, de modo que el operario siempre disponga de los procedimientos detallados que debe realizar y no haya lugar a error.

Igualmente elaboraríamos las diferentes hojas de registro que fueran necesarias: hojas de registro de biocida en la torre de refrigeración, hoja registro de control de temperatura en los grifos de ACS, hojas de registro de conservación y limpieza de los grifos y duchas, etc., etc.

### 2.3.7.-CADENA DE RESPONSABILIDADES.

Deben contemplarse los nombres y apellidos de las personas, sus cargos y responsabilidades en el control de legionella de las instalaciones.

Recordemos que el artículo 4 del Real Decreto 865/2003, indica que el titular de las instalaciones de riesgo contempladas en el artículo 2, es el responsable del cumplimiento de lo dispuesto en el mismo, y que la contratación de un servicio de mantenimiento externo no exime al titular de la instalación de su responsabilidad.



El esquema anterior de la cadena de responsabilidades pretende dar la idea de que, aunque ante la autoridad sanitaria el responsable de que se lleve a cabo lo contemplado en el Real Decreto 865/2003 sea el titular de la instalación, éste puede pedir las correspondientes responsabilidades al técnico y demás personas que intervienen en el control de la legionella, y que una mala práctica de los operarios o una inadecuación de los programas de mantenimiento elaborados por el técnico responsable, pueden derivar en un deficiente control de la legionella y por tanto, recaer la responsabilidad de los efectos que puedan producirse en el titular de la instalación.

### 2.3.8.-CRONOGRAMAS.

La elaboración de los cronogramas y su inclusión en los programas de prevención y control de legionelosis tienen la finalidad de reflejar en una hoja las actividades anuales que deben realizarse, de modo que de un vistazo, sepamos las tareas que tenemos que realizar, por ejemplo, en un mes determinado.

A modo de ejemplo, a continuación tenemos un posible modelo de cronograma, aunque para cada instalación, el técnico que prepare los programas de mantenimiento puede elaborar el cronograma que crea más adecuado a sus necesidades.

Mensual	Semanal	Diario	AÑO 2003											
INSTALACIÓN/Actividad			E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>REVISIÓN ACS Y AFCH</b>			:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
General de la instalación														
Conservación y limpieza acumuladores														
Conservación puntos terminales red (grifos/duchas)														
Semanalmente abrir duchas/grifos habitaciones n.ocup.														
<b>MEDIR Tª ACS Y AFCH</b>			:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
Depósito AFCH														
Muestra rotatoria duchas/grifos AFCH														
Grifos cerca/lejos acumuladores ACS														
Diariamente depósito ACS (≥ 60°C)														
Todos los grifos y duchas														
<b>LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN ACS Y AFCH</b>			:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
General toda la instalación														
Tras parada > 1 mes, reparación, modificación,.....														

### 3.-BAÑERAS DE HIDROMASAJE.-

Son piscinas con vasos generalmente no demasiado grandes, que llevan sistemas de impulsión de chorros de agua y/o de aire que producen masajes en diferentes partes del cuerpo.

Vamos, en primer lugar a aclarar algunos términos que emplearemos seguidamente:

- SPAS: son bañeras de hidromasaje, que inyectan chorros de una mezcla agua-aire. Llevan un circuito hidráulico con recirculación del agua de la bañera. Existen bañeras de hidromasaje cuyos inyectores solo impulsan burbujas de aire y no agua. A veces se llaman Spas a los establecimientos que tienen diferentes dependencias para aplicaciones de agua (duchas, chorros, bañeras,...). Utilizan agua potable. Estos establecimientos no son balnearios ya que no emplean aguas declaradas como mineromedicinales.
- JACUZZI: es un equipo igual que el anterior, marca comercial, que se ha convertido en palabra genérica para este tipo de instalaciones.

Las bañeras unipersonales no suelen llevar filtros y sistemas de desinfección.

Las bañeras colectivas sí suelen llevar filtro y sistema de desinfección (ozono, bromo).



En establecimientos en los que el suministro o aporte de agua es continuo, sin demasiadas restricciones, y no hay que pagar por ella, como es el caso de las aguas de manantial o pozos de balnearios, pueden instalarse bañeras de hidromasaje con llenado y vaciado continuo a las que se le instalan unos inyectores de aire y/o agua.

### 3.1.-Limpieza y desinfección.

- Cuando se instalen las bañeras hidromasaje: 24 h / 15 ppm cloro ó 3 h / 100 ppm de cloro.
- Si tiene recirculación, poner el sistema en funcionamiento más de 10 min.
- Si el agua no procede de la red potable, debe instalarse un depósito intermedio con sistema automático de desinfección, debidamente dimensionado para la correcta desinfección del agua:
  - Cloro residual libre: 0'8-2 ppm.
  - Bromo residual libre: 2-4 ppm
  - pH: 7'2-7'8 unidades
  - Registro de controles (Cl, pH): al menos 2 veces al día.

### 3.2.-Bañeras de llenado y vaciado de uso individual.

- Son de llenado y vaciado. El agua debe cambiarse para cada usuario.
- DISEÑO: si mezcla AFCH y ACS, el mezclador estará lo más próximo posible al vaso.
- REVISIÓN:
  - Mensualmente → revisar elementos y difusores.
  - Si agua no es de red potable → mantener un adecuado nivel de desinfectante.
- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN:
  - Después de cada uso → vaciado y limpieza de paredes y fondo bañera.
  - Al finalizar jornada → vaciado, limpieza, cepillado y desinfección de paredes y fondo.
  - Semestralmente → desmontar, limpiar y desinfectar difusores (Anexo 3.B.c).
  - Anualmente → limpieza y desinfección de todos los elementos (conducciones, mezclador temperatura, difusores....).

### 3.3.-Bañeras con recirculación de uso colectivo.-

Son bañeras del tipo jacuzzi colectivo indicado en las fotografías anteriores.

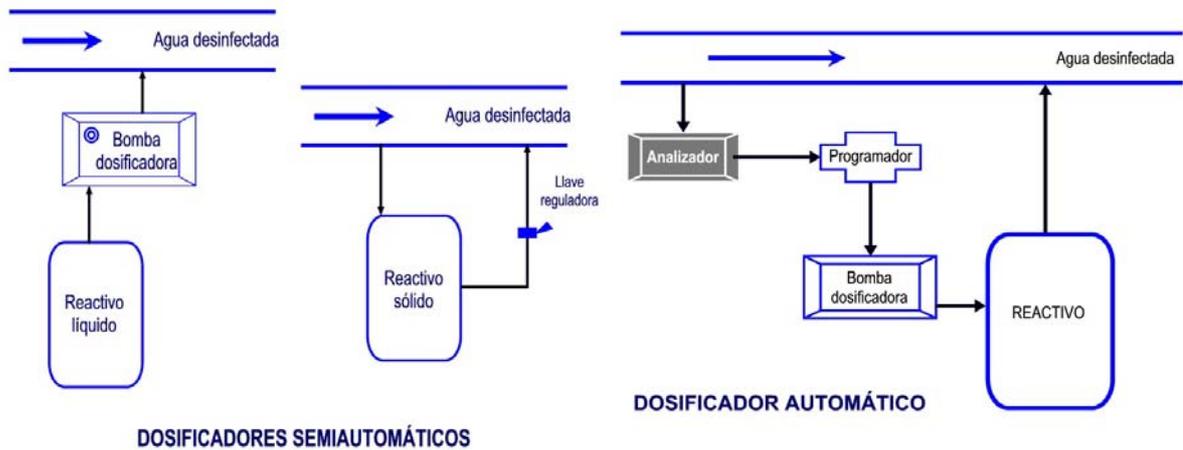
- DISEÑO:
  - Tendrán filtración y dosificadores automáticos de desinfectantes.
  - El equipo recirculará el agua del vaso máximo en 30 min.
  - Velocidad máxima filtración, en filtros de arena:  $36'7 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$ .
  - Renovar agua continuamente:  $3 \text{ m}^3/\text{h}/20$  usuarios.
- REVISIÓN:
  - Mensualmente: todos los elementos (conductos, filtros,...).
  - Mantener continuamente adecuado nivel de desinfectante.
  - Al menos cada 6 meses: revisión de todos los elementos, cambiando los que lo necesiten (20-30 mg/l Cl, 30 min, aclarar).
- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN:
  - Diariamente: limpiar revestimiento vaso.
  - Cl o Br a 5 ppm → recircular 4 h.
  - Al menos cada 6 meses → limpieza y desinfección boquillas impulsión agua depurada.
  - Periódicamente → limpieza o renovación del filtro.
  - Semestralmente → limpieza y desinfección de todos los elementos (depósitos, conducciones, filtro, vaso, difusores,.... → Anexo 3.B.c).

### 3.4.-Piscinas de uso colectivo.

Están reguladas por el Decreto regional 58/1992.

- Realizar la limpieza (desincrustación, cepillado del vaso,...) y desinfección antes de cada temporada de baños.
- Inclirlas en el Programa de Control de legionella (procedimientos, registros, periodicidad, productos...) de toda la instalación (sistemas de ACS y AFCH, torres refrigeración, etc.).

El agua de baño debe estar desinfectada en continuo, y para ello se pueden instalar dosificadores de desinfectantes semiautomáticos o automáticos. A continuación veremos un esquema de funcionamiento de ambos tipos.



Dosificador semiautomático

En los dosificadores semiautomáticos la regulación de la cantidad de desinfectante se realiza manualmente mediante un botón regulador (reactivo líquido) o llave de paso de agua (reactivo sólido).

En los dosificadores automáticos el sistema lleva un analizador que mide la cantidad de desinfectante que acarrea el agua de retorno y un programador que hemos regulado con los márgenes de desinfectante que debe contener el agua que retorne, por ejemplo, a la torre de refrigeración (cloro libre 1-2 ppm). Si el biocida del agua de retorno está por debajo o por encima de los niveles establecidos, la bomba se pondrá en marcha o se parará, respectivamente, de un modo automático.

#### 4.-FUENTES ORNAMENTALES.-

- Antes de su puesta en marcha: vaciadas, rascadas, limpiadas y desinfectadas.
- Instalación de sistemas de desinfección en continuo (cloro, bromo, rayos UVA...).
- Agua de pozo: cloración en depósito intermedio 30 min., y recirculación por todo el circuito.
- Instalar sistemas de rayos UVA, en fuentes con animales y peces, si no se pueden utilizar cloro, bromo o biocidas.
- Incluirlo en el Programa de Control de legionella (procedimientos, registros, periodicidad, productos...).



#### 5.-RIEGO POR ASPERSIÓN.-

En riego de jardines de núcleos urbanos:

- Agua de pozo: cloración en depósito intermedio 30 min., y recirculación por todo el circuito.
- Regar con poca afluencia de personas → disminuye el riesgo.
- INVERNADEROS: como generalmente no se podrá utilizar agua clorada, ya que el cloro estropearía las plantaciones, se puede hacer lo siguiente:
  - Regar en ausencia de operarios.
  - Esperar una hora después del riego para entrar al invernadero, de modo que aseguremos que se han sedimentado los aerosoles.
  - Regar preferiblemente por la noche, con sistemas programados.
- Incluirlo en el Programa de Control de legionella (procedimientos, registros, periodicidad, productos...).

#### 6.-EQUIPOS DE TERAPIA RESPIRATORIA.

Son sistemas que originan aumento de la humedad relativa ambiental y se utilizan en terapia respiratoria con la finalidad de llevar una gran cantidad de humedad a las vías respiratorias, para que ésta ayude a fluidificar las secreciones, sean más fácilmente eliminadas, y que el curso de la enfermedad sea mas corto y benigno.

Otros sistemas se utilizan para administrar medicamentos por vía respiratoria en forma de aerosol. Veamos algunas definiciones:

- HUMIDIFICADOR: equipo que produce un aire humidificado frío.
- VAPORIZADOR: equipo que produce un aire humidificado caliente.
- NEBULIZADOR: dispositivo que permite administrar medicamentos en solución, en forma de aerosol, al árbol respiratorio.

## 6.1.-Humedad absoluta y humedad relativa.

- **HUMEDAD ABSOLUTA:** Peso de vapor de agua contenido en un volumen de aire y se expresa en kg agua por kg de aire seco. Se suele dar en g de vapor de agua por m<sup>3</sup> de aire. Aumenta al aumentar la temperatura. Cuando la atmósfera está saturada de vapor de agua el grado de incomodidad física es alto, ya que se dificulta la transpiración corporal.
- **HUMEDAD RELATIVA:** es de la que se habla normalmente (meteorología) y es la razón entre el contenido efectivo de vapor en la atmósfera y la cantidad de vapor que saturaría el aire a la misma temperatura. Se da en %. Es a la que nos referimos cuando hablamos de humedad a secas, sin especificar si es absoluta o relativa.

$$Hr(\%)_t = \frac{\text{Contenido efectivo vapor agua en un volumen de aire}}{\text{Contenido máximo de vapor de agua que podría tener ese volumen de aire}}$$

Los factores que afectan al grado de humedad ambiental son:

- Cantidad de agua o vapor de agua disponible
- Temperatura ambiental
- Tiempo de exposición al agua
- Superficie de exposición al agua

Una baja humedad ambiental origina:

- Disminución de la actividad ciliar de la vía respiratoria
- Cambios en la calidad del mucus respiratorio
- Alteración de la mucosa respiratoria
- Pérdida de agua del paciente
- Disminución de la temperatura corporal
- Colapsos parciales del pulmón, por tapones mucosos
- Predisposición a las Infecciones respiratorias

En algunas aplicaciones industriales es necesario tener una humedad ambiente idónea para que los procesos industriales se puedan realizar adecuadamente. A continuación se indican algunos de estos procesos y la humedad relativa ambiental óptima.

<b>APLICACIONES INDUSTRIALES Y NIVELES DE HUMEDAD RECOMENDADOS</b>	
Impresión y almacenamiento de papel	50-60 % Hr
Textiles (lana y algodón)	65-75 % Hr
Madera y carpintería	45-65 % Hr
Procesado de tabaco	55-70 % Hr
Almacenamiento de frutas y verduras	75-98 % Hr
Almacenes refrigerados y mataderos	>95 % Hr
Áreas de preparación de pinturas de coche	60-80 % Hr
Invernaderos de plantas	70-90 % Hr
Electrónica	50-55 % Hr
Computadoras y oficinas	45-55 % Hr

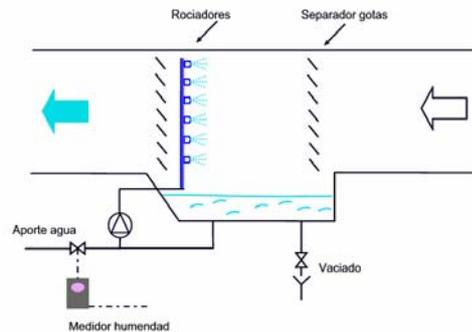
Por ello es a veces necesario instalar equipos que puedan producir esa necesaria humedad óptima. Estos equipos son los humidificadores.

## 6.2.-Tipos de humidificadores.

A continuación veremos algunos esquemas de diferentes humidificadores.

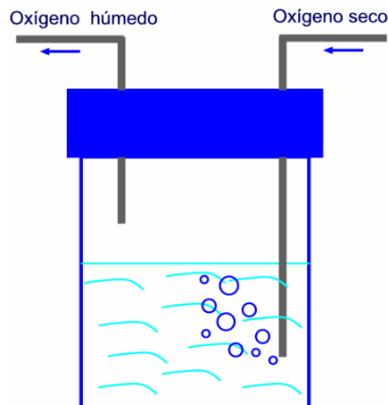
Los humidificadores pueden ser de diferentes tipos:

- De Sobrepaso
- De Burbuja
- Tipo Jet
- De Cascada
- De Camisa
- Intercambiador calor/humedad HME
- Ultrasónico

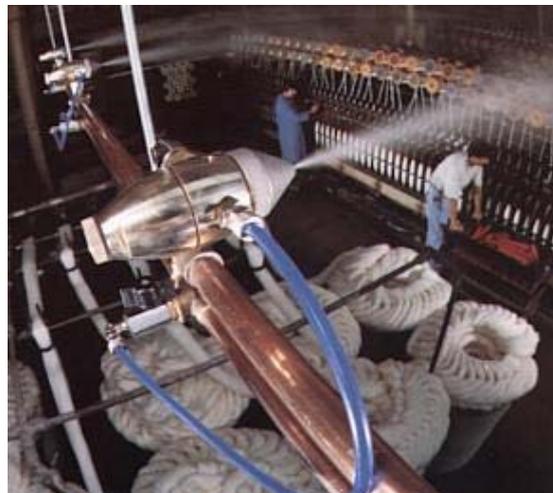


**HUMIDIFICADOR DE SOBREPASO:** el aire pasa por la superficie del agua. Origina una baja humidificación, salvo que lleve calefactor.

**HUMIDIFICADOR DE BURBUJA:** el aire pasa por debajo de la superficie del agua, provocando que ésta burbujee. No lleva calefactor. Produce mayor humedad que el anterior. Estos son los que se suelen utilizar en clínica para el suministro de oxígeno a los pacientes.



**HUMIDIFICADOR DE TIPO JET O TERMONEBULIZADOR,** que mediante el aceleramiento del flujo de gas por estrechamiento del canal por donde circula se produce ascenso del agua y posterior choque de ésta, obteniendo pequeñas partículas de agua. El aire pasa por la superficie y por el interior del agua. Produce mayor humidificación, pero puede sobrehumidificar la mucosa respiratoria.



**HUMIDIFICADOR DE CASCADA:** lleva calefactor, tiene una mayor superficie de contacto aire/agua y puede lograr una humedad relativa del 100%.

**HUMIDIFICADOR DE CAMISA:** lleva calefactor, papel absorbente para aumentar la superficie de contacto agua/aire y puede lograr una humedad relativa del 100%.

**INTERCAMBIADOR CALOR / HUMEDAD:** lleva material absorbente comprimido, lo que le da una alta superficie de contacto aire/agua. Actúan también como filtros bacterianos. Son desechables.

**HUMIDIFICADOR ULTRASÓNICO:** hacen vapor al crear vibraciones ultrasónicas en el agua del recipiente que lleva el aparato.

Existen también humidificadores industriales ultrasónicos, que al igual que los de tipo jet, pueden llevar sistemas de desinfección en continuo del agua de aporte por medio de rayos UV.



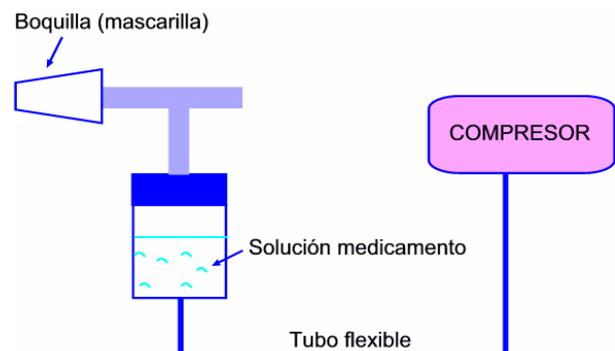
H.I. ultrasónico



### 6.3.-Nebulizadores.

Son dispositivos que permiten administrar medicamentos en solución, en forma de aerosol, al árbol respiratorio.

Funcionan con un compresor de aire que hace que los medicamentos nebulizados formen un aerosol húmedo, para ser aspirados por el paciente.



### 6.4.-Enfermedades asociadas al uso de equipos de terapia respiratoria.

Existen numerosos estudios que asocian el uso de estos sistemas de terapia respiratoria a la legionelosis.

Además se han descrito otras enfermedades respiratorias por hongos (*Candida albicans*, *Aspergillus fumigatus*...) y bacterias, asociadas al uso de estos dispositivos.

Hay que tener en cuenta que las personas que suelen utilizar estos sistemas son enfermos, algunos de ellos muy graves que están en las UCI's de los hospitales, y

que por tanto, son enfermos inmunodeprimidos, por lo que el riesgo frente a la legionelosis y otras enfermedades es extremadamente elevado → La limpieza y desinfección de estos sistemas debe ser exquisita.

### 6.5.-Limpieza y desinfección de equipos de terapia respiratoria.

- EQUIPOS DE TERAPIA RESPIRATORIA REUTILIZABLES: limpiar y desinfectar o esterilizar antes de cada uso.
- ESTERILIZACIÓN: óxido de etileno o plasma o desinfectantes de alto nivel con marcado CE.
- HUMIDIFICADORES: esterilizarlos o desinfectarlos diariamente y utilizar agua estéril.

Una vez desinfectados, hay que lavar varias veces el material con agua estéril, con el fin de eliminar cualquier resto de desinfectante y evitar que pasen a la vía respiratoria.

En pacientes de alto riesgo (inmunodeprimidos, de más de 65 años, diabéticos, insuficiencia cardíaca y enfermedad pulmonar congestiva crónica) → equipos desechables

Estas operaciones que han de realizarse en estos sistemas, deben quedar reflejadas en los Programas de control de la legionelosis, que incluirán también las hojas de registro necesarias, donde quedarán reflejadas las operaciones a efectuar y la firma del operario que la lleva a cabo.

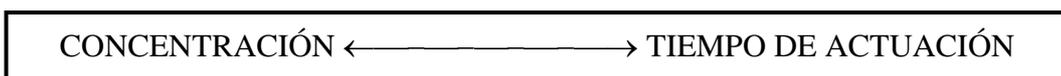
Debe rotularse de modo visible cada uno de los dispositivos, de modo que sea fácil identificarlos y que no haya dudas al incluirlos en los registros de limpieza y desinfección del Programa de Control de legionella.

También se puede incluir una fotografía de cada tipo de dispositivo en el Programa.

ESTERILIZACIÓN: destrucción de todos los microorganismos contenidos en un objeto por métodos físicos (calor, presión,...) o químicos (productos químicos).

DESINFECCIÓN: destrucción de los gérmenes patógenos en todos los ambientes, materias o partes en que pueden ser nocivos, por métodos mecánicos, físicos o químicos, contrarios a su vida o desarrollo.

ACCIÓN DEL DESINFECTANTE:



**6.6.-Desinfectantes de alta eficacia.**

PRODUCTO	CONCENTRACIÓN ACUOSA
<b>ESTERILIZACIÓN</b>	
▪ Glutaraldehido	Variable
▪ Peróxido de hidrógeno	6-30%
▪ Formaldehido	6-8%
▪ Dióxido de cloro	Variable
▪ Acido peracético	Variable
<b>DESINFECCIÓN</b>	
▪ Glutaraldehido	Variable
▪ Peróxido de hidrógeno	3-6%
▪ Formaldehido	1-8%
▪ Dióxido de cloro	Variable
▪ Acido peracético	Variable
▪ Derivados cloro	500-5000 mg/l (ppm), cloro libre
▪ Alcoholes (octil, isopropil)	70%
▪ Compuestos fenólicos	0'5-3%
▪ Compuestos iodóforos	40-50 mg/l (ppm), iodo libre
▪ Compuestos amonio cuaternario	0'1-0'2%

Tomado de Seymour S. Block, Disinfection, Sterilization and Preservation.

Los desinfectantes que se utilicen en equipos de terapia respiratoria deben cumplir lo establecido en el Real Decreto 414/1996, de 1 de marzo, por el que se regulan los productos sanitarios. Deben ser aplicados siguiendo las instrucciones de uso recogidas en la etiqueta del producto.

**FORMALDEHIDO:**

- Se utiliza en concentraciones del 2-8% como desinfectante de instrumentos quirúrgicos y endoscópicos, materiales que lleven plástico o goma, hemodializadores, etc.

**GLUTARALDEHIDO:**

- Igual que el anterior posee un amplio espectro antiinfeccioso, incluidos virus y esporas, aunque éste es mas activo que el formaldehido. En solución acuosa al 2%, tamponada con bicarbonato sódico al 3%, para conseguir un pH=7'5-8'5, desinfecta diverso material en 30 min., pero su actividad se pierde a las 2 semanas de preparado.

**CLORHEXIDINA:**

- Posee un amplio espectro antimicrobiano, pero no mata las esporas, aunque impide su germinación y no es virucida.
- Se emplea en solución acuosa al 5% asociado a un agente tensoactivo para desinfección de material.
- Debe prepararse la solución cuando queramos desinfectar y no conservarla preparada, pues puede contaminarse y además pierde actividad.

**POVIDONA YODADA**

- Derivado yodado, que se puede utilizar para desinfección de catéteres y equipo de diálisis.

**DERIVADOS CLORADOS**

## 6.7.-Esterilización.

### AUTOCLAVE:

- La esterilización se realiza por calor húmedo, a 1 atmósfera de presión.
- Si el material lo permite se esteriliza en autoclave, y si no se tiene, en olla a presión durante un periodo de 20 min.

### HORNO PASTEUR (Poupinel):

- La esterilización se produce por calor seco, por lo que la temperatura debe ser mayor que en el autoclave.
- Mantener durante 1 hora a 170 °C.

### ACIDO PERACÉTICO:

- Resulta de mezclar ácido acético, peróxido de hidrógeno y agua.
- Se utiliza en equipos esterilizadores.
- Esteriliza a baja temperatura mediante la inmersión del material en la solución ( $\cong 55$  °C, 30 min.).

### OXIDO DE ETILENO

- Gas no corrosivo, antimicrobiano de amplio espectro a temperatura ambiente.
- Se utiliza en aparatos esterilizadores
- Es irritante de vías respiratorias y mutágeno → cada vez más en desuso.

### PERÓXIDO DE HIDRÓGENO:

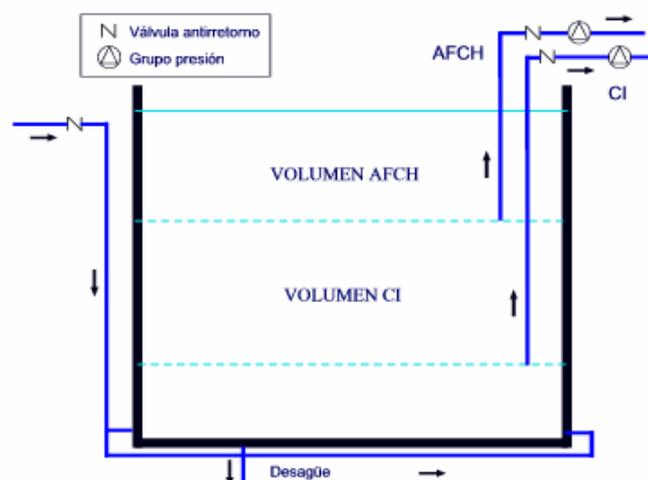
- Se vaporiza una solución acuosa de peróxido de hidrógeno al 58% en una cámara hermética en la que se aplica una radiofrecuencia → *esterilización por gas plasma*.

## 7.-SISTEMAS CONTRA INCENDIOS.-

Se debe realizar la limpieza cuando se realice la prueba hidráulica.

Es conveniente situar los depósitos de agua de consumo humano y contra incendios unidos según el siguiente esquema.

Los sistemas de agua contra incendios deberán cumplir la legislación vigente de protección contra incendios en lo relativo a tipo de construcción, materiales a emplear, mantenimiento de las instalaciones, etc.



**BIBLIOGRAFÍA:**

1. Decreto 55/1997, de 11 de julio, sobre condiciones sanitarias de Balnearios, Baños Termales y Establecimientos de Talasoterapia y de aplicación de Peloides.
2. Decreto 58/1992, de 28 de mayo, por el que se establecen las condiciones higiénico-sanitarias de las piscinas de uso público de la Región de Murcia.
3. Real Decreto 414/1996, de 1 de marzo, por el que se regulan los productos sanitarios. (BOE nº 99, 24-Abr-1996)
4. Real Decreto 997/2002, del Ministerio de Fomento, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02) (BOE nº 244, 11-Oct-2002).
5. Real Decreto 2177/1996, de 4 de octubre, NBE-CPI-96 Norma Básica de la Edificación y Condiciones de Protección contra Incendios en los edificios (B.O.E. nº 261, 29-Oct-1996).
6. Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios (BOE nº 298, 14-Dic-1993).
7. Orden de 16 de abril de 1998 sobre normas de procedimiento y desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios y se revisa el anexo I y los apéndices del mismo. (BOE nº 101, 28-Abr-1998).
8. Martí Deulofeu, JMª. Tratamientos de aguas. Ed. Stenco. Feb 2000. [www.stenco.es](http://www.stenco.es)
9. A guide to developing risk management plans for cooling tower systems. Department of Human Services Public Health Division. Nov 2001. [www.legionella.vic.gov.au](http://www.legionella.vic.gov.au)
10. Legionnaires' disease. The control of legionella bacteria in water systems. Health & Safety Commission. Ed. Crown. Nov 2000. Great Britain

**TEMA 5. CALIDAD DEL AGUA, CARACTERÍSTICAS Y TRATAMIENTOS DE APORTE A LA INSTALACIÓN.**

1. Calidad de las aguas de abastecimiento.
2. Corrección química y acondicionamiento del agua en las diferentes instalaciones. Lucha contra la corrosión. Lucha contra las incrustaciones.
3. Procedimientos en circuitos semiabiertos y cerrados.

## **TEMA 5. CALIDAD DEL AGUA, CARACTERÍSTICAS Y TRATAMIENTOS DE APORTE A LA INSTALACIÓN.**

1. - Calidad de las aguas de abastecimiento.
2. - Corrección química y acondicionamiento del agua en las diferentes instalaciones. Lucha contra la corrosión. Lucha contra las incrustaciones.
3. - Procedimientos en circuitos semiabiertos y cerrados.

### **1. Calidad de las aguas de abastecimiento.**

El agua es por su naturaleza y abundancia el compuesto químico más importante de todos los que se conocen; determina gran parte de los procesos físico-químicos y biológicos que se producen en nuestro planeta y es, sin ninguna duda, la base de la vida.

El agua, tal y como se encuentra en la naturaleza, no es un agua pura sino que contiene distintos constituyentes e impurezas que son los que van a determinar la calidad o las cualidades de esa agua.

Los parámetros que se identifican en un agua pueden agruparse en tres clases: Físico-químicos, microbiológicos y radiactivos.

El uso de un agua va a estar condicionado por el tipo y/o la concentración de sus constituyentes o impurezas. En función de éstos podremos utilizar un agua para consumo humano, para uso industrial, agrícola, ganadero o de servicio público.

El agua puede tener distintos orígenes:

- Lluvia o nieve.
- Aguas superficiales ( ríos y lagos)
- Aguas subterráneas ( pozos y manantiales)
- Agua de mar

El agua de lluvia es casi agua destilada al proceder de la evaporación del agua de mar o de aguas superficiales. Pero al caer el agua va captando contaminantes atmosféricos que van aumentando su acidez.

Las aguas superficiales presentan una alta concentración de minerales disueltos que van a producir un aumento de la alcalinidad, salinidad y dureza, en función de la naturaleza del terreno por la que discurra el agua.

Las aguas subterráneas están exentas de oxígeno disuelto y presentan alta concentración de CO<sub>2</sub> que va a facilitar la disolución del Fe y Mn en el agua. Además dichas aguas pueden ser salobres si se encuentran próximas al litoral marítimo.

Las aguas de mar contienen una elevada concentración de sales necesitando un proceso más complicado de depuración para su aprovechamiento

El RD140/2003, de 7 de febrero de 2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, en su artículo 2 establece que un agua de consumo humano como:

- a) Todas aquellas aguas, ya sea en su estado original, ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministre al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados.
- b) Todas aquellas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objeto y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos.
- c) Todas aquellas aguas suministradas para consumo humano como parte de una actividad comercial o pública, con independencia del volumen medio diario suministrado.

Si queremos utilizar un agua para consumo humano debe cumplir los requisitos especificados en la parte A y B del anexo I del RD140/2003, de 7 de febrero de 2003, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Además de cumplir con dichos parámetros el agua será salubre y limpia además de no contener ningún tipo de parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo par la salud humana.

Para determinar el uso que se puede dar a un agua, es necesario conocer una serie de características, que nos van a permitir identificar, si ese agua es idónea para ese uso, y en caso contrario, cual es el tratamiento que es necesario aplicar para que sea adecuada antes de su aplicación y durante la misma si es necesario.

## QUÍMICA GENERAL DEL AGUA:

En este apartado vamos a desarrollar solamente los puntos más importantes para poder comprender el comportamiento general del agua.

### **1. Sales y gases disueltos en el agua , su equilibrio químico**

El agua de lluvia al caer y en su contacto con el terreno va disolviendo gases y sales que se van incorporando al agua. Hay una serie de factores que van

a determinar la concentración final del agua entre ellos destacan: la superficie de contacto, longitud del recorrido, tipología del terreno, tiempo de contacto, temperatura y presión.

Las sales disueltas en aguas continentales suelen ser bicarbonatos, cloruros, sulfatos y carbonatos alcalinotérreos. Además de silicatos, nitratos y sales de hierro o manganeso.

Si el terreno presenta contaminación con residuos urbanos o agrícolas, el agua puede contener amonio, nitritos, nitratos, fosfatos y materia orgánica. Si hay contaminación de origen industrial el listado aumentará considerablemente.

Los sulfatos y bicarbonatos precipitan al aumentar la temperatura, debido a que se produce la eliminación del  $\text{CO}_2$  disuelto en el agua, produciendo incrustaciones sobre todo en los sistemas de agua caliente sanitaria. Estas precipitaciones también se van a producir si el pH del agua es bastante básico.

La concentración de sales disueltas e agua va a condicionar su comportamiento químico.

## **2. pH**

El pH es la concentración de iones hidrógeno. Indica la acidez o alcalinidad del agua. A pH inferior a 7 unidades, es un agua ácida, a pH igual a 7, es un agua neutra y a pH superior a 7, es básica.

En suelos silíceos el agua suele ser ácida y en terrenos calizos presenta propiedades alcalinas.

## **3. Alcalinidad**

Determina el contenido total de hidróxidos, carbonatos o bicarbonatos alcalinotérreos. Se expresa en mg/l de  $\text{CO}_3\text{Ca}$

## **4. Conductividad**

Es la capacidad de una solución acuosa para conducir la corriente eléctrica. Está directamente relacionado con las sales disueltas en el agua. Se expresa en microsiemens/cm<sup>2</sup>.

## **5. Turbidez**

Propiedad óptica que hace que la luz se disperse o se absorba, en lugar de transmitirse en línea recta, debido a la presencia de sustancias en suspensión presentes en dicha agua. Se mide en Unidades Nefelométricas de Formacina (UNF).

## **6. Residuo seco**

Es la suma de la concentración de los sólidos totales en disolución y de los sólidos en suspensión

## 7. Dureza

Es el contenido total de calcio y magnesio en un agua. Se expresa en mg/l de carbonato cálcico. La unidad más utilizada son los grados hidrotimétricos franceses ( HF). Un HF son 10 mg/l de carbonato cálcico. Hay dos tipos de dureza la permanente y la permanente. La dureza temporal es el conjunto carbonatos y bicarbonatos de Ca y Mg presentes en un agua y la permanente es la que presenta un agua después de haberse sometido a ebullición y se debe a la concentración de sulfatos y cloruros.

El agua en función de su dureza se clasifica.

TIPO	DUREZA en HF
Muy blanda	0-5
Poco dura	5-15
Medianamente dura	15-50
Dura	50-90
Muy dura	>90

## 8. Índice de Langelier (Is)

Para calcular el Índice de Langelier debemos conocer el pH del agua problema y el pH de saturación.

$$Is = pH - pHs$$

Si índice de langelier o de saturación es superior a 0,5 nos encontramos con un agua incrustante. Si por el contrario, es inferior a -0,5 nos encontramos con un agua agresiva.

Langelier calculó el pH de saturación de un agua, partiendo de cuatro parámetros:

-Concentración de calcio ( $Ca^{+2}$ ) expresado como  $CaCO_3$ .

-Concentración total de bicarbonatos o alcalinidad total (M) expresado como  $CaCO_3$ .

-la salinidad total o sólidos disueltos totales (B)

-La temperatura (A).

$$PHs = A + B - \log Ca^{+2} - \log M$$

A y B son unas constantes que se calculan en función de la temperatura y de los sólidos disueltos, respectivamente.

También puede calcularse este índice utilizando el ábaco de Hoover-Langelier.

## 9. Índice de Ryznar

Es un índice empírico que nos va a poder permitir conocer si in agua es corrosiva o incrustante.

$$I_r = 2pH_s - pH$$

$I_r < 6$  agua incrustante

$6 < I_r < 7$  agua próxima al equilibrio

$I_r > 7$  agua agresiva

Estos valores son aplicables a temperaturas entre 0 y 60°C pudiéndose afinar la interpretación del resultado según la siguiente tabla:

Índice	Tendencia
4-5	Incrustaciones importantes
5-6	Pequeñas incrustaciones
6-7	Equilibrio
7-7,5	Ligera corrosividad
7,5-8,5	Corrosividad notable

## 2. Corrección química y acondicionamiento del agua en las diferentes instalaciones. Lucha contra la corrosión. Lucha contra las incrustaciones.

Los parámetros que debemos controlar en un agua y el tratamiento que le debemos aplicar, va a depender fundamentalmente del tipo de instalación en la que nos encontremos. El régimen de funcionamiento de estas instalaciones va a condicionar el tratamiento que debemos realizar en función de los problemas que se nos van a presentar. Las instalaciones hidráulicas más usadas son los circuitos de agua fría de consumo humano y de agua caliente sanitaria, torres de refrigeración, acondicionadores evaporativos, circuitos cerrados de calefacción o de refrigeración.

Los problemas más comunes que nos podemos encontrar en estos circuitos son:

1. Sedimentaciones
  2. Corrosión
  3. Incrustaciones
  4. Desarrollo de microorganismos
1. Sedimentaciones.

La velocidad de sedimentación depende del tamaño del los sólidos en suspensión presentes en un agua. A mayor tamaño la sedimentación se producirá más rápidamente. Los coloides, de tamaño entre 0,1 a 100 micras, se mantienen en dispersión estable para desestabilizarlas se necesita realizar tratamientos de coagulación floculación, añadiendo compuestos químicos.

Los sólidos en suspensión tienden a sedimentarse o a flotar en función del tamaño, peso y fuerza ascensional. Si queremos retener partículas gruesas lo podemos conseguir con un decantador o un filtro pero para retener arcillas y partículas de menor tamaño necesitamos un sistema de filtración más fino o incluso, como en el caso de los coloides, realizando una coagulación-floculación previa.

## 2. Incrustaciones

El tipo de incrustación va a depender del ión principal que las genera. Las más frecuentes son:

### o Carbonatos:

Las incrustaciones de carbonato cálcico y magnésico se producen por variaciones de temperatura. Los bicarbonatos solubles por acción del calor se transforman en carbonatos insolubles que precipitan.

Estas incrustaciones se pueden observar principalmente en los sistemas de calefacción, circuitos de refrigeración en zonas calientes y en los sistemas de agua caliente sanitaria. Para su eliminación se puede realizar un tratamiento ácido.

### o Sulfatos

El sulfato cálcico aparece en las instalaciones cuando se alcanzan con altas temperaturas o con contenido elevado de estos iones.

Los sulfatos no se eliminan con un tratamiento ácido se tiene que utilizar agua a alta presión.

### o Sílice

La sílice se puede encontrar como óxido de sílice en forma coloidal, ionizada y de silicoaluminatos de calcio y magnesio. La solubilidad de la sílice es baja a pH ácido y a temperatura alta El óxido de sílice puede vaporizarse y precipitarse en los alabes de la turbina, sobre todo cuando estas turbinas se alimentan con vapor a alta presión. Estas incrustaciones son extremadamente duras y muy difíciles de eliminar por lo que se deben controlar en el agua de aporte. En circuitos que trabajen con aguas cuyos pH sean inferiores a 7 unidades la concentración máxima de sílice está limitada a 150 ppm

### o Hierro y manganeso

Las deposiciones de óxido de hierro son de color rojizo y las de manganeso presentan una coloración pardo negruzca. Las dos se eliminan con CLH

## 3. Corrosión

La corrosión es la destrucción de un metal por un medio químico,

electroquímico, físico o la combinación de ellos. El término corrosión comprende todas aquellas transformaciones en las que el metal pasa del estado libre al estado combinado, con reacciones que pueden producir o no costras de óxido en la superficie.

La corrosión química consiste en una oxidación directa de los átomos del metal por acción de la alta temperatura. La corrosión física se puede producir por abrasión, vibración, agrietamiento, erosión, cavitación, turbulencia o choque de gota.

La mayoría de los procesos de corrosión pertenecen al tipo electroquímico. En ella intervienen el cátodo ( polo negativo) y el ánodo (polo positivo). Se produce una corriente de electrones desde del ánodo al cátodo produciéndose la corrosión y oxidación del ánodo.

Para que haya un flujo de electrones desde el cátodo al ánodo se necesita un medio , en este caso es el agua. Un metal se puede comportar algunas veces como cátodo y otras como ánodo dependerá de su potencial redox y del potencial redox del metal al que se enfrente.

Se puede actuar frente a la corrosión aislando el ánodo respecto al cátodo, aplicar recubrimientos que interrumpan la corriente eléctrica, aplicar una corriente eléctrica en sentido opuesto a la corriente de corrosión o eliminar en el electrolito.

Tipos de corrosión:

- Corrosión superficial uniforme. Es la causada por ácidos con agua que no contiene ninguna característica protectora.
- Corrosión superficial irregular.
- Corrosión localizada uniforme.
- Corrosión irregular localizada.
- Corrosión por picadura. Por existencia de una diferencia de potencial entre distintas zonas debido a la presencia de oxígeno en una zona y la ausencia del mismo en otras por la presencia de incrustaciones.
- Corrosión acicular.
- Agrietamiento o fisuración.

Para determinar si un agua presenta características incrustantes o corrosivas se debe calcular el índice de Langelier o de Ryzna.

#### 4. Desarrollo de microorganismos

Es importante la acción de las bacterias anaerobias sulfato-reductoras ya que dichas bacterias pueden actuar sobre el hierro con la pérdida de dos electrones y obteniendo el catión  $Fe^{2+}$ , o bien, actuando con otras sustancias disueltas en el agua como pueden ser los sulfatos o carbonatos. Debido a la acción de estas bacterias sobre

los metales pueden aparecer herrumbres. Para solucionar este problema puede utilizarse cloro y sus derivados u otros biocidas y con la aireación.

### 3. Procedimientos en circuitos semiabiertos y cerrados.

#### Tratamiento del agua en torres de Refrigeración

En estos circuitos el agua de refrigeración recircula refrigeración y desde una torre de refrigeración hasta el equipo intercambiador de calor. El agua calentada es devuelta a la torre para refrigerarla por evaporación. El agua evaporada debe de remplazarse con agua nueva. La existencia de una torre en un circuito de refrigeración introduce una serie de factores que deben tenerse en cuenta a la hora de planificar y llevar a cabo el tratamiento del agua del sistema:

#### 1. Caudal de reintegro ( aporte)

En estos circuitos existe una serie de perdidas de agua debido a la evaporación continua que se lleva a cabo en la torre. Es necesario que se realice un aporte de un caudal de reintegro exterior que permita mantener constante el volumen de líquido dentro del circuito.

#### 2. Aumento constante de la salinidad del agua

En la torre se está produciendo una evaporación constante del agua, esto lleva asociado un enriquecimiento en sales del agua del circuito ( cloruros, sulfatos, etc). Esta salinidad es necesario compensarla mediante un correcto régimen de purgas, ya que si no lo hiciéramos el contenido en sales aumentaría hasta provocar la obstrucción total del circuito y/o su rápida corrosión.

Para poder calcular el caudal de purga – Ciclos de concentración debemos partir dos premisas fundamentales:

Agua que entra = agua que se pierde ( evaporación + purgas + pérdidas).

Sales que entran = sales que se pierden ( purgas + pérdidas).

El número de ciclos de concentración se define la salinidad presente en el circuito dividido entre la salinidad del agua de aporte. Los ciclos de concentración se pueden calcular también teniendo en cuenta otros parámetros como pueden ser la concentración de cloruros de sulfatos y la conductividad. La utilización de un parámetro u otro dependerá de la calidad del agua de aporte.

Vamos a calcular los ciclos de concentración máximos para cada parámetro teniendo en cuenta que el agua de aporte presenta las características establecidas en la columna nº 2 y los ciclos de concentración máximos establecidos por los fabricantes de torres de refrigeración son los de la columna nº3

Parámetro	Conc. aporte	Conc. Máx. torre	Ciclos "N"
Cloruros	250	500	2,0
Sulfatos	150	500	3,3
Conductividad	750	2000	2,6

Calculados los ciclos para los tres parámetros debemos coger el de menor valor, en este caso "N"=2 ya que es el que proporciona una menor concentración en sales.

El caudal de purga se calcula dividiendo el caudal de evaporación entre N-1.

El caudal de evaporación es una constante que depende de las características de la torre y se calcula:

$$\text{Caudal de evaporación} = \frac{\text{Caudal de recirculación} \times \text{salto térmico}}{\text{calor latente de evaporación}}$$

los caudales se expresan en m<sup>3</sup>/h y el salto térmica en °C. El calor latente de evaporación del agua es igual a 585Kcal/Kg.

El caudal de purga es inversamente proporcional a los ciclos de concentración.

### 3. Contaminación exterior

Al ser un sistema semiabierto es inevitable la presencia de una contaminación procedente del exterior. Normalmente debido a polvo e impurezas en el ambiente que se manifiesta con el depósito de sedimentos en la balsa de la torre. Del exterior también proceden algas y bacterias, entre ellas la legionella, que van a contaminar el agua del circuito.

La presencia de sedimentos y lodos en el circuito de la torre de refrigeración van a actuar como nutrientes de la legionella facilitando su multiplicación.

Los circuitos acumulan lodos o suciedad de origen orgánico, como grasas o polvo y suciedad de origen biológico que se adhiere a la superficie formando biocapas de microorganismos o biopelículas, que pueden disminuir la acción del cloro y restar eficacia a los procesos de desinfección. Por lo que a veces es necesario la utilización de biodispersantes en el agua del circuito.

### 4. Incrustación/ corrosión

Las características físico-químicas del agua de aporte y de recirculación del sistema puede provocar problemas de corrosión e incrustaciones.

Teniendo en cuenta todos los factores antes considerados los tratamientos aplicados en estos sistemas deben basarse en el tratamiento del agua de aporte, tratamiento del agua de recirculación y tratamiento frente a legionella y otro microorganismos.

Tratamiento del agua de aporte:

a) Filtración

Se trata de instalar un filtro a la entrada del agua en el circuito para garantizar la calidad del agua de aporte y proteger los equipos frente a partículas extrañas.

b) Tratamiento frente a incrustaciones

Se puede evitar la producción de incrustaciones utilizando alguno de los siguientes tratamientos o utilizando una combinación de ellos dependiendo del agua de aporte:

- Descalcificador de resinas de intercambio iónico.

- Dosificación de productos anti-incrustantes.

Los productos antiincrustantes actúan inhibiendo el depósito de precipitados cristalinos adheridos en las superficies, evitando la cohesión de los núcleos de cristalización o manteniendo en suspensión las sales insolubles.

Hay varias familias químicas que presentan estas propiedades entre ellas:

*Ácidos minerales diluidos:* Por ejemplo ácido fosfórico (puede presentar problemas por ser fuente de fósforo asimilable para bacterias)

*Polifosfatos minerales* (puede presentar problemas por su falta de estabilidad térmica y por ser fuente de fósforo asimilable para bacterias)

*Productos órgano- fosforados o fosfonatos*, que se comercializan como ácidos fosfónicos o ésteres en general estables, sobre todo los ácidos y que se emplean habitualmente junto a inhibidores de corrosión.

*Polímeros orgánicos como las poliacrilamidas o los poliacrilatos*

-Desmineralización- ósmosis inversa.

c) Tratamiento algicida.

Se suele aplicar mediante tratamientos periódicos de choque, de esta forma se evita la formación de colonias resistentes a estos productos.

d) Tratamiento anti-corrosión

Se utilizará siempre que se prevea la aparición de estos problemas, bien por la naturaleza del agua de aporte o por que se haya sometido a un tratamiento de descalcificación, es conveniente dosificar un producto inhibidor de la corrosión mediante un contador emisor de impulsos en función del agua de aporte.

El tratamiento químico ante la corrosión se realiza mediante la adición de productos que inhiben la destrucción de los metales por el medio, bien formando una delgada película protectora sobre el metal o bien induciendo la formación de una fina capa de óxidos metálicos que protege la superficie del metal o reaccionando con las sustancias agresivas que lleve el agua.

Para elegir el anticorrosivo adecuado hay que tener en cuenta determinados parámetros del sistema como tipo de antiincrustante, temperatura y salinidad entre otros

Hay varias familias químicas que pueden clasificarse en base al tipo de reacción que intervienen como: anódicos, catódicos o mixtos y a grandes rasgos en base a su naturaleza química como:

Inorgánicos:

*Cromatos (sales de cromo hexavalente):* Muy estables y enérgicos. Forman una película de óxido de hierro y cromo. Presentan graves problemas de vertido por su toxicidad por lo que no es recomendable su uso.

*Polifosfatos:* pH de uso entre 6.5 y 7, dependiente de la temperatura. Forman una película de fosfato de hierro-calcio. Favorece el desarrollo de microorganismos por el aporte de fósforo asimilable.

*Silicatos:* Son eficaces para el acero, cobre y aluminio, a pH entre 7.5 y 10. Forman una película de silicatos sobre el metal. No son contaminantes.

*Otros productos inorgánicos:* Molibdatos, boratos, sales de zinc. Estas últimas bajan su eficacia a pH superior a 8 por su solubilidad, son buenas para el acero pero es necesario contemplar el problema de su presencia en aguas residuales.

Orgánicos:

Son productos pertenecientes a diversas familias como *azoles*, *aminas*, *ácido benzoico*, *compuestos heterocíclicos*, que forman una película protectora adsorbida en la superficie metálica. Son especialmente utilizados en aleaciones muy específicas como cobre o aluminio.

○ Tratamiento del agua de recirculación:

a) Filtración multiestrato

Su finalidad es eliminar las impurezas que entran constantemente en la torre. El filtro debe ser adecuado para la retención de partículas finas.

Se puede realizar la filtración de toda el agua del circuito o realizar la filtración parcial mediante la instalación de un by-pass del 5 al 20% del caudal recirculante.

b) Purga

Un correcto régimen de purga es indispensable para el control de la salinidad del circuito. La purga debe realizarse de forma automática, en función de la conductividad que presente el agua del circuito.

Tratamiento en los circuitos de agua caliente sanitaria

El agua caliente sanitaria es el agua de consumo humano sometida a calentamiento. La temperatura final del agua en los puntos terminales debe ser igual o superior a 50°C.

Problemas que pueden aparecer en estos circuitos debido a la calidad del agua del circuito:

1. *Incrustaciones:*

Las incrustaciones se forman en este circuito debido a la alta temperatura que presenta el agua del sistema. A mayor temperatura más incrustaciones se producen, debido a la precipitación de los carbonatos y bicarbonatos presentes en el agua por pérdida del dióxido de carbono equilibrante.

Las incrustaciones calcáreas, provocan obstrucciones en las tuberías que pueden llegar a obturarlas completamente si el agua del circuito presenta una elevada dureza. La presencia de incrustaciones llevan consigo un aumento del consumo de energía ya que su presencia en el circuito, sobre todo en el intercambiador de placas dificulta la trasmisión térmica.

2. *Corrosiones:*

Los metales empleados en los circuitos de agua caliente sanitaria, pueden verse afectados por la corrosión debido a que están sometidos a la altas temperaturas y a la acción del agua del sistema en contacto con ellos.

Se pueden producir las siguientes formas de *corrosión*:

- Corrosión galvánica: Se produce cuando hay un contacto eléctrico entre dos metales.
- Aireación diferencial (efecto Evans): El oxígeno no actúa por igual en la superficie de un metal. Hay zonas donde el oxígeno no llega con facilidad, se vuelve ánodo produciéndose la corrosión del metal. La zona donde llega el oxígeno se vuelve catódica y no hay corrosión. Se produce una corriente de electrones desde el ánodo al cátodo generada por la existencia de un gradiente térmico entre dos puntos, por existir

localmente depósitos porosos o por existir pérdida local de oxígeno.

- Erosión y cavitación: se producen cuando el agua de un circuito circula a alta velocidad por las tuberías.

La erosión se debe a las turbulencias que se pueden producir por la circulación del agua en el sistema y por los sólidos que pueden arrastrarse en el circuito, de esta forma se destruye la capa protectora natural presente en las tuberías facilitando la corrosión.

La cavitación se produce cuando un fluido, en este caso el agua, circula a gran velocidad por una tubería, de tal forma que se origina una separación entre el fluido y la pared de esta tubería. Esta zona se llena de gas disuelto en agua en forma de burbujas y al estar sometidas a alta presión pueden llegar a implosionar produciendo una corrosión heterogénea con formación de cavernas en el metal.

A la hora de diseñar un circuito de agua caliente sanitaria se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El material utilizado en el circuito. El más utilizado es el cobre pero actualmente se están introduciendo tuberías de PVC.
- La temperatura: al aumentar la temperatura se aumenta exponencialmente la corrosión y las incrustaciones en el circuito.
- El diseño del circuito: se tiene que tener en cuenta que debe permitir en todo momento la evacuación de lodos y sedimentos para ello deberá disponer de la pendiente suficiente que permita su evacuación por ello en los puntos más bajos se deben instalar válvulas de purga de lodos y de gases.

El tratamiento que podemos aplicar en este tipo de circuitos está limitado solo se pueden añadir las sustancias recogidas en el anexo2, aplicando las normas UNE que las desarrollan, del RD140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios para las aguas de consumo humano.

El agua caliente sanitaria puede someterse a una descalcificación para que la dureza se encuentre por debajo de 15°HF y de esta forma evitar la formación de incrustaciones. Hay que tener en cuenta que el agua no puede ser corrosiva para ello se debe calcular el índice de Langelier o de Ryznar.

**BIBLIOGRAFÍA:**

- Tratamiento de aguas STENCO 3ª edición.
- Tratamiento del agua en torres de refrigeración. Prevención de la legionelosis Energía.
- Manual técnico del agua Degrémont. 4ª edición.
- RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios para las aguas de consumo humano.



## TEMA 6 CRITERIOS GENERALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

1. Buenas prácticas de limpieza y desinfección.
2. Sistemas de desinfección: Físicos y Químicos.
3. Dosificadores de desinfectante: automáticos y semiautomáticos.
4. Desinfectantes autorizados. Requisitos, uso y utilización en instalaciones de riesgo.
5. Registro de productos biocidas.
6. Etiquetado de productos. Interpretación de una etiqueta.

## TEMA 6 CRITERIOS GENERALES DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

### 6.1 BUENAS PRÁCTICAS DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

Para comenzar el tema es necesario marcar la diferencia entre un procedimiento de limpieza y uno de desinfección, ya que cada uno persigue fines diferentes:

- **LIMPIEZA:** consiste en eliminar la suciedad que puede estar presente en la instalación en forma de materia orgánica (algas, hojas, insectos...), sedimentos, incrustaciones etc.
- **DESINFECCIÓN:** consiste en eliminar únicamente los organismos nocivos. Es decir, no se produce una esterilización ya que no hay una eliminación de todos los organismos presentes en la instalación.

La premisa fundamental que hay que tener en cuenta es que una desinfección no será efectiva si no va acompañada de una limpieza previa exhaustiva que elimine las incrustaciones, oxidaciones y biocapa para que el desinfectante pueda actuar adecuadamente. En el caso de que las instalaciones estén muy contaminadas con materia orgánica o se sospeche la existencia de una contaminación microbiológica, se realizará una desinfección previa a la limpieza para evitar riesgos al personal que lleve a cabo los tratamientos.

Todo el personal que trabaje en operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario, y por tanto en la limpieza y desinfección, tanto si es de una empresa contratada o es personal propio de la instalación debe de haber realizado el correspondiente Curso homologado por el Ministerio de Sanidad y Consumo.

La realización de los tratamientos de limpieza y desinfección puede conllevar la utilización de distintos productos químicos, por ejemplo desinfectantes, neutralizantes de productos químicos, ácidos y bases reguladores del pH, biodispersantes, anticorrosivos, entre otros. Por ello, cuando se utilicen productos químicos hay que tener en cuenta que:

1. Para el tratamiento de **INSTALACIONES INTERIORES DE AGUA DE CONSUMO HUMANO FRÍA Y AGUA CALIENTE SANITARIA**, únicamente se pueden usar productos químicos que cumplan lo dispuesto en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y con la Orden SCO /

- 3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.
2. TODOS los productos químicos utilizados en los procesos de limpieza y de desinfección cumplirán los requisitos del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas y en el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
  3. COMPATIBILIDAD entre todos los productos añadidos para evitar por un lado reacciones peligrosas entre productos o bien que alguno neutralice la acción de otro.
  4. BAJA PELIGROSIDAD de los productos
  5. BAJA CARGA CONTAMINANTE EN LAS AGUAS RESIDUALES A GENERAR.  
La realización de los tratamientos conlleva el tener que eliminar de la instalación agua que contiene productos químicos. Por ello los vertidos cumplirán la legislación medioambiental vigente (Decreto 16/1999, de 22 de abril, sobre vertidos de aguas residuales industriales al alcantarillado, ordenanzas municipales y cualquier otra normativa en materia de vertido). Por tanto, si los vertidos superan los límites marcados deberán neutralizarse o tratarse adecuadamente para mantener los límites y en caso necesario contratar a un gestor de residuos peligrosos para que recoja el efluente que no se puede verter por su peligrosidad.

Hay que intentar elegir aquellos productos que sean menos peligrosos para la salud humana y para el medio ambiente

Para poder disponer de la información sobre los riesgos derivados de la utilización de un producto químico, antes de adquirir y usarlo se debe solicitar al proveedor la FICHA TÉCNICA Y LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD (FDS), ambas en español.

La ficha técnica es un documento que se destina al usuario profesional, en el que el fabricante o responsable de la comercialización aporta información relativa a la composición del producto, características físico-químicas, dosificación, recomendaciones de uso, entre otras.

La ficha de datos de seguridad es un documento mucho más completo que el anterior, exigido por la normativa de productos químicos peligrosos. Aporta información imprescindible para manipular correctamente el producto ya que permite tomar las medidas necesarias tanto para la protección de la salud humana y el medio ambiente como para la higiene y seguridad en el lugar de trabajo.

La información de la FDS se ordena en 16 epígrafes:

1. Identificación del preparado y del responsable de la comercialización
2. Composición/Información de los componentes
3. Identificación de los peligros
4. Primeros auxilios
5. Medidas de lucha contra incendios
6. Medidas que deben tomarse en caso de vertido accidental
7. Manipulación y almacenamiento
8. Controles de exposición /Protección personal
9. Propiedades físicas y químicas
10. Estabilidad y reactividad
11. Información toxicológica
12. Información ecológica
13. Consideraciones relativas a la eliminación
14. Información relativa al transporte
15. Información reglamentaria
16. Otras informaciones

La ficha de datos de seguridad se deberá proporcionar de forma gratuita al usuario profesional al realizar el proveedor la primera entrega del producto o antes (de forma que el usuario pueda valorar la peligrosidad de los productos ofertados y elegir aquellos que son menos peligrosos y más seguros). Debe ir fechada y siempre que se produzcan nuevos avances en los datos relativos a la protección de la salud y del medio ambiente el proveedor debe entregar de forma gratuita a todos sus clientes las revisiones actualizadas de las fichas.

No será obligatorio el proporcionar la ficha de datos de seguridad en caso de que los preparados peligrosos que se ofrezcan o vendan al público vayan acompañados de la información suficiente con la que el usuario pueda tomar las medidas necesarias en relación con la protección de la salud, la seguridad y el medio ambiente. Sin embargo, se deberá facilitar la ficha de datos de seguridad si el usuario profesional así lo solicita.

De cara a la prevención de riesgos laborales, como mínimo se tomarán las siguientes precauciones:

1. Se utilizarán los **Equipos de protección individual (EPI)** necesarios
2. Se **planificarán las tareas** limpieza y desinfección de forma que los riesgos sean mínimos. Los procedimientos de trabajo estarán escritos en el Programa de mantenimiento.
3. Aquellas tareas en las cuales el riesgo pueda ser importante como las que se realicen en espacios confinados, o las que impliquen el uso de agentes químicos o la exposición a agentes físicos no deben realizarse nunca en solitario. Aunque sean llevadas a cabo por un solo trabajador siempre habrá en las inmediaciones otra persona con los EPI y medios apropiados para que en caso de ocurrir un accidente o exposición excesiva pueda socorrer al afectado sin que ella misma se exponga al riesgo.
4. Se **informará** a los trabajadores sobre los riesgos a los que se pueden ver expuestos y sobre los medios y medidas preventivas establecidos y se les adiestrará en la ejecución segura de sus tareas y la observancia de medidas de prevención.
5. El **almacenamiento de productos** se realizará en lugar específico destinado a ellos y deberán existir normas escritas sobre su almacenamiento y manipulación redactadas de acuerdo a las FDS suministradas por los fabricantes.

## 6.2 SISTEMAS DE DESINFECCIÓN: FÍSICOS Y QUÍMICOS.

Continuamente se comercializan nuevos sistemas de desinfección por lo que en este capítulo lo único que se pretende es enumerar algunos de los más usados y que se tenga en cuenta que todos presentan VENTAJAS e INCONVENIENTES por lo que habrá que realizar un estudio previo para ver cual es el más adecuado para la desinfección de la instalación que pretendemos tratar.

6.2.1. SISTEMA DE DESINFECCIÓN FÍSICO: sistema usado para destruir o retener la carga biológica del agua sin introducir productos químicos ni aplicar procedimientos electroquímicos.

- **Equipos de filtración adecuados para la retención de bacterias**

Son filtros renovables capaces de retener a la *Legionella*. Se instalan en puntos finales de suministro de la red de agua (grifos y duchas). Suelen utilizarse como método complementario y tienen una vida útil limitada. Son compatibles con temperaturas altas

y cloración. Normalmente consiste en instalar.

- **Radiación ultravioleta (UV)**

Cuando el tratamiento se aplique para agua caliente sanitaria deben usarse siempre lámparas especiales para soportar temperaturas de 70 ° C. En general funcionan mejor como métodos de desinfección para sistemas nuevos en los que no haya biocapas ya formadas. No está indicado para una red completa sino como sistema complementario en zonas determinadas. Es un sistema fácil de instalar, no tiene efectos adversos sobre las tuberías y no origina subproductos químicos en el agua. La principal desventaja es su ausencia de efecto residual siendo un método de desinfección local ya que desinfecta sólo el agua que pasa por la unidad, por lo tanto no sería efectiva su aplicación en un sistema ya contaminado.

- **Aumento de temperatura**

Estos métodos se utilizan fundamentalmente en sistemas de agua caliente sanitaria y se basan en mantener en un punto determinado de la red temperaturas superiores a 70 ° C durante el tiempo suficiente para destruir la bacteria utilizando un intercambiador. Necesita previamente un diagnóstico de situación para identificar tramos muertos y zonas de estancamiento y es aconsejable utilizarlo en sistemas nuevos en los que no exista biocapa ya que no puede actuar sobre ésta.

6.2.2. SISTEMA DE DESINFECCIÓN FÍSICO-QUÍMICO: sistema usado para destruir la carga biológica aplicando procedimientos electroquímicos

- **Unidades de ionización cobre-plata**

Este sistema consiste en instalar una cámara de ionización con electrodos de cobre-plata en una línea de red de agua y mediante la aplicación de una corriente eléctrica generara una reacción electroquímica que libera cationes cobre y plata al agua. El empleo de este sistema viene condicionado por:

- La dureza, los sólidos disueltos y un pH inadecuado pueden disminuir la concentración de iones plata.
- La concentración máxima de cobre y plata admisible en aguas de consumo humano. El actual Real Decreto 140/2003 establece un límite máximo de 2 ppm para cobre. Para plata no hay niveles regulados ni la OMS establece un valor guía. No obstante para prevenir efectos negativos para la salud derivados de un consumo excesivo de plata, la OMS determina que el consumo de agua con 0'1 ppm de plata durante 70 años, cuando este se usa para mantener la

calidad bacteriológica equivale a la mitad del NOAEL (niveles sin efectos adversos observables)

- La concentración máxima admisible de cobre y plata en la legislación aplicable a vertidos de aguas residuales.
- No es adecuado en sistemas con protección catódica de zinc porque el metal desactiva los iones de plata

- **Ozonización**

El ozono generado presenta un alto carácter oxidante pero no tiene efecto residual. Es difícil mantener una concentración estable en la red dado que se descompone rápidamente, especialmente en el agua caliente. Hay que considerar que concentraciones elevadas de ozono puedan dañar las tuberías.

- **Fotocatalizadores de dióxido de titanio**

6.2.3. SISTEMA DE DESINFECCIÓN QUÍMICO: sistema usado para destruir la carga biológica introduciendo productos químicos

**Desinfectantes oxidantes**

Son aquellos cuya actividad se basa en la capacidad para oxidar la materia orgánica. Entre ellos se encuentran los cloros y sus derivados (hipocloritos alcalinos, ácidos cloroisocianúricos y sus sales), derivados de bromo o yodo, persulfatos alcalinos, peróxidos de hidrógeno (puede ir acompañado de óxidos de plata).

Los sistemas deben estar limpios ya que no son capaces de atravesar la biocapa y por tanto no actuarían sobre los microorganismos que se encuentren en ésta. Por ello el uso de oxidantes junto a biodispersantes incrementa su efectividad.

**Cloro y sus derivados**

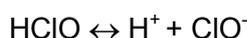
El cloro, en sus diversas formas se emplea universalmente como agente desinfectante del agua. Es un producto eficaz, de fácil medición y económico.

La acción desinfectante del cloro está condicionada por los siguientes factores:

1. pH del agua

Todos los desinfectantes clorados originan en el agua, ácido hipocloroso (HClO) que es la forma con poder desinfectante.

El ácido hipocloroso se encuentra en equilibrio con el ión hipoclorito:



El equilibrio de la reacción está relacionado con el pH. Al aumentar el pH disminuye la cantidad de ácido hipocloroso y aumenta la del ión. Por tanto, la acción desinfectante será máxima a pH neutro o menor de 7 y disminuirá notablemente por encima de 8. Por otro lado el efecto corrosivo del cloro aumenta también al disminuir el pH, por lo que se aconseja no bajar de 6.5.

## 2. Temperatura

A mayor temperatura mayor es la acción desinfectante, pero al ser volátil cada vez es más inestable en el agua y se pierde con gran rapidez. Ello implica la necesidad de sistema de dosificación y análisis de cloro muy continuo en el tiempo. Como el cloro es corrosivo, hay que tener en cuenta que el aumento de temperatura favorece la corrosión.

## 3. Tiempo de contacto

Es uno de los factores más importantes, ya que como mínimo debe de ser de 15-30 minutos. El efecto desinfectante y corrosivo aumenta con el tiempo de contacto

### Cloro gas

Por su naturaleza gaseosa es necesario adoptar unas medidas de seguridad durante su almacenamiento y manejo ya que es irrita ojos y mucosas y puede producir asfixia.

### Dióxido de cloro

### Monocloraminas (Cloramina T)

### Hipocloritos sódico (líquido) y cálcico (sólido)

### **Bromación**

Normalmente se utiliza una sal de bromo (bromuro sódico) con un derivado clorado que sirve de activador de forma que en el agua se libera ácido hipobromoso y ácido hipocloroso. Una de las principales ventajas es que es efectivo a un rango de pH más amplio que el ácido hipocloroso.

### **Biocidas no oxidantes**

Los biocidas más usuales son los siguientes, y suelen utilizarse en torres de refrigeración y condensadores evaporativos:

- Isotiazolinonas
- Sales de amonio cuaternario
- Sales de alquil fosfonio (THPS)
- Órganoazufrados: Metilbistiocianatos (WSCP), carbamatos

- Aldehidos: Glutaraldehído, Formaldehído
- Alcoholes: Alcohol isopropílico
- Iones metálicos: Nitrato de plata
- Fenoles: ortofenilfenol, diclorofeno
- Órganobromados: dibromo-nitrilopropionamida (DBNPA) y bromohidroxiacetofenona (BHPA)

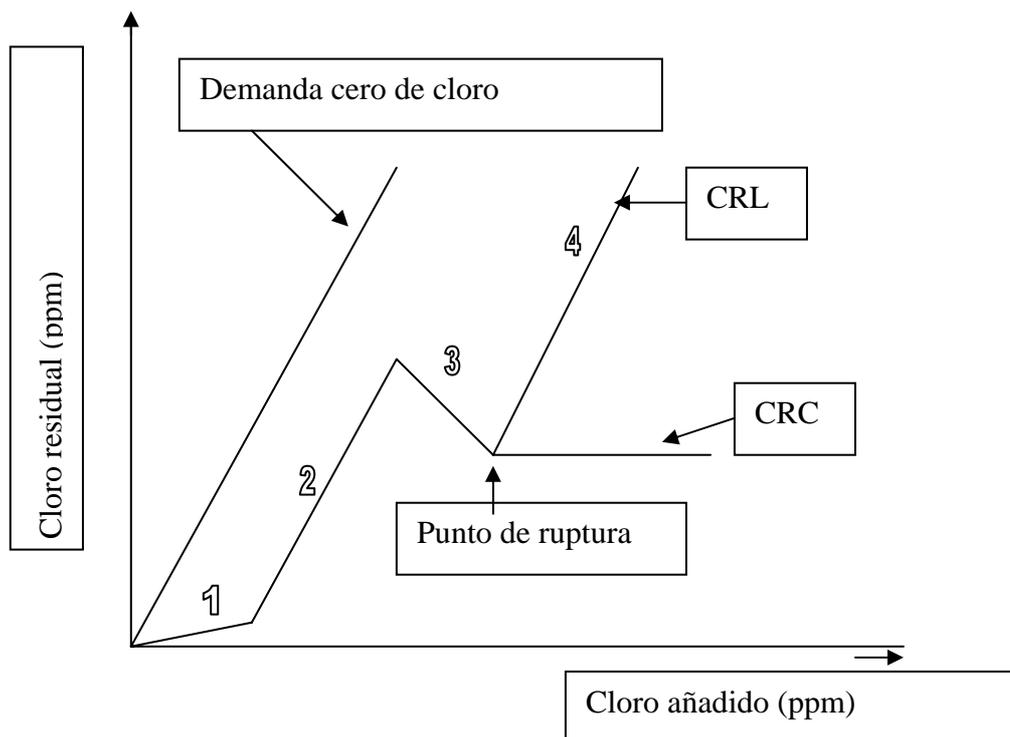
### **6.3 DOSIFICADORES DE DESINFECTANTE: AUTOMÁTICOS Y SEMIAUTOMÁTICOS.**

#### **Cloración residual libre**

La cloración al punto de ruptura consiste en añadir el cloro a las dosis necesarias para oxidar todos los compuestos orgánicos, hierro, manganeso y otras sustancias en estado de reducción que contenga el agua, para que al final quede la proporción deseada de cloro residual libre. Este cloro residual libre se determinará siguiendo el método DPD (Diethylparafenilendiamina) ya que el método de la Ortotolidina solo determina cloro total.

El proceso transcurre en 4 etapas:

1. Cuando comienza a añadirse cloro al agua, las sustancias fácilmente oxidables reaccionan con el cloro reduciendo la mayor parte de él a ión cloruro.
2. El cloro continua reaccionando con el amoniaco y sustancias orgánicas para formar cloraminas y compuestos organoclorados. En esta fase se detecta cloro residual combinado.
3. Se destruye parte de las cloraminas y compuestos organoclorados, por lo que van disminuyendo los niveles de cloro residual combinado hasta llegar a un mínimo, que constituye el "punto de ruptura". La dosis de cloro aplicada hasta ese punto constituye la demanda de cloro de un agua, pues supone que en ese momento se ha conseguido la desinfección del agua.
4. La adición de cloro más allá del punto de ruptura conduce al aumento proporcional del cloro residual libre, lo que supone un margen de seguridad para cualquier demanda de cloro que pueda aparecer en esta fase. Hay además una concentración pequeña de cloro residual combinado, debida a compuestos que no han sido destruidos por el cloro libre.



### **Dosificadores**

La dosificación puede ser variada, pero como norma general no debe ser manual, en especial para sistemas de agua fría de consumo humano, agua caliente sanitaria y torres de refrigeración y condensadores evaporativos.

Por un lado se puede dosificar en función del volumen de agua de aporte al depósito.

También se puede dosificar en continuo. A través de una sonda se analiza el biocida del depósito, si la concentración disminuye por debajo del nivel programado comienza a funcionar la bomba dosificadora.

Es importante seleccionar el punto de dosificación para que se garantice la desinfección de toda el agua de la instalación.

## **6.4 DESINFECTANTES AUTORIZADOS. REQUISITOS, USO Y UTILIZACIÓN EN INSTALACIONES DE RIESGO**

### **Autorizaciones**

Todos los sistemas utilizados como desinfectantes deben cumplir una serie de requisitos:

- Probada eficacia frente a la *Legionella*
- No deberán suponer riesgos para la instalación
- No deberán suponer riesgos ni para la salud y seguridad de los operarios ni otras personas expuestas

- Verificar su correcto funcionamiento periódicamente.
- Su uso siempre se ajustará a las especificaciones técnicas del fabricante

Todos los productos químicos biocidas utilizados en tratamientos continuos o discontinuos (de choque) deben estar inscritos en el Registro Oficial de Biocidas de la Dirección General de Salud Pública del Ministerio de Sanidad y Consumo.

Las lejías (soluciones acuosas de hipocloritos alcalinos, de 35 a 100 g/l de cloro activo), pese a ser un producto químico biocida, actualmente está exento de este requisito, pero han de cumplir lo dispuesto en la reglamentación técnico-sanitaria de lejías (Real Decreto 3360/1983, de 30 de noviembre y el Real Decreto 349/1993, de 5 de marzo por el que se modifica el anterior)

Los sistemas físicos y físico químicos no necesitan autorización (y por tanto registro) para su utilización.

### **Requisitos, uso y utilización en instalaciones de riesgo.**

#### **Instalaciones interiores de agua de consumo humano fría y agua caliente sanitaria**

Los desinfectantes utilizados para el tratamiento de las instalaciones deben cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios de la calidad del agua de consumo humano y con la Orden SCO / 3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano.

Por tanto a la hora de seleccionar el producto tendremos en cuenta que:

- Ha de aparecer en el Anexo de la Orden
- Cumple con la Norma UNE-EN que figura en dicho anexo
- Se utilizan en el lugar de aplicación establecido en el anexo, bajo las condiciones fijadas y con los controles analíticos adicionales exigidos.

La desinfección en continuo se realiza habitualmente con productos clorados que mantengan una concentración de cloro residual libre en el agua comprendida entre 0.2 y 1 mg/L. Si la instalación recibe el agua de una red de distribución pública, ésta debe llegar a la acometida con cloro suficiente, pero si la instalación interior es compleja o existen depósitos es posible que disminuyan los niveles de cloro. Por este motivo se deben realizar medidas de cloro residual libre en los puntos más alejados de la acometida y si se obtienen menos de 0,2 mg/L será necesario instalar un sistema de dosificación automática de cloro (recloración). Se dosificará sobre una recirculación del agua del depósito, con un caudal del 20% del volumen de éste, garantizándose un tiempo de contacto suficiente y la correcta distribución del cloro. Se tendrá en cuenta

que para alcanzar en el punto más alejado 0,2 mg/L nunca será a costa de obtener niveles superiores a 1 mg/L en el punto más cercano. Esto supone que al menos se controle diariamente un punto al final de red y otro al inicio. Hay que tener en cuenta que estos niveles son más difíciles de mantener en el agua caliente sanitaria, dado que el cloro es volátil y disminuye su presencia con el aumento de la temperatura.

#### Equipos de terapia respiratoria reutilizables

Siempre es preferible utilizar equipos de un solo uso, pero en el caso de que sean reutilizables se limpiarán y desinfectarán o esterilizarán antes de cada uso, siguiendo las instrucciones del fabricante del equipo mediante vapor de agua u otro método de análoga eficacia. Si no pueden esterilizarse se utilizarán desinfectantes químicos de alto nivel que posean marcado CE. Estos desinfectantes deben de cumplir lo dispuesto en el Real Decreto 414/1996, de 1 de marzo, por el que se regulan los productos sanitarios, y deben ser aplicados siguiendo los procedimientos que figuran en sus instrucciones de uso.

#### Torres de refrigeración y condensadores evaporativos

Para los biocidas de mantenimiento se dispondrá de sistema de dosificación en continuo. Dispondrán de método de medición rápido del biocida, que estará correctamente calibrado y basado en alguna norma tipo UNE-EN, ISO o Standard Methods, con un límite de detección o cuantificación conocido. También se dispondrá de neutralizante adecuado para realizar la toma de muestra correspondiente. En el caso de utilizar cloro, se mantendrán unos niveles de 2 mg/L de cloro residual libre, un pH entre 7 y 8 unidades y se añadirá un anticorrosivo compatible.

También se suelen utilizar biocidas para dar tratamientos de choque puntuales y que están autorizados específicamente para ello.

Siempre se tendrá en cuenta la posible aparición de resistencias por parte de la bacteria al biocida utilizado, lo cual obligará a realizar un cambio en el tratamiento. Además la aparición no solo de presencia de *Legionella*, sino de niveles de aerobios totales por encima de 10.000 UFC/ml, hace necesario comprobar la eficacia de la dosis y tipo de biocida usado.

#### Acondicionadores evaporativos o humidificadores

Emiten los aerosoles al interior de los establecimientos por lo que durante su funcionamiento no podrá tratarse el agua con biocidas ya que las personas que estén en el interior pueden verse expuestas a él. Por ello si es posible, se aconseja que

funcione a agua perdida y cuando esto no sea posible y se recircule el agua, para reponer las pérdidas de cloro, se procederá a la cloración del agua y nunca sobrepasando 1 mg/L (nivel marcado para aguas de consumo humano).

Si es necesario aplicar un biocida se hará en ausencia de personas expuestas y se eliminarán los posibles restos antes de su puesta en marcha.

#### Fuentes ornamentales

Debido a la posibilidad de acceso de los ciudadanos se indicará mediante carteles el peligro que supone el uso de dicha agua.

#### **Condiciones de aplicadores**

Las empresas que realicen tratamientos a terceros con biocidas estarán inscritas en el Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Biocidas de su Comunidad Autónoma. La inscripción de una empresa en el Registro de una Comunidad Autónoma será válida para trabajar en cualquier otra Comunidad Autónoma siempre que:

- Los responsables de la empresa comuniquen previamente a la autoridad sanitaria competente su intención de desarrollar su actividad en dicha Comunidad Autónoma
- Cumplan los requisitos adicionales que, en su caso, se establezcan en la normativa autonómica de aplicación

La validez del registro es de 5 años.

Cuando una empresa contratada realice un tratamiento se emitirá el correspondiente certificado (modelo del Anexo 2 del R.D.865/2003) que irá acompañado de fichas técnicas o fichas de datos de seguridad de los productos usados y de una descripción pormenorizada del protocolo seguido.

Todo el personal que trabaje en operaciones de limpieza y desinfección, tanto si es de una empresa contratada o es personal propio de la instalación debe de haber realizado el correspondiente Curso homologado por el Ministerio de Sanidad y Consumo. El curso tiene una validez de 5 años en todo el Estado. Los responsables de las instalaciones deberán disponer de la documentación que acredite la formación del personal propio de mantenimiento. En el caso de empresas externas registradas, el responsable de ésta dispondrá de dicha documentación.

### **6.5 REGISTRO DE PRODUCTOS BIOCIDAS**

Los biocidas son sustancias o preparados destinados a destruir, contrarrestar, neutralizar, impedir la acción o ejercer un control de otro tipo sobre cualquier

organismo nocivo por medios químicos o biológicos.

Para poder comercializarse deben inscribirse en un Registro dependiente del Ministerio de Sanidad y Consumo.

El Registro de los productos biocidas constituye la garantía de que previamente a su comercialización éstos se han evaluado desde un punto de vista sanitario y se ha contrastado tanto su eficacia como la información que el responsable de su comercialización proporciona al usuario profesional sobre riesgos derivados de su manipulación.

Las condiciones para inscribir el producto son las siguientes:

- a) Es suficientemente efectivo
- b) No tiene efectos inaceptables por sí mismo o a consecuencia de sus residuos en la salud humana o animal, directa o indirectamente (por ejemplo, por el agua potable o el aire interior) o en las aguas superficiales o subterráneas ni en el medio ambiente
- c) Puede determinarse la naturaleza y cantidad de sus sustancias activas.
- d) Sus propiedades físicas y químicas son aceptables para un uso, transporte y almacenamiento adecuados.

Para desinfectantes cuyo fin es el de ser utilizados contra la bacteria *Legionella*, aparte de la documentación habitual que se exige al resto de productos deberán presentar:

- Estudios de eficacia realizados por un laboratorio acreditado y resultados frente a *Legionella pneumophila* según norma prEN13623.
- Kit de detección rápida u otro método de detección diaria
- Neutralizante del producto
- Incompatibilidades con el cloro, con otros productos químicos y con otros materiales que vayan a estar en contacto con el producto

Si la evaluación es conforme, el Ministerio emite una Resolución de inscripción en el registro, que salvo en casos puntuales tiene una validez de 5 años. Esta inscripción conlleva la asignación de un número de registro, que está formado por una secuencia de números, cada uno de los cuales tiene una función determinada con el objetivo de proporcionar la máxima información posible acerca del producto con el único dato de su número de inscripción: XX-YY-ZZZZZ

El significado de cada secuencia es:

- XX: Dos últimas cifras del año en el que se inscribe o renueva la autorización del producto. Esta primera secuencia variará a lo largo de la vida del producto

en función del año en que se realicen las oportunas renovaciones o modificaciones de inscripción. Se trata, por tanto, de un número variable.

- YY: Identifica el carácter de la plaga a tratar y es fijo para cada producto

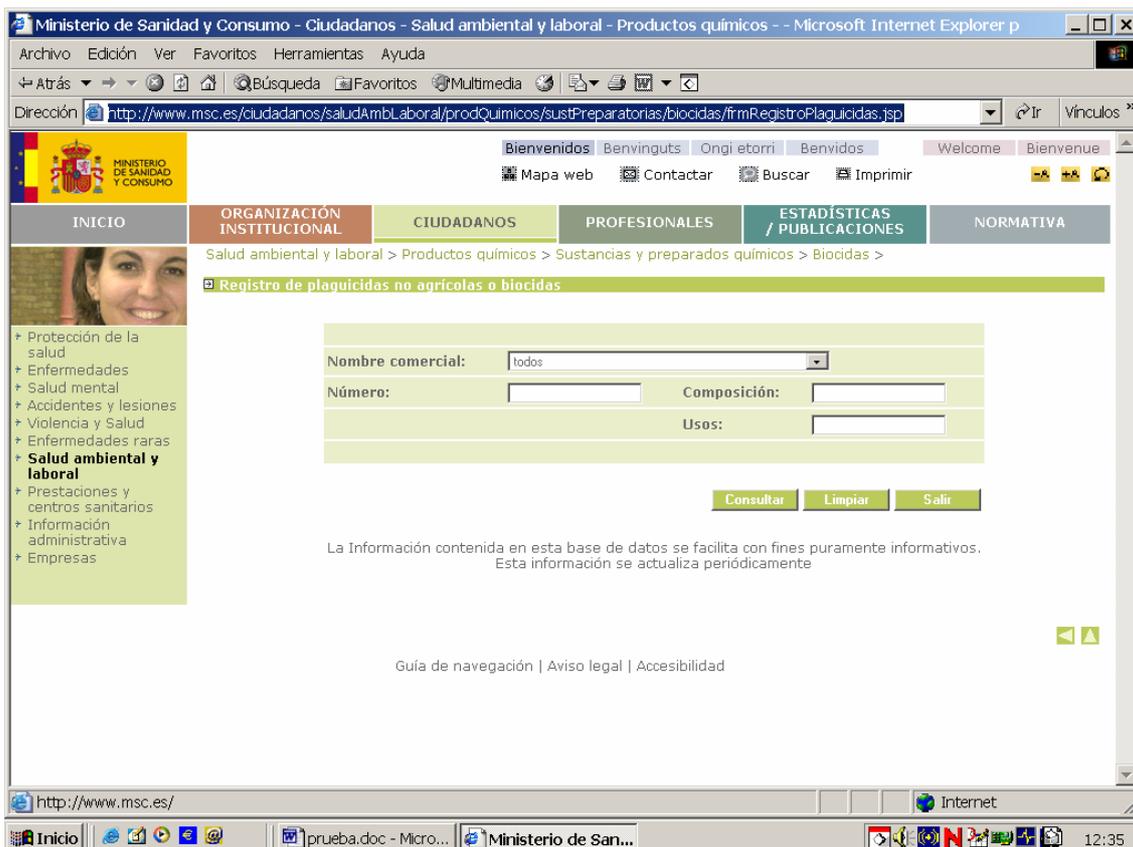
00 INGREDIENTE ACTIVO TÉCNICO  
10 RATICIDA  
20 BACTERICIDA  
30 INSECTICIDA  
40 FUNGICIDA  
50 OTROS (REPELENTES, ATRAYENTES)  
80 PROTECTORES DE LA MADERA  
90 VIRICIDA  
100 LEGIONELLA PNEUMOPHILA

- ZZZZ: N° de registro. Comienza en el 00001 y es fijo para cada producto. No variará a lo largo de la vida comercial del producto.

Ejemplo: Un producto cuyo número de registro sea 04-100-00362 nos informará de:  
**04:** Se inscribió en el año 2004. Si estaba ya registrado se renovó la autorización en el 2004y caducará en el 2009  
**100:** Este número es el que aparecerá siempre para los desinfectantes frente a *Legionella*.  
**00362:** Corresponde a su número de registro

El Ministerio de Sanidad y Consumo tiene disponible una pantalla de consulta del Registro a la que se puede acceder en la siguiente dirección electrónica:

<http://www.msc.es/ciudadanos/saludAmbLaboral/prodQuimicos/sustPreparatorias/biocidas/frmRegistroPlaguicidas.jsp>



La consulta al Registro ha sido diseñada de forma tal que permite la interrogación a la base de datos por el nombre comercial, el número de registro, la composición del producto y por los usos autorizados.

Es importante comprobar que el biocida que se está usando esté registrado y que el número de registro no haya caducado. El número de registro debe aparecer en la etiqueta del biocida.

### 6.6 ETIQUETADO DE PRODUCTOS. INTERPRETACIÓN DE UNA ETIQUETA

El etiquetado de los productos es una fente de información al usuario que permite un correcto uso del producto, siendo el sistema más inmediato de información de su peligrosidad (Pictogramas de peligro y frases R de riesgo) y sobre los consejos de prudencia (Frases S) para poder prevenir los riesgos derivados de su manejo. Por tanto nunca debe haber un producto sin etiqueta.

Hay una serie de requisitos comunes al etiquetado de todos los productos:

- La información estará escrita en español
- No deben inducir a error ni dar una imagen exagerada del producto no apareciendo nunca menciones del tipo “biocidas de bajo riesgo”, “no

tóxico”, “inofensivo”, “no nocivo”, “no contaminante”, “ecológico” o cualquier otra indicación tendente a demostrar el carácter no peligroso de un preparado o que pueda dar lugar a una infravaloración del peligro que presente.

### **Requisitos recogidos en la normativa de biocidas**

Los BIOCIDAS son los productos que con más frecuencia se usan en los tratamientos. Los requisitos de etiquetado recogidos en la normativa de biocidas (Real Decreto 1054/2002), que son los que a continuación se relacionan:

- a) Identidad de todas las sustancias activas y su concentración en unidades métricas.
- b) Número de autorización concedido al biocida por la Dirección General de Salud Pública
- c) Tipo de preparado.
- d) Usos para los que se autoriza el biocida (por ejemplo, protector para madera, desinfección, biocida de superficie, antiincrustante, etc.).
- e) Instrucciones de uso y dosificación, expresada en unidades métricas, para cada uso contemplado en los términos de la autorización.
- f) Detalles de efectos adversos probables, directos o indirectos, e instrucciones de primeros auxilios.
- g) La frase "Léanse las instrucciones adjuntas antes de utilizar el producto", en caso de que vaya acompañado de un prospecto.
- h) Instrucciones para la eliminación segura del biocida y de su envase, incluida, cuando proceda, cualquier prohibición de reutilización del envase.
- i) El número o designación del lote del preparado y la fecha de caducidad pertinente para las condiciones normales de almacenamiento.
- j) El período de tiempo necesario para que se produzca el efecto biocida, el intervalo que debe observarse entre aplicaciones del biocida, cuando proceda; el intervalo de tiempo que debe observarse entre la aplicación y el próximo uso del producto tratado o el próximo acceso del ser humano o los animales a la zona afectada por el tratamiento biocida, cuando proceda; incluidos detalles sobre los medios y las medidas de descontaminación y la duración de la ventilación necesaria de las zonas tratadas; detalles sobre el modo de limpiar adecuadamente el equipo; detalles sobre las medidas preventivas necesarias durante la utilización, el almacenamiento y el transporte (por ejemplo, ropa y equipo de protección personal, medidas de protección contra el fuego, protección de muebles, traslado de alimentos o de piensos e instrucciones para evitar la exposición de animales).

Y, cuando proceda:

k) Las categorías de usuarios a los que se limita el biocida.

l) Información de cualquier peligro específico para el medio ambiente, en particular en lo que respecta a la protección de los organismos distintos del organismo al que se destina y a evitar la contaminación del agua.

m) En el caso de los biocidas microbiológicos, los requisitos de etiquetado establecidos de conformidad con lo dispuesto en el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

La Dirección General de Salud Pública exigirá que los requisitos de los párrafo a), b), d) y, cuando proceda, g) y k) vayan siempre indicados en la etiqueta del producto y permitirá que los requisitos de los párrafos c), e), f), h), i), j) y l) de este apartado vayan indicados en otro lugar del envase o en un folleto adicional que forme parte integrante del envase, considerándose que esta información forma parte de la etiqueta a los efectos de este Real Decreto.

#### **Requisitos recogidos en el Reglamento de preparados peligrosos**

Todos los productos que estén clasificados como peligrosos se etiquetarán con arreglo a lo dispuesto en el Reglamento de preparados peligrosos (Real Decreto 255/2003).

Se consideran peligrosos los productos siguientes:

- Explosivos
- Comburentes
- Extremadamente inflamables
- Fácilmente inflamables
- Inflamables
- Muy tóxicos
- Tóxicos
- Nocivos
- Corrosivos
- Irritantes
- Sensibilizantes
- Carcinogénicos
- Mutagénicos
- Tóxicos para la reproducción
- Peligrosos para el medio ambiente

Hay que tener en cuenta que los BIOCIDAS son preparados peligrosos por lo que a la hora de etiquetarlos no solo han de cumplir su normativa (Real Decreto 1054/2002), sino el Reglamento de preparados peligrosos.

Todo envase deberá ostentar de manera legible e indeleble, al menos en la lengua española oficial del Estado, las indicaciones siguientes:

a) La denominación o el nombre comercial del preparado.

b) El nombre (y apellidos), la dirección completa y el número de teléfono de la persona que, establecida en la Unión Europea, sea responsable de la comercialización del preparado, ya sea el fabricante, el importador o el distribuidor.

c) La denominación química de la sustancia o sustancias presentes en el preparado

d) Símbolos e indicaciones de peligro.



**Explosivo**



**Comburente**



**Fácilmente inflamable**



**Extremadamente inflamable**



**Tóxico**



**Muy tóxico**



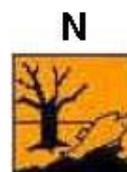
**Corrosivo**



**Nocivo**



**Irritante**



**Peligroso para el medio ambiente**

e) Frases de riesgo (frases R).

f) Consejos de prudencia (frases S).

g) Cantidad nominal (masa nominal o volumen nominal) del contenido para los preparados ofrecidos o vendidos al público en general.

Hay que tener presente que existen una serie de exenciones a los requisitos de etiquetado, que vienen contemplados en el Reglamento.

### **Requisitos recogidos en la RTS de lejías**

Ya que las lejías se suelen utilizar habitualmente en los tratamientos es conveniente conocer algunas de las condiciones de etiquetado exigidas por su Reglamentación Técnico Sanitaria:

1. Denominación de "lejía", "lejía concentrada", seguida de la indicación de "apta para la desinfección de agua de bebida" o "no apta para la desinfección de agua de bebida", según corresponda. En el caso de que lleve incorporado algún perfume, se indicará la mención "perfumada".
2. El nombre o la razón social o la denominación del fabricante, envasador o vendedor, establecidos en la Unión Europea y su domicilio.
3. La denominación "hipoclorito de ...., solución de .... gramos de cloro activo por litro", debiendo señalar el metal alcalino de que se trate y el contenido de cloro activo a la salida de fábrica.
4. Instrucciones de uso adecuado para el consumidor. En las lejías clasificadas como "aptas para la desinfección de agua de bebida" se deberá indicar claramente la cantidad necesaria para su uso correcto.
5. Llevarán las siguientes frases de riesgo y prudencia:
  - a) En contacto con los ácidos, libera gases tóxicos.
  - b) Manténgase fuera del alcance de los niños.
  - c) En caso de contacto con los ojos y con la piel, lávense inmediata y abundantemente con agua.
  - d) No mezclar con otros productos, pueden desprender gases peligrosos (cloro).

Las lejías cuya concentración en cloro activo las clasifique como irritantes deberán llevar obligatoriamente el pictograma, así como la siguiente frase "Irrita los ojos y la piel".

También figurará la frase "En caso de accidente o peligro para la salud, acuda a su médico o consulte al Instituto Nacional de Toxicología", indicándose a continuación el teléfono del Instituto Nacional de Toxicología.

6. La información obligatoria no podrá inscribirse en cierres, precintos u otras partes que se inutilicen al abrir el envase.

### **ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA REALIZAR POR EL ALUMNO**

1. Búsqueda de biocidas autorizados para tratamientos de *Legionella* en la página del Ministerio de Sanidad y Consumo.

2. Interpretación del número de registro de biocida autorizado para tratamientos de *Legionella*

3. Para que el alumno se familiarice con el manejo y lectura de fichas de datos de seguridad, fichas técnicas y etiquetas se propone el estudio para comprobar que se adecuan a lo exigido por la normativa de:

- *Ficha técnica de un producto químico*
- *Ficha de datos de seguridad de un producto químico*
- *Etiqueta de un biocida*
- *Etiqueta de producto peligroso diferente a biocida*
- *Etiqueta de lejía*

### **BIBLIOGRAFÍA**

1. Manual para la prevención y control de la legionelosis, aspergilosis y tuberculosis en instalaciones sanitarias. Consejería de Salud-Junta de Andalucía. 2002.
2. European guidelines for control and prevention of travel associated legionnaires disease. EWGLINET y EWGLI. Enero 2005
3. Real Decreto 1054/2002, de 11 de octubre, por el que se regula el proceso de evaluación para el registro, autorización y comercialización de biocidas. BOE núm.247 15/10/2002
4. Técnicas de laboratorio nº 282 junio 2003
5. <http://www.energuia.com>
6. Guia per a la prevenció i el control de la legiones-losi. 2002.Generalitat de Catalunya
7. Medicina preventiva y salud pública 9 edición Piédrola y otros
8. Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. BOE

núm. 54. 4/03/03

9. Real Decreto 3360/1983, de 30 de noviembre, por el que se aprueba la Reglamentación Técnico-Sanitaria de lejías. BOE núm 84. 28/01/84
10. Real Decreto 349/1993, de 5 de marzo, por el que se modifica la Reglamentación Técnico-Sanitaria de lejías aprobada por el Real Decreto 3360/1983, de 30 de noviembre. BOE núm. 94. 20/04/93
11. Orden SCO/317/2003, de 7 de febrero, por la que se regula el procedimiento para la homologación de los cursos de formación del personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de las instalaciones objeto del real decreto 909/2001, de 27 de julio. BOE núm. 44. 20/02/03.
12. Orden SCO/3719/2005, de 21 de noviembre, sobre sustancias para el tratamiento del agua destinada a la producción de agua de consumo humano. BOE núm. 287. 01/12/05
13. Orden SCO/3269/2006, de 13 de octubre, por la que se establecen las bases para la inscripción y el funcionamiento del Registro Oficial de Establecimientos y Servicios Biocidas. BOE núm. 255. 25/10/06

<p style="text-align: center;"><b>TEMA 7</b> <b>PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO Y NOTIFICACIÓN DE INSTALACIONES</b> <b>DE RIESGO</b></p>
---

1. Notificación de torres de refrigeración y condensadores evaporativos
2. Evaluación de riesgos. Guías de evaluación. Identificación de puntos críticos
3. Estructura básica de un programa de mantenimiento
4. Planos de las instalaciones
5. Revisión de la instalación
6. Programa de mantenimiento del agua
7. Programa de limpieza y desinfección
8. Libro de registro de mantenimiento

## **7.1 NOTIFICACIÓN DE TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS**

### **7.1.1 Marco normativo**

El Real Decreto 865/2003 regula la notificación en el artículo 3 “Notificación de torres de refrigeración y condensadores evaporativos”.

### **7.1.2 ¿Qué es la notificación?**

La notificación consiste en comunicar a la Consejería de Sanidad los siguientes datos:

- Número de torres de refrigeración y condensadores evaporativos y sus características técnicas.
- Cualquier modificación de los datos notificados.
- El cese definitivo de la actividad de la instalación.

La notificación permite a la Consejería de Sanidad tener localizadas las torres de refrigeración y condensadores evaporativos existentes en la Región de Murcia, con sus correspondientes características actualizadas. De esta forma se facilita, el ejercer una prevención y control de la legionelosis más rápida y eficaz.

### **7.1.3 Plazos de notificación**

El plazo de notificación tanto para el alta de la instalación, la baja o las modificaciones de los datos notificados es de 1 mes, desde:

- La puesta en funcionamiento por primera vez
- La modificación de los datos o características
- El cese de actividad.

### **7.1.3 ¿Quién está obligado a notificar?**

La puesta en funcionamiento y las modificaciones que afecten al sistema serán notificadas por los titulares y las empresas instaladoras.

El cese definitivo de la actividad será notificado por el titular.

### **7.1.4 ¿Cómo se notifica?**

Las notificaciones se realizarán mediante el modelo recogido en el anexo 1 del Real Decreto 865/2003 (Figura 1). Este documento se presentará:

- En el Registro de la Consejería de Sanidad
- En las ventanillas únicas
- En cualquiera de los lugares establecidos por el artículo 38 de la Ley 30/1992 y sus modificaciones.

Recientemente, de cara a poder georeferenciar junto al documento de notificación se debe adjuntar plano callejero u ortofoto en los que figure señalada la situación correcta de las instalaciones. Con el fin de facilitar dicha labor, puede acceder en el portal de

murciasalud a las instrucciones para poder descargar de forma gratuita desde la página de internet Cartomur a la correspondiente ortofoto.

**ANEXO 1**

**Documento de notificación de torres de refrigeración y condensadores evaporativos**

Alta  Baja  Fecha .....

Titular .....

Instalador .....

Representante (en su caso) .....

Dirección .....

Teléfono ..... Fax ..... Correo electrónico .....

Ubicación de los equipos. (Especificar: dirección y situación exacta, altura en metros, distancia en horizontal a la vía pública, tomas de aire y ventanas, en metros)

Tipo de instalación	Nº de equipos	Marca Modelo	Nº serie	Fecha instalación	Fecha Reforma	Potencia ventilador (KW, CV)
Torres de refrigeración. Condensadores evaporativos.						

Régimen de funcionamiento:  Continuo<sup>(1)</sup>  Estacional<sup>(2)</sup>  Intermitente<sup>(3)</sup>  Irregular<sup>(4)</sup>

Horas/día de funcionamiento: ..... Días/año: .....

Captación del agua:  Red Pública

Suministro Propio:  Superficial

Subterráneo

¿Existe depósito?  No  Sí (Especificar ubicación)

Fecha de cese definitivo de la actividad de la instalación.

---

(1) Funcionamiento sin interrupción.  
 (2) Funcionamiento coincidente con los cambios estacionales (primavera-verano).  
 (3) Periódico con paradas de más de una semana.  
 (4) Que no sigue ninguna norma en su funcionamiento.

Figura 1. Documento de notificación.

Se cumplimentará un documento por cada torre de refrigeración o condensador evaporativo que se notifique. El documento se utilizará tanto para las altas, bajas o modificaciones.

#### **7.1.4 Registros de operaciones**

Los titulares, fabricantes, instaladores, mantenedores u otras entidades que dispongan de información sobre las torres de refrigeración y condensadores evaporativos, dispondrán de un registro donde figuren las operaciones realizadas con estas instalaciones. Estos registros estarán a disposición de la autoridad sanitaria.

#### **7.1.5 Infracciones**

Se califica como infracción grave:

- La falta de notificación de torres de refrigeración y condensadores evaporativos.
- No disponer del registro de operaciones ni realizar las anotaciones preceptivas

## **7.2 EVALUACIÓN DE RIESGOS. GUÍAS DE EVALUACIÓN. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS**

### **7.2.1 Introducción**

**RIESGO:** Es la probabilidad de aparición del peligro.

**PELIGRO:** Una circunstancia o condición que sucede en una instalación y que puede provocar que el agua no sea segura y transmita la legionelosis.

**PUNTO CRÍTICO:** Punto, etapa o procedimiento en el que se identifica un peligro. Una vez identificados hay que considerar la posibilidad de controlarlo para evitar, eliminar o reducir el peligro.

**CONTROL:** Proceso que incluye la adopción de medidas pertinentes para solucionar un problema

**PREVENCIÓN:** Conjunto de acciones o medidas adoptadas o previstas con el fin de evitar o disminuir riesgos.

El principio básico para la evaluación de riesgos consiste en considerar si este riesgo puede ser eliminado. En el caso de que no pueda eliminarse se intentará reducir el riesgo realizando la correspondiente evaluación de riesgos para identificar los puntos críticos y establecer medidas preventivas.

Ejemplo: *En un hospital tenemos una torre de refrigeración, cuyo fin es la climatización del centro, y un sistema de agua caliente sanitaria. Ambas instalaciones presentan riesgo de propagar la legionelosis. En el mercado existen instalaciones de climatización que no presentan riesgo de propagar la bacteria. Si sustituimos la torre por un sistema alternativo que no emita aerosoles, hemos eliminado el riesgo y no es necesaria la evaluación. En cambio, el agua caliente es insustituible, por lo que el riesgo sigue existiendo. Por tanto procederemos a la evaluación del riesgo para identificar los puntos críticos y establecer las medidas preventivas.*

Aunque la normativa clasifica las instalaciones en dos grupos, las de mayor probabilidad de proliferación y dispersión de legionela y las de menor probabilidad, siempre habrá que realizar la evaluación de riesgos de las instalaciones ya que una instalación concreta puede que sea de menor probabilidad pero de la evaluación se puede desprender un alto riesgo.

### 7.2.2 Identificación de puntos críticos

Las condiciones que se tienen que dar para que la bacteria infecte al ser humano son las siguientes:

#### 1º Que la bacteria entre en el circuito del agua de la instalación

Un agua de aporte a la instalación sin una concentración mínima de cloro y que esté en contacto con superficies donde se haya formado una biocapa, que actúa como reservorio de la bacteria, facilita la entrada de la legionela.

Ejemplo: *Utilizar un agua de aporte para una torre de refrigeración, procedente de un pozo, sin realizar como mínimo una filtración y una cloración del agua, antes de que entre a la torre.*

#### 2º Que la bacteria se multiplique:

La multiplicación de la bacteria depende principalmente de la **temperatura** y de los **nutrientes** del agua de la instalación. Un intervalo de temperatura entre 20 y 45 ° C favorece la multiplicación, siendo la temperatura óptima entre 35 y 37 ° C. La presencia de otras bacterias, protozoos (fundamentalmente amebas), algas, materia orgánica e inorgánica (relacionada con suciedad y estancamiento) proporciona nutrientes a la legionela y favorece la formación de la biocapa. Tanto la biocapa como las incrustaciones de cal albergan a la bacteria y constituyen una barrera protectora

para que no penetre el biocida. La presencia de **trazas de hierro** favorece la multiplicación de la legionela.

Ejemplo: *Un sistema de agua caliente en el que la temperatura del agua es de 37 ° C. Esta temperatura es la ideal para que la legionela que haya en el agua se multiplique rápidamente y colonice la instalación.*

Ejemplo: *Una torre de refrigeración, con suciedad e incrustaciones calcáreas en el relleno, en la que se mantienen los niveles de biocida recomendados por el fabricante. La bacteria podrá multiplicarse ya que aunque el biocida actúe sobre las bacterias libres en el agua, no podrá llegar a las que se encuentren protegidas por la biocapa y las incrustaciones.*

3º Que el agua contaminada con las bacterias se disperse en el aire en forma de aerosol:

El riesgo aumenta cuando se reduce el **tamaño del aerosol**, ya que las gotas de tamaño inferior a 5 µm pueden penetrar en los pulmones y permanecen en suspensión en el aire durante mayor tiempo. El tamaño de las gotas dependerá de las condiciones de temperatura y humedad de la atmósfera y de la velocidad del viento.

Ejemplo: *Duchas con difusores que formen gran cantidad de aerosoles pueden suponer un ahorro de agua, pero el riesgo es mayor.*

4º Que haya exposición de los individuos al aerosol:

El riesgo dependerá de la susceptibilidad de las personas expuestas (edad y estado de salud), de la intensidad de la exposición, del número de personas expuestas y del tipo de legionela.

Presentan mayor **susceptibilidad** las personas de edad avanzada, fumadoras, alcohólicas, inmunodeprimidas, con enfermedad pulmonar crónica, insuficiencia renal, hemopatías, diabetes u otras enfermedades crónicas.

La **intensidad de la exposición** depende tanto de la concentración de legionela en el aerosol como de la duración de la exposición.

El tipo de legionela es importante. La *Legionella pneumophila* **serogrupo 1**, es la que ocasiona con mayor frecuencia casos de legionelosis, pero el resto de serogrupos y otras especies distintas a *pneumophila* también pueden ser patógenos.

Ejemplo: *Supongamos que los sistemas de agua caliente de una residencia de ancianos y de un colegio infantil están contaminadas con legionela. Habrá mayor*

*probabilidad de que aparezcan casos de legionelosis en la residencia de ancianos ya que los ocupantes tienen mayor edad, y probablemente enfermedades crónicas.*

*Ejemplo: Imaginemos que tenemos dos torres de refrigeración contaminadas con legionela. Una está en un polígono industrial, presenta 20.000 ufc/l de legionela y solo funciona cinco horas al día. Otra está en el centro urbano de una ciudad, presenta 100.000 ufc/l de legionela y funciona todas las horas del día. Es más probable que la torre situada en el centro de la ciudad ocasione casos de legionelosis ya que presenta mayor concentración de legionela, es mayor el número de personas que pasan cerca de los aerosoles emitidos y funciona más horas al día.*

*Ejemplo: Un equipo de terapia respiratoria que aerosoliza agua directamente a las vías respiratorias presenta un riesgo mayor que los aerosoles producidos por una fuente ornamental.*



Figura 2. Torre de refrigeración ubicada en casco urbano

Al realizar la evaluación de riesgos de la instalación existen cinco factores de riesgo fundamentales que hay que tener en cuenta, ya que los puntos dónde se den estas características se considerarán puntos críticos por aumentar el riesgo de que esa instalación propague la enfermedad.

### 1. Agua Estancada

El agua estancada es un riesgo por dos motivos fundamentales. Por un lado, la ausencia de circulación provoca que los sólidos que transporta el agua sedimenten originando fangos. Éstos están implicados en la multiplicación de la bacteria, favorecen la formación de la biocapa y además ocasionan corrosión. Por otra parte el biocida no llegará a todas las partes del sistema en concentración suficiente para matar a la bacteria, por lo que la legionela que esté en la biocapa puede pasar al agua, reinfectando el sistema, al bajar los niveles de desinfectante.

El agua se estanca cuando la instalación permanece tiempo sin usarse, cuando hay tramos en desuso o superfluos llenos de agua o tramos ciegos.

### 2. Factores de Multiplicación

La cantidad de nutrientes presentes en el agua influirá en la multiplicación de la bacteria.

Al agua del sistema pueden llegar **contaminantes ambientales** que sean una fuente de nutrientes. Estos contaminantes pueden proceder de obras cercanas de demolición o construcción de edificios. Los sólidos introducidos además pueden reducir la eficacia del biocida.

Otra fuente de nutrientes son las **algas**. Una de las causas más frecuentes que ocasionan la aparición de algas es la acción directa de la luz solar en el agua.

La presencia de una **biocapa**, favorece la multiplicación. La legionela tiene la capacidad de vivir y multiplicarse en el interior de los protozoos presentes en la biocapa. Estos protozoos pueden resistir mayores concentraciones de biocida que la legionela que está libre en el agua, por lo que ésta sobrevive a la acción del biocida.



Figura 3. Ameba fagocitando a la legionela <sup>(7)</sup>

Las corrosiones del sistema pueden generar **hierro** y el hierro es un factor de crecimiento de legionela.

Además de los nutrientes, no hay que olvidar que la **temperatura** es un factor determinante que limita o favorece el crecimiento de la bacteria.

### 3. Calidad del agua inadecuada

Un agua de mala calidad tiene un efecto directo en la probabilidad de que la legionela se multiplique.

La calidad del agua empeora por diversas causas: contaminación externa con suciedad y tierra, acumulación de sólidos en la instalación, ausencia de desinfectante, elevados niveles de legionella, nutrientes que favorecen el crecimiento microbiológico.

### 4. Deficiencias de la instalación

Un diseño o mantenimiento inadecuado supone un riesgo ya que unas temperaturas entre 20 y 50 ° C favorecen el rápido crecimiento de la bacteria y un acceso inadecuado o inexistente dificulta el mantenimiento.

El diseño de la instalación, el mantenimiento y las operaciones realizadas en la instalación tienen impacto en el riesgo potencial de ésta. Si no es capaz de mantener temperaturas adecuadas o no dispone de mecanismos para minimizar la salida de aerosoles, el riesgo aumenta.

### 5. Localización

Una localización inadecuada puede favorecer la entrada de contaminantes a la instalación, procedentes del ambiente, aumentando los nutrientes.

El número y estado de salud de las personas expuestas a los aerosoles de la instalación determinará que ésta presente mayor o menor riesgo

### **7.2.3 Medidas preventivas**

Una vez identificados los puntos críticos de la instalación se establecerán las medidas preventivas que son necesarias adoptar para eliminar o reducir el riesgo.

Las medidas se basan en dos tipos de actuaciones:

- Las que reducen la probabilidad de multiplicación de la bacteria al eliminar o reducir las zonas sucias (buen diseño y el respeto de las condiciones de diseño y un adecuado mantenimiento que contemple limpieza y desinfección)
- Las que reducen la probabilidad de su dispersión en zonas ocupadas (control de vertidos de aerosoles).

Estas medidas preventivas se deben aplicar tanto en la fase de diseño y montaje de los sistemas de edificios nuevos o de rehabilitación de los existentes, como en la fase de explotación de las instalaciones.

#### Acciones durante la fase de diseño y montaje

1. Evitar que la temperatura del agua permanezca entre 20 y 50 ° C. Para ello es necesario aislar térmicamente equipos, aparatos y tuberías.

2. La instalación de aparatos que basan su funcionamiento en la transferencia de masa de agua en corrientes de aire con producción de aerosoles (torres de refrigeración, condensadores evaporativos, aparatos de humectación y enfriamiento adiabático) se llevará a cabo de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición para las personas. Para ello la Norma UNE 100030 IN establece que:

- Se coloquen en la cubierta de edificios.

- La descarga del aerosol esté a una cota de 2m por lo menos por encima de la parte superior de cualquier elemento a proteger (paso de personas, ventanas y tomas de aire) y a una distancia de 10 m en horizontal.
  - Se situarán a sotavento de los lugares a proteger en relación con los vientos dominantes en la zona de emplazamiento.
3. Se seleccionarán materiales que resistan la acción agresiva de los biocidas y de la temperatura, para evitar la formación de productos de corrosión. Los materiales no favorecerán el desarrollo de bacterias y hongos, para lo cual se evitarán los de tipo orgánico (cueros, materiales celulósicos)
  4. Evitar que el agua se quede estancada no instalando tuberías de desviación, equipos y aparatos en reserva o tramos de tubería de fondo ciego.
  5. Todos los equipos deberán ser fácilmente accesibles para su revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección
  6. Existirán puntos de drenaje suficientes para permitir la eliminación de los sedimentos acumulados.

#### Acciones durante la fase de explotación

Las principales actuaciones consisten en la revisión, mantenimiento y limpieza periódica con el fin de eliminar los nutrientes para la bacteria, así como la medición de los parámetros de control de la calidad del agua. A tal efecto se establecerán procedimientos de limpieza y desinfección, se comprobará la calidad del agua del circuito y del agua de aporte y se vigilará que las instalaciones cumplan los requisitos del diseño inicial a lo largo de su vida útil.

#### Medidas preventivas para evitar o reducir los siguientes factores:

##### 1. AGUA ESTANCADA

- Recircular el agua de la torre de refrigeración o condensador evaporativo cuando no esté funcionando al menos una vez al día.
- Vaciar completamente el circuito de agua cuando finalice el funcionamiento estacional
- Eliminar tramos ciegos o fuera de uso
- Abrir grifos y duchas no usados al menos semanalmente
- Suprimir depósitos de agua que no sean de renovación continua.



Figura 4. Tramo ciego de tubería <sup>(7)</sup>

## 2. FACTORES DE MULTIPLICACIÓN

Extremar la vigilancia cuando se realicen obras, aumentando las revisiones.

Usar biodispersantes en las instalaciones en las que esté permitido.

Controlar la corrosión

Proteger el agua de la acción directa del sol

Mantener la temperatura adecuada

## 3. CALIDAD DEL AGUA

- Tratamiento del agua
- Monitorizar parámetros para medir la calidad del agua microbiológica y química
- Purgar el sistema
- Instalación de filtros

## 4. DEFICIENCIAS EN LA INSTALACIÓN

- Revisión para comprobar que el diseño cumple con la normativa
- Instalar separadores de gota de alta eficiencia
- Instalar difusores de baja aerosolización
- Utilizar en la construcción materiales adecuados, resistentes a los tratamientos y que no favorezcan el crecimiento de microorganismos.
- Instalaciones accesibles para poderles realizar un mantenimiento adecuado

## 5. LOCALIZACIÓN

- Restringir el acceso de personas a la torre de refrigeración o condensador evaporativo.
- Elevar el nivel de mantenimiento en instalaciones localizadas en zonas o establecimientos de alto riesgo

### 7.2.4 Guías de evaluación

En el año 2007 el Ministerio de Sanidad y Consumo ha publicado la *Guía Técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones*. Esta guía incluye un modelo de cómo realizar la evaluación del riesgo de la instalación con criterios para su realización y acciones correctoras a realizar. Vamos a ver los aspectos más importantes de la evaluación de riesgos contemplados en las Guías.

#### Frecuencia de realización

Se realizará como mínimo:

- Una vez al año
- Cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez
- Tras una reparación o modificación estructural
- Cuando una revisión general así lo aconseje
- Cuando lo determine la Autoridad Sanitaria

#### ¿Quién debe realizarla?

Debe ser realizada por personal técnico cualificado y con experiencia, preferiblemente con titulación universitaria de grado medio o superior y habiendo superado el curso homologado para el personal que realiza las operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario frente a *Legionella*.

#### Factores de riesgo

Los factores de riesgo asociados al sistema los divide en:

- Factores estructurales: asociados a las características propias de la instalación

Ejemplo: *Accesibilidad, materiales de construcción, ubicación, agua estancada, etc.*

- Factores de mantenimiento: asociados al tratamiento y mantenimiento que se realiza en la instalación

Ejemplo: *Parámetros físico químicos y microbiológicos, estado higiénico, estado mecánico, estado de los sistemas de tratamiento, etc.*

- Factores de operación: asociados al funcionamiento de la instalación

Ejemplo: *Temperatura del agua de aporte y del sistema, frecuencia de funcionamiento, etc.*

Para cada grupo de factores de riesgo se establecen criterios para establecer un factor de riesgo bajo, medio o alto, así como posibles acciones correctoras a considerar.

La valoración global de todos estos factores se determina con el “Índice global” que se calcula para cada grupo de factores (estructural, mantenimiento y operación) y se establece un valor global ponderado.

El índice global permite la visión conjunta de todos los factores y facilita la decisión sobre la necesidad y la eficacia de aplicar acciones correctoras adicionales en función de las características propias y específicas de cada instalación. Es un indicador del riesgo, que en cualquier caso debe usarse como una guía que permite minimizar la subjetividad del evaluador pero no sustituye el análisis personalizado de cada situación concreta.

Independientemente de los resultados de la evaluación de riesgo, los requisitos legales relativos a estas instalaciones deben cumplirse.

La evaluación del riesgo incluirá la identificación de los puntos idóneos para la toma de muestras y valorará la necesidad de tomar muestras del agua de aporte.

En las Guías podemos encontrar ejemplos de evaluaciones de riesgo para diferentes instalaciones.

### 7.3 ESTRUCTURA BÁSICA DE UN PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

La normativa clasifica las instalaciones en función de su probabilidad de proliferación y dispersión de legionela:

MAYOR	MENOR
1.TORRES DE REFRIGERACIÓN (TR) 2.CONDENSADORES EVAPORATIVOS (CE) 3.SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS) CON ACUMULADOR Y CIRCITO DE RETORNO 4. SISTEMAS DE AGUA CLIMATIZADA CON AGITACIÓN CONSTANTE Y RECIRCULACIÓN A TRAVÉS DE CHORROS DE ALTA VELOCIDAD O LA INYECCIÓN DE AIRE (SPAS, JAKUZZIS, PISCINAS, VASOS O BAÑERAS TERAPÉUTICAS, BAÑERAS DE HIDROMASAJE, TRATAMIENTOS DE CHORRO A PRESIÓN) 5. CENTRALES HUMIDIFICADORAS INDUSTRIALES	1. SISTEMAS DE INSTALACIÓN INTERIOR DE AGUA FRÍA DE CONSUMO HUMANO (AFCH) (TUBERÍAS, DEPÓSITOS, ALJIBES), CISTERNAS Y DEPÓSITOS MÓVILES. 2. ACS SIN CIRCUITO DE RETORNO 3. EQUIPOS DE ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO QUE PULVERICEN AGUA DISTINTOS DE LOS INCLUIDOS EN LA CATEGORÍA DE MAYOR. 4.HUMECTADORES 5. FUENTES ORNAMENTALES 6. SISTEMAS DE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL MEDIO URBANO 7. SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS 8. ELEMENTOS DE REFRIGERACIÓN POR AEROSOLIZACIÓN AL AIRE LIBRE 9.OTROS APARATOS QUE ACUMULEN AGUA Y PUEDAN PRODUCIR AEROSOLES

Las instalaciones de riesgo en terapia respiratoria no entran en ninguna de las categorías anteriores, pero se elaborarán y aplicarán programas de mantenimiento adecuados a sus características.

El Real Decreto 865/2003 recoge en sus artículos 5 y 8 el contenido mínimo de los programas de mantenimiento y del registro de operaciones de mantenimiento.

Los programas de mantenimiento para las instalaciones de mayor probabilidad incluirán como mínimo:

1. Plano señalizado de la instalación
2. Revisión y examen de todas las partes de la instalación
3. Programa de tratamiento del agua
4. Programa de limpieza y desinfección
5. Registro de mantenimiento

Los programas de mantenimiento para las instalaciones de menor probabilidad incluirán como mínimo:

1. Esquema de funcionamiento hidráulico
2. Revisión de todas las partes de la instalación
3. Programa de limpieza y desinfección
4. Registro de mantenimiento

Aunque no esté recogido, si el agua es tratada se tendrá que incluir el programa del tratamiento del agua.

Existen una serie de condiciones específicas de mantenimiento para los sistemas de AFCH, ACS, TR y CE y bañeras de hidromasaje, que se recogen en los anexos 3, 4 y 5 de la normativa, y que se han de tener en cuenta a la hora de elaborar los programas de mantenimiento de dichas instalaciones.

Es importante tener en cuenta que lo anteriormente indicado son mínimos, y que la autoridad sanitaria, en caso de riesgo para la salud pública puede decidir la ampliación de estas medidas.

Para facilitar la aplicación del programa de mantenimiento se recomienda la elaboración de un cronograma de las actuaciones a realizar a lo largo del año.

En los programas se recogerá detalladamente la distribución de competencias para su gestión y aplicación. Se identificará al personal responsable de cada operación y se recogerán las tareas que han de realizar, tanto si es personal propio de la empresa titular de la instalación como si es personal de una empresa contratada.

Los programas de mantenimiento estarán en el establecimiento donde se encuentra la instalación, para que puedan ser revisados por el personal de la administración sanitaria. Existirá un programa de mantenimiento específico, para cada instalación que exista en el establecimiento, que tenga en cuenta las características propias de la instalación.

El programa de mantenimiento debe ser revisado al menos una vez al año, y antes si la instalación se asocia a casos de legionelosis, si cambia alguna característica de

ésta o si los resultados derivados del mantenimiento no son satisfactorios, especialmente si los resultados de los análisis del agua indican que las medidas de control no son efectivas.

Es importante recordar que la legislación recoge como infracción grave el no elaborar y aplicar programas de mantenimiento que se ajusten a lo establecido en la normativa y el no disponer del registro de mantenimiento o no realizar las anotaciones preceptivas.

Los titulares de las instalaciones son responsables de que se lleven a cabo los programas de mantenimiento. La contratación de un servicio de mantenimiento externo no exime al titular de la instalación de su responsabilidad.

#### **7.4 PLANOS DE LAS INSTALACIONES**

Tanto el plano como el esquema de funcionamiento hidráulico deben de cumplir una serie de condiciones:

1. Los elementos estarán señalizados e identificados de modo que no exista ninguna duda, ni para el operario ni para la autoridad sanitaria, a la hora de localizarlos en la instalación.
2. Contemplará todos los componentes de la instalación.
3. Estará actualizado.
4. Cuando se realice alguna modificación de la instalación se deberá actualizar.
5. Recogerá los puntos críticos.
6. Estarán recogidos y debidamente identificados los puntos de toma de muestras.

La inclusión de fotografías y una descripción general de la instalación pueden resultar de ayuda a la hora de realizar el mantenimiento.

#### **7.5 REVISIÓN DE LA INSTALACIÓN**

Todas las partes de la instalación deben revisarse y examinarse. El objetivo es comprobar que:

- Funciona correctamente
- El estado de conservación es bueno
- El estado de limpieza es correcto

Para ello es necesario establecer una serie de contenidos:

##### **1. Puntos críticos**

2. Parámetros a medir

3. Procedimientos a seguir

4. Periodicidad de cada actividad

Los puntos críticos que hay que contemplar serán como mínimo los recogidos en la normativa. Además se incluirán otros puntos que se identifiquen al realizar la evaluación de riesgos.

La frecuencia de las actuaciones aumentará si se detectan deficiencias, se sustituye o repara una parte de la instalación o se detecta suciedad durante una revisión.

Las medidas correctoras a aplicar deberán estar recogidas en el programa.

Ejemplo: *Punto crítico: dosificador de desinfectante; Parámetro: correcto funcionamiento; Procedimiento: inspección visual; Periodicidad: semanal*

Ejemplo: *Punto crítico: bandeja de la torre de refrigeración; Parámetro: estado de limpieza (presencia de sedimentos); Procedimiento: inspección visual; Periodicidad: mensual*

## 7.6 PROGRAMA DE TRATAMIENTO DEL AGUA

El objetivo de realizar un tratamiento al agua es asegurar su calidad desde el punto de vista biológico, físico y químico.

Este programa incluirá:

1. Productos y dosis

Deben estar recogidos los nombres y dosis de todos los productos que se van a usar y no solo el del biocida aplicado. Por tanto, si se usan anticorrosivos, reguladores de pH o cualquier otro producto, todos deberán estar recogidos en este apartado.

Es aconsejable, en caso de que sea necesario preparar disoluciones del producto para aplicarlo, que se describa el procedimiento de preparación.

Las fichas técnicas de los productos y las fichas de datos de seguridad estarán adjuntadas al programa.

Ejemplo: *Producto: hipoclorito sódico (tendré la ficha de datos de seguridad y/o ficha técnica); Dosis: 5 ml cada hora (este dato se calculará teniendo en cuenta el volumen de agua del circuito)*

2. Procedimientos

Se describirán detalladamente los tratamientos realizados, explicando, por ejemplo el punto dónde se va a dosificar el desinfectante de mantenimiento y el dispositivo usado para la dosificación.

Ejemplo: *Dosificación en la bandeja de la torre de refrigeración, mediante dosificador semiautomático (incluir marca y modelo del dosificador)*

3. Parámetros de control

Se establecerán unos parámetros físicos, químicos y biológicos para poder evaluar la calidad del agua. Para ello se establecerán unos valores de referencia para los mismos, con nivel superior e inferior y las medidas correctoras que se aplicarán en caso de superar los niveles.

Ejemplo en torre de refrigeración: *Parámetro: Cloro residual libre; Valores de referencia: 2-5 ppm; Medida correctora: Revisar el dispositivo de dosificación, comprobando estado del equipo y de los productos. Reestablecer los niveles. En caso de valores inferiores a 2 ppm, comprobar si hay aumento de suciedad en la instalación que haga que se consuma más cloro, o si se da cualquier otra circunstancia que lo haya podido provocar. En caso de valores superiores a 5ppm, comprobar el estado de corrosión.*

Ejemplo en agua caliente sanitaria: *Parámetro: Legionela; Valores de referencia:= ufc/L ; Medida correctora: Revisar el programa de mantenimiento. Proceder a realizar una limpieza y desinfección de la instalación.*

#### 4. Métodos de medición

Se elegirán unos puntos para la medición de los parámetros de control y se realizará la medición para comprobar que se respetan los valores establecidos.

Hay que describir los métodos de medición usados, frecuencia y procedimiento de la calibración de dichos métodos. Esto se hará tanto para las mediciones realizadas “in situ” como para las realizadas en un laboratorio.



Figura 5. Equipo de medición "in situ"

## 5. Periodicidad de los análisis

### **7.7 PROGRAMA DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN**

El objetivo es asegurar que toda la instalación funciona en condiciones de seguridad. Para ello se establecerán:

#### 1. Procedimientos

Deberán describirse detalladamente para que no exista ninguna equivocación a la hora de aplicarlos. Aparte de recoger el procedimiento de limpieza y desinfección general, también tendrá que estar descrito el procedimiento a seguir en caso de brote de legionelosis.

#### 2. Productos y dosis

Deben estar recogidos los nombres y dosis de todos los productos que se van a usar y no solo el del biocida aplicado. Por tanto, si en la limpieza y desinfección se usan detergentes, biodispersantes, anticorrosivos, desincrustantes, reguladores de pH o cualquier otro producto, todos deberán estar en este apartado.

Es aconsejable, en caso de que sea necesario preparar disoluciones del producto para aplicarlo, que se describa el procedimiento de preparación.

Las fichas técnicas de los productos y las fichas de datos de seguridad estarán adjuntadas al programa.

#### 3. Precauciones a tener en cuenta

Las precauciones que han de tomarse a la hora de realizar las limpiezas y desinfecciones pueden ser de tres tipos.

Se tomarán precauciones para no dañar el medio ambiente, especialmente en lo referente a la eliminación de residuos o vertido originados durante el procedimiento. A tal efecto se deberán de cumplir las normas de vertido al alcantarillado y cualquier otra normativa de aplicación.

También se recogerán las precauciones que se han de tomar para proteger la salud y seguridad tanto de los operarios como de cualquier personal expuesto, como puede ser el caso de usuarios de las instalaciones o viandantes. Por ejemplo, se recogerán la necesidad de usar determinados equipos y ropas de protección por los operarios, el restringir el paso de personas a la zona de operaciones, realizar los tratamientos en ausencia de usuarios o colocar carteles avisando que no se utilice el agua

#### 4. Periodicidad

Como mínimo será la recogida en la normativa

### **7.8 LIBRO DE REGISTRO DE MANTENIMIENTO**

Los registros se harán en un libro, en el que se detallarán cronológicamente todas las operaciones a realizar, tanto de revisión del estado de las instalaciones, como de la monitorización o vigilancia de la calidad del agua y los eventos que ocurran a lo largo de la vida útil de la instalación, así como las operaciones de mantenimiento, limpieza y desinfección

Como mínimo se deben realizar las siguientes anotaciones en el libro de registro:

#### 1. Respecto a las tareas de revisión y limpieza y desinfección general:

- Tarea realizada.
- Fecha de realización.
- Protocolo seguido.
- Productos utilizados, dosis y tiempo de actuación.

Si estas tareas son realizadas por una empresa contratada, ésta extenderá un certificado, según modelo del anexo 2 de la normativa.

#### 2. En cuanto a otras operaciones de mantenimiento tales como limpiezas parciales, reparaciones, verificaciones, engrases:

- Especificación de la operación.
- Fecha de realización.

También se registrarán todas las incidencias y las correspondientes medidas correctoras adoptadas.

#### 3. Respecto a los análisis de aguas realizados:

- Fecha de toma de muestras.
- Resultado.

Todas las anotaciones del registro deberán ir acompañadas de la firma del responsable técnico de la tarea realizada y la firma del responsable de la instalación.

Además, en aquellas instalaciones con mayor probabilidad de proliferación y dispersión de legionela se deberá registrar las fechas de paradas y puestas en marcha técnicas, incluyendo su motivo.

Ejemplo:

REVISIÓN DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA DE LA BANDEJA DE LA TORRE DE REFRIGERACIÓN N° 3				
FECHA	ESTADO	MEDIDA CORRECTORA	FIRMA RESPONSABLE TÉCNICO	FIRMA RESPONSABLE INSTALACIÓN
1/01/04	CORRECTO	NO		
1/02/04	SEDIMENTOS	Vaciado de la bandeja, limpieza de sedimentos, hipercloración.		

La *Guía Técnica para la prevención y control de la legionelosis en las instalaciones* elaboradas por el Ministerio de Sanidad y Consumo incluye al final de cada capítulo ejemplos de Registros.

### ACTIVIDADES PROPUESTAS PARA REALIZAR POR EL ALUMNO

1. Rellenar documento de notificación y buscar ortofoto en cartomur.
2. Realizar algún ejemplo de evaluación de riesgos de los recogidos en la Guía del Ministerio de Sanidad y Consumo.
3. Diseñar alguna parte de un Programa de mantenimiento
4. Diseñar y rellenar hojas del libro de registro de mantenimiento

### 7.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. BOE núm. 171, de 18 de julio de 2003.

2. Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.
3. Ley 4/1999, de 13 de enero, de modificación de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.
4. Ley 24/2001, de 27 de diciembre de medidas fiscales, administrativas y del orden social.
5. Norma UNE 100030 IN. Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones. AENOR. 2005.
6. Guía práctica para el diseño del plan de autocontrol de Legionella. Departamento de Sanidad. Gobierno Vasco. 2002.
7. A guide to developing risk management plans for cooling tower systems. State Government Victoria. Noviembre 2001.
8. Guía técnica para la prevención y control de la legionelosis en instalaciones. Ministerio de Sanidad y Consumo. 2007.

**TEMA 8**  
**TRATAMIENTO DE LAS INSTALACIONES DE RIESGO**

1. Mantenimiento de los sistemas de agua fría de consumo humano.
2. Mantenimiento de los sistemas de agua caliente sanitaria.
3. Tratamiento preventivo: Químico y Térmico.
4. Tratamiento en caso de brote: Químico y térmico.
5. Mantenimiento de torres de refrigeración y dispositivos análogos.
6. Tratamiento preventivo.
7. Tratamiento en caso de brote.

## **8.1. MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA FRÍA DE CONSUMO HUMANO ( AFCH ).**

Regulado en el artículo 7.1 y en el anexo 3 del RD. 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

### **Artículo 7.1. Medidas preventivas generales.**

Estas medidas se aplicarán en la fase de diseño de nuevas instalaciones y en las modificaciones o reformas de las existentes.

#### **Las instalaciones deberán tener las siguientes características:**

- 1- La red interna de agua potable deberá garantizar la total estanqueidad, aislamiento y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento. Se instalarán suficientes puntos de purga que permitan vaciar completamente la instalación. Se dimensionará, de forma, que permita la eliminación completa de los sedimentos.
- 2- La temperatura del agua en el circuito de agua fría ha de ser inferior a 20°C, siempre que sea posible, para lo cual las tuberías estarán suficientemente alejadas de las de agua caliente.
- 3- Disponer en el agua de aporte sistemas de filtración según la norma UNE – EN 13443-1, equipo de acondicionamiento del agua en el interior de edificios- filtros mecánicos- parte 1 : partículas de dimensiones comprendidas entre 80 y 150 micras- requisitos de funcionamiento, seguridad y ensayo.
- 4- Se facilitará la accesibilidad de los equipos para su limpieza, desinfección y toma de muestras.
- 5- Se utilizarán materiales susceptibles de ser desinfectados, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento de microorganismos y la formación de biocapa en el interior de las tuberías. Los materiales cumplirán el RD 140/2003 de 7 de febrero sobre calidad de agua de consumo humano
- 6- Los depósitos deben estar tapados con una cubierta impermeable que ajuste perfectamente y que permita el acceso al interior. Si se encuentran situados al aire libre estarán térmicamente aislados. Si es necesario realizar una cloración de los depósitos se utilizarán dosificadores automáticos.
- 7- Deberán instalar válvulas de retención según la norma UNE-EN 1717, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o uso.

**Informe U.N.E. 100030 I. N Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionella en instalaciones.**

Establece una serie de medidas preventivas en la fase de diseño de estos sistemas. Entre estas medidas cabe destacar que cuando exista necesidad de acumulación de agua fría, se instalarán dos depósitos en paralelo, por lo menos, para permitir la limpieza de uno mientras el otro, o los demás, están en servicio. Los depósitos estarán tapados.

Si durante el almacenamiento el cloro residual libre se pierde se realizará una recloración del agua con dosificadores automáticos.

Los depósitos se dimensionarán para un volumen mínimo de almacenamiento, compatible con las circunstancias del lugar.

**MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA FRÍA DE CONSUMO HUMANO CONTEMPLADO EN EL ANEXO 3 A DEL RD 865/2003**

En el anexo 3A se detallan los aspectos mínimos que deben contemplarse al realizar la revisión de estos sistemas.

Todas estas operaciones serán realizadas por personal suficientemente cualificado.

El objetivo de esta revisión es comprobar el correcto funcionamiento de la instalación y su buen estado de conservación y limpieza.

El agua de las instalaciones interiores de consumo humano deberá cumplir los parámetros y criterios establecidos en la legislación de aguas de consumo humano.

**AGUA FRÍA DE CONSUMO HUMANO (ANEXO 3 A b )**

ACTIVIDAD A REVISIÓN	PERIODICIDAD	RESULTADOS	MEDIDAS CORRECTORAS
1. Funcionamiento general de la instalación y sus elementos	1/año	Se detecta fallo	Reparación y subsanación del mismo
2. Estado de conservación y limpieza	Depósitos 1/3 meses Puntos terminales, duchas y grifos 1/mes( muestra)	Se detecta fallo	Reparación o renovación y limpieza
3. Temperatura del agua	Depósitos 1/mes	>20°C	Revisión del aislamiento
	Muestra representativa de grifos y duchas AFS 1/mes		
	Todos los grifos y duchas 1/ año	se detecta fallo en Tª o suciedad	Revisión del aislamiento en AFS o limpieza y desinfección
4. Concentración de cloro	Si hay depósito	CLRL < 0,2	Cloración automática

**AFS. Agua fría de consumo humano**

Se abrirán además todos los grifos y duchas de habitaciones no ocupadas, semanalmente, dejando correr el agua unos minutos.

## **8.2. MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA A.C.S).**

Regulado en el artículo 7.1 y en el anexo 3 del R.D. 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

### **Artículo 7.1. Medidas preventivas generales.**

Estas medidas se aplicarán en la fase de diseño de nuevas instalaciones y en las modificaciones o reformas de las existentes.

Las instalaciones deberán tener las siguientes características:

1. - La red interna de agua potable deberá garantizar la total estanqueidad, aislamiento y la correcta circulación del agua, evitando su estancamiento. Se instalarán suficientes puntos de purga que permitan vaciar completamente la instalación. Se dimensionará, de forma, que permita la eliminación completa de los sedimentos.
2. - Se facilitará la accesibilidad de los equipos para su limpieza y desinfección
3. - Si se utiliza un sistema de aprovechamiento térmico en el que se disponga de un acumulador que no alcance los 60°C, se garantizará que antes de su distribución al edificio se instalará un acumulador que si alcance los 60° C.
4. - Se utilizarán materiales que resistan altas concentraciones de cloro o de otros desinfectantes o una desinfección térmica, evitando aquellos que favorezcan el crecimiento de microorganismos y la formación de biocapa en el interior de las tuberías. Los materiales cumplirán el RD 140/2003 de 7 de febrero sobre calidad de agua de consumo humano
5. - Deberán instalar válvulas de retención según la norma UNE-EN 1717, que eviten retornos de agua por pérdida de presión o disminución del caudal suministrado y en especial, cuando sea necesario para evitar mezclas de agua de diferentes circuitos, calidades o uso.
6. - La temperatura del agua del circuito debe ser siempre igual o superior a 50° C, incluido el retorno. La instalación permitirá que se alcancen los 70° C
7. - Asegurar, en toda el agua almacenada en los acumuladores finales una temperatura homogénea y evitar el enfriamiento de zonas interiores que propicien la formación y proliferación de legionella

### **Informe U.N.E. 100030 I. N Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionella en instalaciones.**

Establece una serie de medidas preventivas en la fase de diseño de estos sistemas :

1. Los acumuladores deben estar aislados para evitar descensos de temperatura.
2. Los acumuladores estarán dotados de una boca de registro para la limpieza interior y de una conexión para la instalación de una válvula de vaciado.
3. Si se acumula una cantidad grande de agua se recomienda que el intercambiador de calor esté situado fuera del acumulador, para facilitar las operaciones de limpieza. El intercambiador será preferentemente de placas. Los acumuladores se colocaran en serie, si hay más de uno, de este modo se favorece la estratificación del agua. La circulación del agua calentada en el intercambiador tendrá lugar en sentido contrario a la circulación provocada por la demanda de agua caliente, desde el fondo del depósito a la parte alta del mismo o, si hay más de un acumulador en serie, desde el fondo del primero a la parte alta del último . Los depósitos tendrán una elevada relación altura /diámetro y se instalarán verticalmente. En la entrada de agua fría conviene instalar un elemento que reduzca la velocidad residual de agua.
4. La tubería de acometida de agua a la cabeza difusora y la misma cabeza quedarán vacías cuando las duchas y grifos no se utilicen.

### **MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE AGUA CALIENTE SANITARIA CONTEMPLADO EN EL ANEXO 3 A DEL RD 865/2003**

En el anexo 3A se detallan los aspectos mínimos que deben contemplarse al realizar la revisión de estos sistemas.

Todas estas operaciones serán realizadas por personal suficientemente cualificado, con todas las medidas de seguridad necesarias y avisando a los usuarios para evitar posibles accidentes.

El objetivo de esta revisión es comprobar el correcto funcionamiento de la instalación y su buen estado de conservación y limpieza.

El agua de las instalaciones interiores de consumo humano deberá cumplir los parámetros y criterios establecidos en la legislación de aguas de consumo humano.

AGUA CALIENTE SANITARIA (ANEXO 3 A a )

ACTIVIDAD A REVISIÓN	PERIODICIDAD	RESULTADOS	MEDIDAS CORRECTORAS
1. Funcionamiento general de la instalación y sus elementos	1/año	Se detecta fallo	Reparación o subsanación del mismo
2. Estado de conservación y limpieza	Acumuladores 1/3 meses Puntos terminales, duchas y grifos 1/mes ( muestra)	Se detecta fallo	Reparación o subsanación y limpieza
3. Temperatura	Acumuladores ACS 1/día	<60°C	Aumento de la Tª
	Grifos más cercanos y alejados de acumuladores de ACS 1/mes	<50°C	Aumento de la Tª
	Todos los grifos y duchas 1/ año	se detecta fallo en Tª o suciedad	Aumento de Tª en ACS o limpieza y desinfección
4. Purgas	Drenaje de tuberías 1/mes	sedimentos	Drenar hasta agua limpia
	Acumulador 1/ semana	sedimentos	Drenar hasta agua limpia
5. Abrir grifos y duchas de habitaciones no ocupadas	1/ semana		
6. Analítica de legionella	1/ año (mínimo)	Resultado positivo	Limpieza y desinfección

ACS. Agua caliente sanitaria.

**8.3 TRATAMIENTO PREVENTIVO: QUÍMICO Y TÉRMICO.**

**Siempre realizar una limpieza exhaustiva previa a la desinfección.**

**Frecuencia:** al menos una vez al año en la instalación completa, y además en los siguientes casos:

**Cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez**

Tras una parada superior a un mes

Tras una reparación o modificación estructural

**Cuando una revisión general así lo aconseje**

Cuando lo determine la autoridad sanitaria

Solo se podrán utilizar productos incluidos en el Anexo 2 del RD 140/2003, de 7 de febrero, Por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

## **TRATAMIENTO PREVENTIVO: QUÍMICO Y TÉRMICO ( anexo 3.B )**

### **Procedimiento preventivo de desinfección QUÍMICA :**

a) Clorar el depósito con 20-30 ppm de cloro residual libre ( CLRL ), a T<sup>a</sup> no superior a 30° C y pH entre 7-8, haciendo llegar a los puntos terminales de la red 1-2 ppm, y mantener durante tres o dos horas. Como alternativa, se puede utilizar 4-5 ppm en el depósito durante 12 horas

b) Neutralizar la cantidad de CLRL y vaciar.

c) Limpiar a fondo las paredes con un cepillo duro, realizar las operaciones necesarias y aclarar con agua limpia.

d) Volver a llenar con agua y añadir la cantidad de cloro necesaria para su funcionamiento habitual ( 0.2 – 1 ppm ). Si es necesario realizar recloración, se realizará con dosificadores automáticos

### **Procedimiento preventivo de desinfección TÉRMICA:**

a) Vaciar el sistema, limpiar a fondo las paredes del acumulador, realizar las reparaciones necesarias y aclarar con agua limpia.

b) Llenar el depósito acumulador y elevar la T<sup>a</sup> del depósito a 70° C y mantener al menos 2 horas. Posteriormente abrir por sectores todos los grifos y duchas, durante 5 minutos, de forma secuencial. Comprobar que en todos los puntos terminales se alcance una T<sup>a</sup> de 60° C.

c) Vaciamos el depósito, limpiamos y volver a llenar para su funcionamiento habitual.

Los elementos desmontables, como grifos y duchas:

a) se limpiarán con un cepillo duro.

b) se sumergirán en una solución de 20 ppm de CLRL durante 30 minutos.

c) Aclarar con abundante agua fría.

Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo.

## **8.4-TRATAMIENTO EN CASO DE BROTE: QUÍMICO Y TÉRMICO (anexo 3.C)**

### **Procedimiento en el caso de desinfección QUÍMICA ( con cloro):**

En caso de brote de legionelosis, se realizará una desinfección de choque de toda la red, incluyendo el sistema de distribución de agua caliente sanitaria, siguiendo el siguiente procedimiento, en el caso de realizar una desinfección con cloro:

a) Clorar con 15 ppm de CLRL, manteniendo la T<sup>a</sup> por debajo de 30° C y un pH entre 7-8 y mantener durante 4 horas ( alternativamente clorar con 20 o 30 ppm de CLRL, durante tres o dos horas respectivamente ).

- b) Neutralizar, vaciar, limpiar a fondo los depósitos, reparar las partes dañadas, aclarar y llenar con agua limpia.
- c) Volver a clorar con 4-5 ppm de CLRL y mantener durante 12 horas. Esta cloración se hará secuencialmente, es decir, distribuyendo el desinfectante secuencialmente desde el principio hasta el final de la red. Abrir por sectores todos los grifos y duchas, durante 5 minutos es preciso confirmar la distribución de cloro en toda la red.
- d) Neutralizar, vaciar y llenar con agua limpia.

**Procedimiento en el caso de la desinfección TÉRMICA :**

- a) Vaciar el sistema, limpiar a fondo las paredes de los acumuladores, realizar las reparaciones necesarias y aclarar con agua limpia.
- b) Elevar la temperatura del agua caliente a 70° C o más en el acumulador durante al menos 4 horas. Posteriormente, abrir por sectores todos los grifos y duchas durante 10 minutos de forma secuencial. Comprobar que en todos los puntos terminales se alcancen 60° C
- c) Los elementos desmontables, como grifos y duchas:
  - se limpiarán con un cepillo duro.
  - se sumergirán en una solución de 20 ppm de CLRL durante 30 minutos.
  - Aclarar con abundante agua fría.

Los elementos difíciles de desmontar o sumergir se cubrirán con un paño limpio impregnado en la misma solución durante el mismo tiempo.

Se renovarán aquellos elementos de la instalación que no se encuentren en adecuadas condiciones, en especial aquellos afectados por la corrosión o la incrustación.

Tras la desinfección de choque, se debe proceder a realizar un tratamiento continuado del agua durante tres meses de forma que en los puntos terminales de la red, se detecte de 1-2 ppm de clor residual libre para el agua fría y mantener la Tª entre 55°- 60° C en dichos puntos para el sistema del agua caliente sanitaria

Estas actividades quedarán reflejadas en el registro de mantenimiento.

Posteriormente se establecerán las medidas habituales.

**8.5-MANTENIMIENTO DE TORRES DE REFRIGERACIÓN Y DISPOSITIVOS ANÁLOGOS.**

Regulado en el artículo 7.2 y anexo 4 del RD.865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis.

**Artículo 7.2 Medidas preventivas de las torres de refrigeración y dispositivos análogos.**

- a) Estarán ubicados de manera que se reduzca al mínimo el riesgo de exposición de las personas a los aerosoles. A este efecto se deberán ubicar en lugares alejados de las personas, protegiendo tomas de aire acondicionado y ventanas.
- b) Los materiales del circuito hidráulico han de resistir la acción agresiva del agua y del cloro u otros desinfectantes, con el fin de evitar los fenómenos de corrosión. Se evitarán los materiales que favorezcan el desarrollo de bacterias y hongos como el cuero, madera, fibrocemento, hormigón o los derivados de la celulosa.
- c) El diseño del sistema deberá hacerse de manera que todos los equipos y aparatos sean fácilmente accesibles para su inspección, limpieza, desinfección y toma de muestras.
- d) Existirán suficientes puntos de purga para vaciar completamente la instalación y estarán dimensionados para permitir la eliminación de los sedimentos acumulados.
- e) Deberán disponer de sistemas separadores de gotas de alta eficiencia cuyo caudal de agua arrastrado será menor del 0,05 % del caudal de agua circulante.
- f) Deberán disponer de sistemas de dosificación en continuo del biocida

**Informe U.N.E. 100030 I. N Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionella en instalaciones.**

Establece una serie de medidas preventivas en el diseño de estos aparatos:

- 1) Para disminuir el contacto de las personas con el aerosol generado por los equipos, estos deberán cumplir las siguientes condiciones:
  - Los equipos se instalarán en lugares aislados y alejados de lugares con riesgo de exposición, preferentemente en las cubiertas de los edificios
  - La descarga de aerosol estará a una cota de 2m, por lo menos, por encima de cualquier elemento a proteger y a una distancia de 10m en horizontal.
  - Los aparatos se situarán a sotavento de los lugares antes citados, en relación con los vientos dominantes.
  - Los equipos estarán dotados de separadores de gotas con una eficiencia muy elevada. El caudal arrastrado será inferior al 0.05% del caudal del agua en circulación.

- 2) Para facilitar las labores de limpieza y mantenimiento se deberán cumplir las siguientes condiciones:
- Los equipos se situarán en lugar accesibles y deberán tener puertas amplias y de fácil acceso.
  - Sus superficies interiores serán lisas y sin obstáculos para facilitar las operaciones de limpieza y desinfección.
  - Los materiales deberán ser resistentes a fuertes concentraciones de desinfectantes. Se recomienda evitar el uso de la celulosa.
  - La bandeja deberá tener un pozo en el que se acumule la suciedad. El pozo estará equipado de válvula de vaciado.
  - Las paredes de cerramiento serán desmontables para facilitar las operaciones de limpieza y desinfección del relleno.
- 3) En circuitos de agua en contacto con la atmósfera se recomienda, además, la incorporación de los siguientes sistemas auxiliares para la realización de un tratamiento integral en continuo:
- Un sistema de filtración para evitar la entrada de sustancias sólidas.
  - Un sistema de tratamiento permanente que evite la acumulación de depósitos calcáreos, evite la corrosión y se realice la desinfección en continuo del agua.

Se recomienda instalar un sistema de purga automático.

Un sistema de limpieza automática de los tubos del condensador

### **MANTENIMIENTO DE LOS SISTEMAS DE TORRES DE REFRIGERACIÓN Y CONDENSADORES EVAPORATIVOS CONTEMPLADO EN EL ANEXO 4 A DEL RD 865/2003**

Se detallan a continuación los aspectos mínimos que deben recoger la revisión y la limpieza y desinfección en este tipo de instalaciones.

Todas las operaciones que se detallan a continuación deberán ser realizadas por personal suficientemente cualificado, adoptando todas las medidas de protección necesarias y avisando a los usuarios para evitar posibles accidentes.

#### **A. REVISIÓN DE LA INSTALACIÓN.**

Objetivo: comprobar su correcto funcionamiento y su buen estado de limpieza y desinfección.

ELEMENTOS A REVISAR	PERIODICIDAD	RESULTADO	MEDIDAS CORRECTORAS
Separador de gotas	1/ año	Si se detecta fallo estructural o incrustaciones	Sustitución o reparación y limpieza y desinfección
Relleno y condensador	1/6 meses	Si se detecta fallo estructural o incrustaciones	Sustitución o reparación y limpieza y desinfección
Bandeja	1/mes	Si sedimentos, lodos, incrustaciones, oxidaciones etc	Limpieza. Desinfección, si procede y reparación
*Calidad del agua	1/mes (F-Q y microbiológico)	Empeoramiento de la calidad	Tratamiento hasta recuperación de calidad y revisar el programa de mantenimiento.

- 1- DIARIAMENTE: nivel de cloro o biocida.
- 2- MENSUALMENTE: Temperatura, pH, conductividad, turbidez, hierro total y recuento de aerobios en el agua de la balsa.
- 3- TRIMESTRALMENTE, como mínimo, en función de la peligrosidad de la instalación: Legionella.

Parámetros indicadores de calidad en torres y condensadores evaporativos

Parámetros físico-químicos	Niveles
Turbidez	<15 UNF( unidades nefelométricas de formacina)
Conductividad	Concentración que no forme incrustaciones ni corrosiones. La purga debe automatizarse.
pH	6.5-9,0*
Hierro total	<2 mg/l
Nivel de biocida	Según especificaciones del fabricante. Si es cloro la Concentración de CLRL debe ser > o = a 2 ppm.

Tabla 1 anexo 4 RD865/2003

\*Cuando el Ph es superior a 7 unidades la concentración de cloro residual libre que se requiere se puede calcular con la siguiente expresión:

$$[C.L.R.L.]pH=n = [C.L.R.L.] pH=7 \times F_n$$

pH	7	7.5	8	8.5	9
Fn	1	1.5	3,2	8,4	25,3

Norma UNE 100030IN

El boletín de análisis debe especificar el correspondiente método analítico.

El agua no puede tener características incrustantes ni corrosivas. Se debe calcular el índice de Ryznar o de Langelier.

Frecuencia mínima de muestreo para torres y condensadores evaporativos.

Parámetros	Frecuencia mínima
Legionella	trimestral
Aerobios totales	Mensual*

Tabla 2 anexo4 RD865/2003

\*Si se obtienen valores superiores a 10.000 UFC/ml se deberá comprobarla eficacia de la dosis y tipo de biocida utilizado y realizar un muestreo de Legionella.

- El análisis de legionella se realizará según la norma ISO 11731 Parte 1, 1998 y el análisis de aerobios según la norma ISO 6222, 1999.
- El análisis de Legionella deberá ser realizado en laboratorios acreditados para aislamiento de Legionella en agua o laboratorios que tengan implantado un sistema de control de calidad para este tipo de ensayos.

**ACCIONES PARA TORRES DE REFRIGERACIÓN Y DISPOSITIVOS ANÁLOGOS EN FUNCIÓN DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS DE LEGIONELLA.**

Recuento de Legionella UFC/L	ACCIÓN PROPUESTA
>100 y < 1.000	Revisar el programa de mantenimiento (P.M.) y realizar las correcciones oportunas. Remuestrear a los 15 días.
>1.000 y < 10.000	Revisar el programa de mantenimiento. L+D según anexo 4b. Toma de muestra a los 15 días: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el resultado es &lt; a 100 UFC/l*, tomar una muestra al cabo de un mes. Si el resultado esa muestra es &lt; a 100 UFC/l continuar con el mantenimiento previsto.</li> <li>• Si cualquiera de las muestras da un valor &gt; a 100 UFC/l, revisar el P.M. e introducir las reformas necesarias. Si el resultado es &gt; 1.000 UFC/ l realizar L+D según el anexo 4c. Realizar toma de muestra a los 15 días.</li> </ul>
> 10.000	Parar el funcionamiento de la instalación, vaciar el sistema y proceder a realizar el tratamiento de choque según el anexo 4c. Realizar una nueva toma de muestra a los 15 días.

Tabla 3 anexo4 RD 865/2003.

\*UNF/l ( Unidades Formadoras de Colonias por litro de agua analizada).

## **8.6 TRATAMIENTO PREVENTIVO.**

Frecuencia: la limpieza y desinfección del sistema completo se realizará, al menos, en los siguientes casos:

- Dos veces al año, preferiblemente, al comienzo de la primavera y el otoño, cuando las instalaciones sean de funcionamiento no estacional .
- Cuando se ponga en marcha la instalación por primera vez
- Tras una parada superior a un mes
- Tras una reparación o modificación estructural
- Cuando una revisión general así lo aconseje
- Cuando lo determine la autoridad sanitaria.

La limpieza debe ser exhaustiva para que la desinfección sea efectiva.

Si el tiempo de parada de la instalación supera la vida media del biocida empleado, se comprobará el nivel del biocida y la calidad microbiológica del agua antes de la puesta en funcionamiento. Si es necesario se realizará una limpieza y desinfección de la instalación.

### **Procedimiento preventivo de limpieza y desinfección para equipos que pueden cesar en su actividad ( en el caso de utilizar cloro):**

- a) Clorar el agua del sistema, al menos 5 ppm de cloro residual libre (CLRL ), con biodispersantes capaces de actuar sobre la biocapa y anticorrosivos compatibles con el cloro, manteniendo un pH entre 7-8.
- b) Recircular el agua del sistema durante tres horas, manteniendo los ventiladores desconectados a ser posible todas las aberturas cerradas para evitar la salida de aerosoles. Medir nivel de CLRL cada hora y reponer la cantidad perdida.
- c) Neutralizar el cloro, vaciar el sistema y aclarar con agua a presión.
- d) Realizar las operaciones de mantenimiento necesarias así como reparar las averías detectadas.
- e) Limpiar a fondo las superficies del equipo con técnicas adecuadas que eliminen las incrustaciones y adherencias y aclarar.
- f) Llenar de agua y añadir el desinfectante de mantenimiento. En el caso de cloro, mantener a 2 ppm de CLRL mediante un dispositivo automático, añadiendo anticorrosivo compatible con el cloro, en cantidad adecuada.

Las piezas desmontables se limpiarán a fondo, sumergidas en una solución que contenga 15 ppm de CLRL, durante 20 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría.

Los elementos difíciles de desmontar o de difícil acceso se pulverizarán con la misma solución durante el mismo tiempo. En caso de equipos, que por sus dimensiones o diseño no admitan la pulverización, la limpieza y desinfección se realizará mediante nebulización eléctrica, utilizando un desinfectante adecuado para este fin ( la nebulización eléctrica no se puede realizare con cloro).

Procedimiento preventivo de limpieza y desinfección para equipos que no pueden cesar en su actividad ( en el caso de utilizar cloro):

- a) Ajustar el pH entre 7 y 8, para mejorar la acción del cloro.
- b) Añadir cloro en cantidad suficiente para mantener en el agua de la balsa una concentración máxima de CLRL de 5 ppm.
- c) Añadir la cantidad adecuada de biodispersante para que actúe sobre la biocapa y permita el ataque del cloro en su interior, así como un inhibidor de la corrosión, específico para cada sistema.
- d) Recircular por espacio de 4 horas manteniendo los niveles de CLRL. Se realizarán determinaciones del mismo cada hora, para asegurar el contenido de cloro residual previsto. Es obligatoria la utilización de dosificadores automáticos.

Una vez finalizada la operación de limpieza en caso de que la calidad del agua no se aceptable se podrá renovar la totalidad del agua del circuito a criterio del responsable de mantenimiento, abriendo la purga al máximo posible y manteniendo el nivel de la balsa.

Las torres de refrigeración y condensadores evaporativos que den servicio a instalaciones industriales de carácter singular, tales como centrales de energías térmicas, centrales nucleares y otros, dispondrán de protocolos de limpieza y desinfección específicos, adecuados a la particularidad de su uso y que contemplen lo dispuesto en el artículo 5, 7 y anexo 4 del RD865/2003.

## **8.6 TRATAMIENTO EN CASO DE BROTE**

- a) clorar el agua del sistema, al menos 20 ppm de CLRL y añadir biodispersantes y anticorrosivos compatibles.
- b) recircular el sistema durante tres horas, manteniendo los ventiladores desconectados y las aberturas cerradas para evitar la salida de aerosoles. Medir el nivel de CLRL cada hora y reponer para mantener los niveles.
- c) Neutralizar el cloro y proceder a la recirculación igual que en el punto anterior.
- d) Vaciar el sistema y aclarar con agua a presión.
- e) Realizar las operaciones de mantenimiento mecánicas así como reparar las averías detectadas.

f) Limpiar a fondo las superficies del equipo con detergentes y agua a presión y aclarar.

g) Introducir en el flujo de agua la cantidad de cloro necesaria para alcanzar los 20 ppm de CLRL y añadir anticorrosivos compatibles en cantidad adecuada. Mantener durante dos horas midiendo el nivel de CLRL cada 30 minutos y reponiendo la cantidad perdida. Se recirculará el agua por todo el sistema con los ventiladores desconectados y las aberturas tapadas.

h) Neutralizar y recircular igual que en el punto anterior.

i) Vaciar el sistema, aclarar y añadir el desinfectante de mantenimiento. Cuando sea cloro mantener a 2 ppm de CLRL mediante un dispositivo automático, añadiendo el anticorrosivo, compatible, en cantidad adecuada.

Las piezas desmontables serán limpiadas a fondo y desinfectadas sumergiéndolas en una solución de 20 ppm de CLRL durante al menos 20 minutos, aclarando posteriormente con abundante agua fría. Las piezas no desmontables o de difícil acceso se pulverizarán con la misma solución durante el mismo tiempo. En caso de quipos, que por su dimensión o diseño no admitan la pulverización, la limpieza y desinfección se realizará mediante nebulización eléctrica, utilizando un desinfectante adecuado.

Todas estas operaciones deberán ser realizadas por personal suficientemente entrenado y con las medidas preventivas o de seguridad necesarias.

Estas actividades quedaran reflejadas en el libro de mantenimiento.

Finalmente se continuará con las medidas de mantenimiento habituales

### **8.7- CERTIFICADO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN.**

Regulado en el anexo 2 del RD 865/2003

DATOS DE LA EMPRESA CONTRATADA.

Nombre:

Nº de Registro:

Domicilio:

N.I.F.:

Teléfono:

Fax:

DATOS DEL CONTRATANTE

Nombre:

Domicilio:

N.I.F.:

Teléfono:

Fax:

Instalación tratada:

Instalación notificada a la Autoridad Competente: Sí No

Fecha de notificación:

PRODUCTOS UTILIZADOS

Nombre comercial:

Protocolo seguido:

Biocidas, N° de registro:

Otros productos, Presenta ficha de datos de seguridad:

Dosis empleada:

Tiempo de actuación:

RESPONSABLE DEL TECNICO

Nombre

D.N.I.

Lugar y fecha de realización del curso:

APLICADOR DEL TRATAMIENTO

Nombre :

D.N.I. :

Lugar y fecha de realización del curso:

Fecha de realización y firma del responsable técnico y de la instalación.-

TEMA 9  
SALUD LABORAL

1. Introducción a la salud laboral: generalidades y conceptos.
2. Prevención de Riesgos Laborales
3. Prevención de Riesgos Biológicos
4. Prevención de Riesgos Químicos.
5. Medidas y Equipos de protección

## **9.1. INTRODUCCIÓN A LA SALUD LABORAL: GENERALIDADES Y CONCEPTOS.**

El RD. 865/2003 en su Art. 9, sobre prevención de riesgos laborales dice que en materia de riesgos laborales se estará en lo dispuesto en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales, y en el RD. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención, así como el resto de normativa de desarrollo de la citada ley, y en particular, en el RD. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo y en el RD. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo, por lo que en este capítulo vamos a ver los principales aspectos relacionados con esta materia.

Dado que un tercio de nuestro tiempo permanecemos en el lugar de trabajo, el medio ambiente laboral va a ejercer una influencia decisiva sobre nuestra salud presente y futura, por lo que es necesario conocer y analizar las condiciones de trabajo que puedan suponer riesgos para la seguridad y salud con el fin de tomar las medidas oportunas: PREVENCIÓN.

Definimos prevención al conjunto de actividades o medios dirigidos a evitar o minimizar riesgos derivados de una actividad.

### **Principios Generales de la Prevención:**

- Evitar riesgos
- Evaluar los inevitables
- Combatirlos en origen
- Adaptación del trabajo a la persona
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso
- Planificar la Prevención
- Anteponer la protección colectiva frente a la individual
- Dar la debida formación al trabajador
- Favorecer la participación en esta materia de los trabajadores

### **Clasificación de los Riesgos Laborales:**

Los trabajadores en la realización de sus tareas pueden estar expuestos a los riesgos siguientes:

Riesgos Físicos, que proceden de diferentes formas de energía, los derivados de alto nivel de ruido, de altas temperaturas que pueden producir quemaduras, de utilización de maquinaria, caídas, golpes, electrocución vibraciones, radiaciones, etc.

Riesgos Químicos, serán los derivados del uso de algún agente químico, cualquier sustancia o preparado químico de los que se utilizan en el proceso de mantenimiento como limpieza o desinfección de instalaciones etc., estos contaminantes se pueden presentar en forma de humo, vapor, gas, niebla, polvo o aerosol.

Riesgos Biológicos, por la exposición a agentes biológicos, entendiéndose como agente biológico los microorganismos, con inclusión de los genéticamente modificados, cultivos celulares, y endoparásitos humanos, susceptibles de originar cualquier tipo de infección, alergia o toxicidad tales como bacterias, virus, parásitos u hongos.

Riesgos Ergonómicos: la Ergonomía diseña los medios materiales y métodos de trabajo apoyándose en otras técnicas (Ingeniería, Psicología, Anatomía, Arquitectura, etc.). Por ello decimos que es una técnica pluridisciplinar. Su función básica es la adaptación de las condiciones de trabajo, máquinas, equipos y entorno productivo a las características del trabajador para lograr la armonización entre la eficacia productiva, la salud y el bienestar humano, en definitiva su objetivo será conseguir un trabajo más eficaz, confortable y seguro por tanto los riesgos ergonómicos serán consecuencia del manejo incorrecto de cargas, inadecuadas posturas en el trabajo etc. Produciendo habituales dolores de espalda, cuello, etc.

### **9.2 Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales**

**Objetivo:** es el de garantizar la protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo, como derecho de todo trabajador.

**Ámbito:** Una de las novedades de esta ley, es su ámbito de aplicación, ya que tiene carácter de universalidad, es decir, es de aplicación tanto a trabajadores de la empresa privada, como públicas, sociedades cooperativas, empresas de trabajo temporal, es decir, tanto en el ámbito de las relaciones laborales reguladas en la ley del estatuto de los trabajadores, como el personal civil al servicio de la administración, quedando solamente excluidos el personal militar, de seguridad, policía y. Protección Civil, ya que todos ellos deberán tener legislación específica.

#### **Desarrollo de esta normativa:**

- RD. 664/97, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- RD. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra riesgos relacionados con los

agentes químicos durante el trabajo.

- RD. 486/97, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- RD. 39/97, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- RD. 1215/97, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- RD. 773/97, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Ley 1/2000, de 27 de junio, “De creación del Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia”.

Con carácter general podemos resumir que la Ley 31/95 va a tratar:

### **Capítulo III. Derechos y obligaciones**

Deberes y obligaciones empresariales (Art. 16)

Equipos de trabajo y medios de protección (Art. 17)

Información y Formación de trabajadores (Art. 18 y 19)

Actuación en situación de emergencia o riesgo inminente (Art. 20 y 21)

Vigilancia de la salud (Art. 22)

Protección a la maternidad (Art. 26)

Protección de menores (Art. 27)

Deberes y obligaciones del trabajador (Art. 29)

### **Capítulo IV Servicios de prevención.**

Órganos de prevención (Art. 31)

### **Capítulo VII Responsabilidades y sanciones**

Responsabilidades

Régimen sancionador

En cuanto a obligaciones del empresario vamos a destacar:

#### **Realizar la evaluación de riesgos: (Art. 16)**

La evaluación de los riesgos laborales es el proceso dirigido a estimar la magnitud de aquellos riesgos que no hayan podido evitarse, obteniendo la información necesaria para que el empresario esté en condiciones de tomar una decisión apropiada, sobre la necesidad de adoptar medidas preventivas y, en tal caso, sobre el tipo de medidas que deben adoptarse y por tanto se debe analizar las condiciones de trabajo y contener la siguiente información:

- Identificación de factores de riesgo
- Identificación de trabajadores expuestos
- Valoración tanto cualitativa como cuantitativa de esos riesgos
- Análisis de posibles medidas para eliminar o controlar el riesgo
- Decisión de medidas, implantación, mantenimiento y control

Tal evaluación de riesgos deberá realizarse:

- Al inicio de la actividad o apertura de la empresa
- Por cambio en los equipos de trabajo o sustancias a utilizar por los trabajadores
- Cuando cambien las condiciones de trabajo
- Cuando se produzca un daño a la salud o cuando aparezcan indicios de que las medidas de protección resultan insuficientes.

La evaluación de riesgos deberá llevarse a cabo ya sea por una empresa externa especializada, o por la propia empresa, cuando esta tenga menos de 6 empleados.

#### **En cuanto a equipos de trabajo y medios de protección:(Art. 17)**

Los equipos de trabajo sólo pueden ser utilizados por aquellos trabajadores encargados para ello por la dirección.

La reparación, mantenimiento y conservación se llevará a cabo por trabajadores especialmente capacitados y se deberá informar a los trabajadores sobre los riesgos inherentes al funcionamiento de los equipos.

Los equipos de trabajo dispondrán de un sistema de paro total para situaciones de emergencia.

En cuanto a medios de protección preferentemente se optará por la protección colectiva frente a la individual, debiendo ésta cumplir los siguientes requisitos:

- Adecuada a los riesgos sin suponer un riesgo adicional
- Deben responder a las condiciones del lugar de trabajo y adaptarse al portador
- Se proporcionará gratuitamente el trabajador
- Su uso será exigible
- De uso personal
- Se dará información a los operarios sobre los riesgos que se pretenden evitar

#### **En cuanto a Información a trabajadores (Art. 18).**

Se debe de informar a los trabajadores o a sus representantes sobre:

- Riesgos detectados en la empresa
- Medidas de protección o prevención que se hayan adoptado
- Medidas de emergencia previstas en materia de primeros auxilios,

lucha contra incendios, evacuación de trabajadores

- Respecto a Formación de trabajadores (Art. 19), se dará formación suficiente y adecuada tanto teórica como práctica:
- Dirigida a cada puesto de trabajo o función
- Se proporcionará en horario de jornada de trabajo
- Por medios propios o ajenos concertados
- Su coste en ningún caso recaerá sobre trabajadores
- Esta formación se llevará a cabo en el momento de la contratación o por cambio de funciones o de equipos de trabajo

#### **Sobre la Medidas de Emergencia (Art. 20 y 21):**

El empresario debe informar a los trabajadores que estén expuestos a riesgo grave, lo antes posible, sobre la naturaleza de los mismos y las medidas adoptadas o que deban adoptarse.

Pondrá en práctica las medidas necesarias para que dichos trabajadores puedan interrumpir el trabajo y ponerse a salvo, abandonando inmediatamente el puesto de trabajo.

Cuando el empresario no cumpla con sus obligaciones frente al riesgo grave e inminente, cabe la posibilidad de paralizar la actividad por los representantes legales de los trabajadores o por decisión mayoritaria de los Delegados de Prevención en caso de urgencia.

- Se tomarán medidas en materia de primeros auxilios
- Se analizarán posibles situaciones de emergencia
- Se designara a los trabajadores que pondrán en práctica estas medidas
- Se facilitará el material necesario
- Se formará a los trabajadores designados para esta función

#### **Vigilancia de la salud (Art. 22)**

El empresario garantizará a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su salud, en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Será necesario para esta evaluación, el consentimiento del trabajador, salvo determinadas excepciones.

Los resultados de los reconocimientos médicos deben ser confidenciales y deben causar las menos molestias al trabajador.

Para exposiciones a agentes cancerígenos se deberán realizar en las siguientes ocasiones:

- Antes de la exposición

- Periódicamente.
- Cuando sea necesario por haberse detectado efectos en algún trabajador

### **Protección a la maternidad (Art. 26)**

Si los resultados de la evaluación revelan riesgos para la seguridad y la salud o una posible repercusión sobre el embarazo o lactancia, el empresario tiene el deber de:

- Adaptación y modificación de las condiciones y el tiempo de trabajo.
- Supresión del trabajo nocturno y a turnos cuando sea necesario.
- Cambio de puesto de trabajo cuando no sea posible la adaptación a las condiciones o tiempo de trabajo.

### **Protección de menores (Art. 27)**

Se prohíbe a menores de 18 años a realizar trabajos insalubres, tóxicos, penosos y peligrosos.

El empresario tiene el deber de evaluar sus puestos de trabajo e informar a los padres o tutores de trabajadores menores de 18 años, de los posibles riesgos y de las medidas adoptadas.

### **En cuanto a obligaciones del trabajador vamos a destacar: (Art. 29)**

En cuanto a obligaciones generales:

- Deber de autoprotección.
- Deber de cooperar con el empresario en materia de riesgos laborales.

Y en cuanto a obligaciones particulares:

- Utilización de los medios de protección previstos.
- Cuidado y conservación de los equipos de protección.
- Utilización correcta de maquinaria, aparatos, herramientas, etc.
- Informar de cualquier situación crítica al mando inmediato superior, a los trabajadores encargados de la seguridad y salud o al Servicio de Prevención.
- Práctica de reconocimientos médicos.
- Cooperar en la extinción de siniestros y en el salvamento de personas que requieran medidas de emergencia.
- Deber de información sobre defectos de prevención.
- Cumplir las instrucciones adecuadas sobre riesgos y peligros.
- No poner fuera de funcionamiento ni usar incorrectamente los dispositivos de seguridad existentes.
- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por las autoridades competentes.

### **En cuanto a los Servicios de Prevención (Capítulo IV Art. 31)**

Los Servicios de Prevención son el conjunto de medios humanos y materiales necesarios para realizar las actividades preventivas a fin de garantizar la adecuada protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, asesorando y asistiendo para

ello al empresario, a los trabajadores y a sus representantes y a los órganos de representación especializada.

Pudiéndose llevar a cabo por:

- Designación de uno o varios trabajadores que se encarguen de las cuestiones de seguridad y salud laboral.
- Constituir un servicio de prevención.
- Concertar dichos servicios con una entidad especializada ajena a la empresa.
- Llevar a cabo las funciones de prevención personalmente, cuando la plantilla conste al menos de 6 trabajadores.

Los trabajadores tienen derecho a participar en la empresa en las cuestiones relacionadas con la prevención de riesgos en el trabajo y a designar a los delegados de prevención, mediante la elección de los Delegados de Personal.

Los delegados de prevención son los representantes de los trabajadores con funciones específicas en materia de prevención de riesgos en el trabajo. Serán elegidos entre los delegados de personal.

Número de delegados de prevención dependiendo del numero de trabajadores de la empresa será:

- Empresas de 50 a 100 trabajadores ..... 2
- De 101 a 500 trabajadores ..... 3
- De 501 a 1000 trabajadores ..... 4
- De 1001 a 2000 trabajadores ..... 5
- De 2001 a 3000 trabajadores ..... 6
- De 3001 a 4000 trabajadores ..... 7
- De 4001 en adelante. .... 8

En centros de trabajo que carezcan de Delegados de Personal, los trabajadores pueden designar por mayoría a un trabajador para ejercer las competencias del Delegado de Prevención.

Competencias de los Delegados de Prevención:

- Competencias de colaboración.
- Competencias de promoción.
- Competencias de consulta.
- Competencias de control.

Facultades de los Delegados de Prevención:

- Acompañar a los técnicos en las evaluaciones preventivas.
- Acompañar a los inspectores de trabajo y Seguridad Social en sus visitas.
- Acceso a los datos sobre reconocimiento médico y vigilancia de la salud.
- Acceso a la documentación sobre la evaluación de riesgos, medidas de

prevención y resultado de controles periódicos.

- Conocer daños a la salud de los trabajadores y accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.
- Conocer informaciones de los Servicios de Prevención.
- Realizar visitas a lugares y zonas de trabajo para detectar riesgos laborales.
- Exigir del empresario la adopción de medidas correctoras de los niveles de protección
- Promover la paralización de las actividades cuando halla riesgo grave o inminente.
- Elaboración, en el plazo de 15 días de los informes solicitados por el empresario.
- Colaborar con la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

En empresas con 50 o más trabajadores es de obligada creación el Comité de Seguridad y Salud que es un órgano destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa, en materia de prevención de riesgos.

### **Capítulo VII: Responsabilidades y sanciones**

El incumplimiento por el empresario de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales pueden dar lugar a responsabilidades :

- Administrativas.
- Penales
- Civiles por daños y perjuicios.

**9.3 Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.** Con carácter general podemos resumir que va a tratar:

#### Capítulo I Disposiciones Generales

Objeto y ámbito de aplicación (Art. 1)

Clasificación de los agentes biológicos (Art. 3)

#### Capítulo II Obligaciones del empresario

Identificación y evaluación de riesgos (Art. 4)

Reducción de riesgos (Art. 6)

Medidas higiénicas (Art. 7)

Vigilancia de la salud (Art. 8)

Documentación (Art. 9)

Información y Formación del trabajador (Art. 12)

#### Anexo II

Lista de agentes biológicos

**Objeto del RD (Art.1):**

La protección de los trabajadores contra los riesgos para su salud y su seguridad derivados de la exposición a agentes biológicos durante el trabajo, así como a la prevención de dichos riesgos.

Ámbito. El RD. distingue entre dos grupos de exposición:

Exposiciones derivadas de una actividad con intención deliberada de utilizar o manipular un agente biológico, que constituye el propósito principal del trabajo.

- Animales deliberadamente infectados
- Laboratorios microbiológicos
- Industria de biotecnología
- Industria farmacéutica

Exposiciones derivadas de actividades que no implica manipulación, ni trabajo en contacto directo o el uso deliberado del agente biológico, es decir cuando la exposición es incidental al propósito principal del trabajo, entre otros:

- Trabajos de asistencia sanitaria
- Trabajos en laboratorios clínicos, veterinarios y de diagnóstico
- Trabajos en unidades de eliminación de residuos
- Trabajos en instalaciones depuradoras de aguas residuales
- Tratamientos de limpieza y desinfección de torres de refrigeración etc.

#### CLASIFICACIÓN DE LOS AGENTES BIOLÓGICOS:

A los efectos de este RD, los agentes biológicos se clasifican en función del riesgo de infección, en cuatro grupos:

Grupo 1 : Incluye a aquellos agentes que tienen escasa probabilidad de causar una enfermedad en el hombre-

Grupo 2 : Los agentes de este grupo pueden originar una enfermedad en el hombre y pueden suponer un peligro para los trabajadores, pero es poco probable que se propaguen a la comunidad y suelen existir profilaxis y tratamientos eficaces

Grupo 3 : Agrupa a los agentes patógenos capaces de causar enfermedad grave en el hombre y presentan un serio peligro para los trabajadores, pero que normalmente no se propagan de un individuo a otro. El riesgo de propagación a la comunidad, es bajo, y suelen estar disponibles profilaxis o tratamientos eficaces.

Grupo 4 : Son aquellos agentes que pueden causar enfermedad grave en el hombre e implican un grave riesgo para los trabajadores. Suelen propagarse de un individuo a otro, directa o indirectamente. Existen muchas probabilidades de propagación a la comunidad y no se dispone de profilaxis o tratamientos eficaces.

Cada agente se identifica con el número del grupo de riesgo a que pertenece

(1 a 4) y adicionalmente, a alguno de ellos se les añade una indicación :A,D,T,V

A-agente que puede provocar reacciones alérgicas.

D -la lista de los trabajadores expuestos a este agente biológico debe ser conservada durante más de diez años.

T - agente que provoca efectos tóxicos.

V - existe vacuna eficaz disponible

La legionella esta incluida en el grupo 2

## **Obligaciones del empresario (capítulo II)**

### **Identificación y evaluación de riesgos (Art. 4)**

Se deberá evaluar los riesgos que no hayan podido evitarse, determinando su naturaleza, el grado y duración de la exposición de los trabajadores Se repetirá :

Cada vez que se produzcan cambios en las condiciones que pueden afectar a la exposición de los trabajadores a riesgos biológicos.

Cuando se haya detectado en algún trabajador una enfermedad o infección que se sospeche que sea consecuencia de una exposición a agentes biológicos en el trabajo.

### **Reducción de riesgos (Art. 6)**

Si los resultados de la evaluación pusieran de manifiesto un riesgo para la seguridad o salud de los trabajadores, deberá evitarse dicha exposición,. cuando eso no sea posible por motivos técnicos, habida cuenta de la actividad desarrollada, se reducirá el riesgo de exposición, al nivel más bajo posible, para garantizar adecuadamente la seguridad y la salud de los trabajadores afectados, por medio de las siguientes medidas:

- Establecimiento de procedimientos de trabajo adecuados y utilización de medidas técnicas apropiadas para evitar o minimizar la liberación de agentes biológicos en el lugar de trabajo.
- Reducción al mínimo posible el numero de trabajadores expuestos.
- Adopción de medidas seguras para la recepción, manipulación y transporte de los agentes biológicos dentro del lugar de trabajo.
- Adopción de medidas de protección de colectivas o en su defecto, de protección individual, cuando la exposición no pueda evitarse por otros medios.
- Utilización de medios seguros para la recogida, almacenamiento y evacuación de residuos por los trabajadores.
- Utilización de medidas de higiene que eviten o dificulten la dispersión del agente biológico fuera del lugar de trabajo.

### **Medidas higiénicas (Art. 7)**

En la actividades en las que exista riesgo para la salud o seguridad de los trabajadores como consecuencia del trabajo con agentes biológicos el empresario

deberá adoptar las medidas necesarias para :

- Prohibición de comer, beber, o fumar durante el trabajo
- Proveer de prendas adecuadas
- Disponer de aseos que tengan productos de limpieza ocular y antisépticos para la piel
- Almacenar de equipos de protección
- Disponer de protocolos de procedimiento
- Dispondrán de 10 minutos antes de la comida y otros 10 antes de abandonar el trabajo para su aseo persona
- Se retirará la ropa de trabajo y equipos para salir de su lugar de trabajo
- Se responsabilizará del lavado de las prendas
- Su coste no recaerá sobre el trabajador

#### **Vigilancia de la salud de los trabajadores (Art. 8)**

El empresario garantizará una vigilancia adecuada y específica de la salud de los trabajadores en función de los riesgos inherentes al trabajo:

- Antes de la exposición
- Periódicamente
- Cuando se haya detectado algún caso de infección o enfermedad que pueda deberse a la exposición a agentes biológicos.

Los resultados serán confidenciales.

Los trabajadores podrán solicitar la revisión de los resultados de la vigilancia de su salud.

Cuando existan vacunas eficaces, se pondrán a disposición de los trabajadores, informándoles de las ventajas e inconvenientes de la vacunación.

El médico encargado de la vigilancia deberá estar familiarizado con las condiciones o circunstancias de exposición de cada uno de los trabajadores.

Se llevará un historial médico individual de trabajadores objeto de vigilancia sanitaria.

Se informará a los trabajadores en lo relativo a cualquier control médico que sea pertinente realizar con posterioridad al cese de la exposición.

#### **Documentación (Art. 9)**

El empresario está obligado a disponer de:

- Resultados de la evaluación.
- Lista de trabajadores expuestos a agentes biológicos de grupos 3 y 4.
- Registro de accidentes o incidentes.
- La lista de trabajadores expuestos y los historiales médicos individuales se guardará como mínimo 10 años después de finalizada la exposición y en algunos casos hasta 40 años.

#### **Información y Formación de los trabajadores (Art. 12)**

Los trabajadores serán informados sobre cualquier medida relativa a la seguridad y la salud que se adopte en cumplimiento de esta normativa.

Los trabajadores recibirán la formación suficiente y adecuada e información precisa en relación con:

- Los riesgos potenciales para la salud.
- Las precauciones que deberán tomar para prevenir la exposición
- Las disposiciones en materia de higiene.
- La utilización y empleo de ropa y equipos de protección individual.
- Las medidas que deban adoptar los trabajadores en caso de incidentes y para la prevención de estos.

Esta formación se dará:

- incorporarse el trabajador a un trabajo que suponga un contacto con agentes biológicos
- Adaptarse a la aparición de nuevos riesgos
- Repetirse periódicamente si fuera necesario
- Se le dará al trabajador instrucciones escritas del procedimiento que habrá que seguirse en caso de accidente o incidente grave

**9.4.-RD. 374/01, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.**

Con carácter general podemos resumir que va a tratar:

Capítulo I Disposiciones Generales

Objeto del RD (Art. 1)

Definiciones (Art. 2)

Capítulo II Obligaciones del empresario

Identificación y evaluación de riesgos (Art. 3)

Principios generales para la prevención de riesgos (Art. 4)

Medidas específicas (Art. 5)

Vigilancia de la salud (Art. 6)

Medidas frente a accidentes y emergencias (Art. 7)

Prohibiciones (Art. 8))

Información y Formación del trabajador (Art. 9)

**CAPITULO I DISPOSICIONES GENERALES**

**Objeto del RD (Art.1):**

Establecer las disposiciones mínimas para la protección de los trabajadores, contra los riesgos derivados o que puedan derivarse de la presencia de agentes químicos en el lugar de trabajo o de cualquier actividad con agentes químicos.

**Definiciones (Art. 2)**

A efectos de este RD se entenderá por:

- Agente químico: todo elemento o compuesto químico por sí solo o

mezclado, tal como se presenta en estado natural o producido, incluido en forma vertido como residuo, en una actividad laboral, se haya elaborado o no de forma intencional y se haya comercializado o no.

- Exposición a un agente químico: presencia de un agente en el lugar de trabajo que implica el contacto de este con el trabajador, normalmente por inhalación o por vía dérmica
- Peligro: la capacidad intrínseca de un agente químico para causar daño.
- Riesgo: posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado de la exposición a agentes químicos.
- Agente químico peligroso: es aquel que puede representar un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores debido a sus propiedades fisicoquímicas, químicas o toxicológicas y a la forma en que se utiliza o se halla presente en el lugar de trabajo. Se consideran incluidos en esta definición, en particular:
  - a) Los agentes químicos que cumplan los criterios de clasificación como sustancias o preparados peligrosos establecidos por la normativa específica.
  - b) Los agentes químicos que dispongan de un valor límite ambiental de los indicados en el apartado 4 del Art. 3 de este Reglamento.
- Actividad con agentes químicos: todo trabajo en el que se utilicen agentes químicos, o esté previsto utilizarlo en cualquier proceso.
- Productos intermedios: las sustancias formadas durante las reacciones químicas y que se transforman y desaparecen antes del final de la reacción o del proceso, incluida la producción, manipulación, almacenamiento, transporte o evacuación y el tratamiento.
- Productos intermedios: Sustancias formadas durante las reacciones químicas y que se transforman y desaparecen antes del final de la reacción o del proceso.
- Subproductos: las sustancias que se forman durante las reacciones químicas y que permanecen al final de la reacción o del proceso.
- Valores límites ambientales: valores límites de referencia para las concentraciones de los agentes químicos en la zona de respiración de un trabajador. Su evaluación se puede realizar mediante un control ambiental, que consiste en la determinación de la concentración en aire de los compuestos químicos, para compararlos con valores límite de exposición ponderados en el tiempo. Se distinguen dos tipos de valores límite ambientales:
  - a) Valor límite ambiental para la exposición diaria (VLA-DE): valor límite de la concentración media, medida o calculada de forma ponderada con respecto al tiempo para la jornada laboral real y referida a una jornada estándar de ocho horas diarias y cuarenta semanales, a las cuales se estima, basándose en los conocimientos actuales, que la mayoría de los trabajadores pueden estar expuestos, durante toda su vida laboral, sin sufrir efectos adversos para su salud.
  - b) Valor límite ambiental para exposiciones de corta duración (VLA-EC): valor límite de la concentración media, o calculada para cualquier período de quince minutos a lo largo de la jornada laboral, excepto para aquellos

agentes químicos para los que se especifique un período de referencia inferior.

- Valor límite biológico: el límite de la concentración, en el medio biológico adecuado, del agente químico o de uno de sus metabolitos o de otro indicador biológico directa o indirectamente relacionado con los efectos de la exposición del trabajador al agente en cuestión.
- Vigilancia de la salud: el examen de cada trabajador para determinar su estado de salud, en relación con la exposición a agentes químicos específicos en el trabajo.

## **CAPITULO II OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO**

### **Evaluación de riesgos. (Art. 3)**

El empresario deberá determinar, en primer lugar, si existen agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo. Si fuera así deberá evaluar los riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores, originados por dichos agentes, considerando y analizando conjuntamente:

- a) Sus propiedades peligrosas y cualquier otra información necesaria para la evaluación..
- b) Los valores límites ambientales y biológicos.
- c) Las cantidades utilizadas o almacenadas de los agentes químicos.
- d) El tipo, nivel y duración de la exposición de los trabajadores a dichos agentes.
- e) Cualquier otra condición de trabajo que influya sobre los riesgos, especialmente con los peligros de incendio o explosión.
- f) El efecto de las medidas preventivas adoptadas o que deban adoptarse.
- g) Las conclusiones de los resultados de la vigilancia de la salud de los trabajadores que, en su caso, se haya realizado y los accidentes o incidentes causados o potenciados por la presencia de agentes en el lugar de trabajo.

La evaluación de riesgos deberá incluir todas aquellas actividades tales como mantenimiento o reparación, cuya realización suponga un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Cuando de la evaluación revelen un riesgo para la salud y seguridad de los trabajadores, se aplicarán las medidas específicas previstas en los artículos 5, 6 y 7. No obstante, las medidas específicas no serán de aplicación cuando se ponga de manifiesto en la evaluación, que la cantidad de agente químico peligroso presente en el lugar de trabajo, hace que exista sólo un riesgo leve, siendo suficiente para reducir dicho riesgo la aplicación del Art. 4.

En cualquier caso, los Art. 5 y 6 se aplicarán obligatoriamente cuando se superen:

- a) Los valores límite ambientales establecidos en el anexo I de este Reglamento o en una normativa específica aplicable
- b) En ausencia de los anteriores, se entenderá a los valores límite ambientales publicados por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en Trabajo en el “Documento sobre límites de exposición profesional para agentes químicos en España”, cuya aplicación sea recomendada por la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, salvo si puede demostrarse que se utilizan y respetan unos criterios o límites alternativos, cuya aplicación resulte suficiente, en el caso concreto de que se trate, para proteger la salud y seguridad de los trabajadores.

La evaluación de riesgos derivados de la exposición por inhalación a un agente químico peligroso deberá incluir la medición de las concentraciones del agente en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su comparación con el valor límite ambiental que corresponda, según lo dispuesto en el apartado anterior.

En el caso de actividades que entrañen una exposición a varios agentes químicos peligrosos, la evaluación deberá realizarse atendiendo al riesgo que presente la combinación de dichos agentes.

La evaluación de riesgos deberá mantenerse actualizada, siempre que sea necesario para ello.

En el caso de una nueva actividad en la que se utilice agentes químicos peligrosos, el trabajo se iniciará únicamente cuando se haya efectuado una evaluación de riesgo y se hayan aplicado las medidas preventivas correspondientes.

La evaluación deberá documentarse de acuerdo con lo establecido en el Art. 23 de la Ley de Riesgos Laborales antes vista.

#### **Principios generales prevención de riesgos por agentes químicos.**( Art. 4)

Los riesgos para la salud y la seguridad de los trabajadores en el trabajo en los que haya actividad con agentes químicos peligrosos se eliminarán o reducirán al mínimo mediante:

- a) La concepción y organización de los sistemas de trabajo en el lugar de trabajo.
- b) La selección e instalación de los equipos de trabajo.

- c) El establecimiento de los procedimientos adecuados para el uso y mantenimiento de los equipos utilizados, así como para la realización de cualquier actividad con agentes químicos peligrosos, o con residuos que lo contenga, incluidas la manipulación, el almacenamiento y el traslado de los mismos.
- d) La adopción de medidas higiénicas adecuadas, tanto personales como de orden o limpieza.
- e) La reducción de las cantidades de agentes químicos peligrosos presentes en el trabajo al mínimo necesario para el tipo de trabajo de que se trate.
- f) La reducción al mínimo del número de trabajadores expuestos o que puedan estarlo.
- g) La reducción al mínimo de la duración e intensidad de las exposiciones.

**Medidas específicas de prevención y protección. (Art. 5)**

Será aplicable cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto la necesidad de tomar las medidas específicas de prevención y protección contempladas en el mismo.

El empresario garantizará la eliminación o reducción al mínimo del riesgo que entrañe un agente químico peligroso para la salud y la seguridad durante el trabajo. Cuando la naturaleza de la actividad no permita la eliminación del riesgo se aplicaran medidas de protección y prevención. Dichas medidas incluirán, por orden de prioridad:

- a) La concepción y la utilización de procedimientos de trabajo, controles técnicos, equipos y materiales que permitan, aislando al agente en la medida de lo posible, evitar o reducir al mínimo cualquier escape o difusión al ambiente o cualquier contacto directo con el trabajador que pueda suponer un peligro para la salud y la seguridad de éste.
- b) Medidas de ventilación u otras medidas de protección colectiva, aplicadas preferentemente en el origen del riesgo.
- c) Medidas de protección individual, acordes con lo dispuesto en la normativa sobre utilización de equipos de protección individual cuando las medidas anteriores sean insuficientes y la exposición o contacto no pueda evitarse.

Sin perjuicio de lo establecido en el apartado anterior, el empresario deberá adoptar, en particular, las medidas técnicas y organizativas necesarias para proteger al trabajador frente a riesgos derivados de agentes que puedan dar lugar a incendios,

explosiones u otras reacciones químicas peligrosas. En particular, el empresario adoptará, por orden de prioridad, medidas para:

- a) Impedir la presencia de concentraciones peligrosas de sustancias inflamables o cantidades peligrosas de sustancias químicas inestables o incompatibles con otras también presentes.
- b) Cuando la naturaleza del trabajo impida lo anterior, evitar fuentes de ignición o condiciones adversas, que pudieran activar la descomposición del producto químicamente inestables o mezclas incompatibles.
- c) Paliar los efectos nocivos para la salud y la seguridad de los trabajadores originados en caso de incendio, explosión u otra reacción exotérmica peligrosa.

En todo caso, los equipos de trabajo y los sistemas de protección empleados deberán cumplir los requisitos de seguridad y salud establecidos en la normativa que regule su concepción, fabricación y suministro.

En el caso particular de prevención de las explosiones, las medidas adoptadas deberán:

- a) Tener en cuenta y ser compatibles con la clasificación de los grupos de aparatos que figura en el anexo I del RD. 400/96, de 1 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva de Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a aparatos y sistemas de protección para uso en atmósfera potencialmente explosivas.
- b) Ofrecer un control suficiente de las instalaciones, equipos y maquinaria, o utilizar equipos para la supresión de las explosiones o dispositivos de alivio a sobre presión.

#### **Vigilancia de la salud (Art. 6)**

Cuando la evaluación de riesgos ponga de manifiesto la existencia de un riesgo para la salud de los trabajadores, el empresario deberá llevar a cabo una vigilancia de la salud de dichos trabajadores.

Esta se considerará adecuada cuando cumpla con todos las condiciones siguientes:

- a) La exposición del trabajador al agente químicos pueda relacionarse con una enfermedad o efecto adverso para la salud.

- b) Exista la probabilidad de esa enfermedad o efecto adverso se produzca en las condiciones de trabajo concretas en las que el trabajador desarrolla la actividad.
- c) Existan técnicas de investigación válidas para detectar síntomas de dicha enfermedad o efectos adversos para la salud.

La vigilancia de la salud será un requisito obligatorio para trabajar con un agente químico peligroso, cuando así esté establecido en una disposición legal o cuando resulte imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud del trabajador, debido a que:

- No pueda garantizarse que la exposición no esta controlada
- El trabajador, teniendo en cuenta sus características personales y la naturaleza del agente, pueda presentar o desarrollar una especial sensibilidad frente al mismo.
- Cuando de acuerdo con lo anterior la vigilancia de la salud sea obligatoria, deberá informarse al trabajador, antes de asignarle la tarea.

Los procedimientos utilizados para la vigilancia de la salud se ajustarán a los protocolos señalados en el Reglamento de los Servicios de Prevención.

La documentación sobre la evaluación de riesgos y de vigilancia de la salud deberá ajustarse a lo establecido en la Ley de Riesgos Laborales y al Reglamento de los Servicios de Prevención

#### **Medidas a adoptar frente a accidentes, incidentes y emergencias(Art.7)**

Este artículo será aplicable cuando la evolución de los riesgos ponga de manifiesto la necesidad de tomar medidas frente a estas circunstancias

Con objeto de proteger la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los accidentes, incidentes y emergencias que puedan derivarse de la presencia de agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo, el empresario deberá planificar las actividades a desarrollar en caso que se produzcan tales accidentes, incidentes o emergencias y adoptar las medidas necesarias para posibilitar, en tal caso, la correcta realización de las actividades planificadas.

En el caso que se produzca un accidente, incidente o emergencia, el empresario tomará inmediatamente las medidas necesarias para paliar sus consecuencias e informar de ello a los trabajadores afectados.

Con el fin de restablecer la normalidad el empresario tomará las medidas adecuadas para remediar la situación lo antes posible.

#### **Prohibiciones. (Art. 8)**

Con objeto de evitar la exposición quedan prohibidas la producción, fabricación o utilización durante el trabajo de los agentes químicos y de las actividades con agentes químicos que se indican en el anexo II de este RD.

#### **Información y formación de los trabajadores.( Art. 9)**

El empresario deberá garantizar que los trabajadores y sus representantes reciban una formación e información adecuadas sobre los riesgos derivados de la presencia de agentes químicos peligrosos en el lugar de trabajo, así como de las medidas de prevención que hayan de adoptarse.

#### **9.5 Medidas y equipos de protección.**

Los equipos de protección individual, se definen como cualquier equipo destinado a ser llevado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos , que puedan amenazar su seguridad o su salud en el trabajo , así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

Los equipos de protección individual deberán utilizarse cuando los riesgos no se puedan evitar o limitarse suficientemente a través de otras medidas preventivas, lo ideal es la utilización de medidas colectivas eficaces.

Dado que el objetivo principal, es evitar que los contaminantes penetren en el organismo del trabajador, es necesario conocer cuales son las vías de entrada de estos contaminantes:

- Vía dérmica
- Vía digestiva
- Vía respiratoria

#### **Vía dérmica o cutánea**

La contaminación por vía cutánea se produce cuando los contaminantes penetran a través de la piel, cuya función es envolver la superficie externa del cuerpo y protegerlo del exterior, tiene dos estructuras de tejidos que son, la epidermis o capa externa y dermis o capa interna. El grosor de la piel es variable de unas zonas del cuerpo a otras, así las plantas de las manos y pies tienen una piel más gruesa que el resto del cuerpo, por lo que es más difícil para los contaminantes el penetrar.

Las mucosas son estructuras especiales de piel con menos capas y se encuentran en boca, fosas nasales, ojos y zonas externas de los órganos de reproducción. La absorción a través de estas, en el caso de contaminantes químicos,

es más rápida y mayor que en la piel normal, por lo que sí existe un contacto con un contaminante, el riesgo de intoxicación es mayor que si el contacto se produce en la piel y en el caso de contaminantes biológicos también existe mayor riesgo de contaminación, al ser estas zonas más sensibles a infecciones por su humedad etc.

Cuando la piel presenta heridas, rasguños o erosiones o está macerada por calor o humedad habrá mayor absorción de contaminantes.

#### **Vía respiratoria o inhalatoria.**

La vía respiratoria, tanto para contaminantes químicos como para biológicos, es la más peligrosa, ya que el caso de los contaminantes químicos al estar el aire de los pulmones y la sangre en contacto directo, no existe ninguna barrera fisiológica que impida la absorción y en el caso de la legionella, como ya hemos visto en temas anteriores, la vía respiratoria, es la vía de entrada al organismo.

La absorción por vía respiratoria se puede producir cuando:

- Se respira durante el trabajo, al utilizar los productos químicos
- Al respirar en recintos cerrados contaminados (almacenes, depósitos, etc.), en los que el producto químico se encuentre en el aire o por emanaciones de gases.
- Al respirar el aire contaminado conteniendo legionella.

#### **Los factores que favorecen la entrada al organismo por vía respiratoria son:**

- El tamaño de partículas: las partículas de tamaño menor a 5 micras llegan al fondo de los pulmones, mientras que las de tamaño mayor quedan retenidas en las vías respiratorias superiores.
- La dirección del viento: cuando se utilizan productos químicos a favor del viento, éstos llegan al trabajador en su totalidad, sin embargo si se utilizan contra el viento, éste aleja el producto químico del trabajador y se produce menor absorción respiratoria.
- Cuando se respira con más intensidad y frecuencia, en el caso de fatiga física o calor, se produce una mayor absorción.

#### **Vía digestiva.**

Es una vía de entrada de contaminantes químicos, pero sin embargo, no es la vía de entrada apropiada para producir legionelosis en el hombre. Las intoxicaciones digestivas agudas por productos químicos son las menos frecuentes, se producen como consecuencia de accidentes, por confusión al tener restos de productos químicos en botellas de bebidas, al poner al alcance de los niños los envases, etc.,

pero se ha de tener en cuenta también que las ingestiones repetidas de pequeñas cantidades pueden producir efectos adversos para la salud del trabajador a largo plazo.

La ingestión de producto químico por vía digestiva puede producirse cuando se come, bebe o fuma durante el trabajo y se tienen las manos o guantes impregnados con el producto químico.

***RD 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.***

Este RD, pretende dictar las normas destinadas a garantizar la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual para que los protejan adecuadamente de aquellos riesgos para su salud o su seguridad que no puedan evitarse o limitarse suficientemente, mediante la utilización de medios de protección colectiva o la adopción de medidas de organización del trabajo.

Con carácter general podemos resumir que va a tratar:

Artículo I

**Objeto del RD**

Artículo II

**Definición de equipo de protección individual**

Artículo III

**Obligaciones generales del empresario**

Artículo V

**Condiciones que deben reunir los equipos de protección individual**

Artículo VI

**Elección de equipos de protección individual**

Artículo VII

**Utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual**

Artículo VIII

**Obligaciones en materia de Información y Formación**

Artículo X

**Obligaciones de los empresarios**

Anexo 1

**Lista indicativa y no exhaustiva de equipos de protección individual**

**Objeto del RD:** Establecer las condiciones mínimas de seguridad y salud para la elección, utilización de los trabajadores en el trabajo y mantenimiento de los

equipos de protección individual.

### **Definición de equipo de protección individual**

A efectos de este RD., se entenderá por equipo de protección individual , cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin.

### **Obligaciones generales del empresario**

- Determinar que puestos deben de recurrir a protección individual según el Art.4
- Elegir los equipos que deben utilizar los trabajadores según el Art. 5 y 6
- Proporcionarlos gratuitamente a los trabajadores
- Velar por la utilización de los equipos
- Asegurar su mantenimiento según el Art. 7

### **Condiciones que deben reunir los equipos de protección**

- Responder alas condiciones existentes en el lugar de trabajo
- Tener en cuenta las condiciones anatómicas, fisiológicas y salud del trabajador
- Adecuarse al portador
- En caso de riesgos múltiples los equipos deben ser compatibles
- Cumplir cualquier formativa relativa

### **Utilización y mantenimiento de los equipos de protección individual**

La utilización, el almacenamiento, el mantenimiento, la limpieza, la desinfección cuando proceda, y la reparación de los equipos de protección individual deberán efectuarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Deberán ser de uso personal.

### **Obligaciones en materia de formación e información.**

- Adoptar las medidas adecuadas para que los trabajadores reciban la formación y sean informados sobre medidas que deban adoptarse.
- Informar sobre los riesgos que se pretende proteger
- Garantizar la formación y entrenamiento para la utilización de equipos de protección individual.

### **Obligaciones del trabajador**

- Utilizar y cuidar correctamente los equipos
- Guardar los equipos en el lugar destinado para ello.
- Informar a su superior de cualquier defecto o anomalía del equipo

### **Medidas de protección individual para personal que realiza operaciones de mantenimiento higiénico-sanitario de instalaciones de riesgo frente a legionella**

Con el fin de prevenir los accidentes y los riesgos para la salud de los operarios de las instalaciones y del personal de mantenimiento, limpieza y desinfección, especialmente los riesgos derivados de la inhalación de aerosoles con legionella y de la exposición a productos químicos y agentes físicos utilizados en el tratamiento de las instalaciones y del agua de las mismas, se tomarán las siguientes precauciones:

Se diseñarán y planificarán las tareas de revisión, mantenimiento, limpieza y desinfección de forma que los riesgos para la salud sean mínimos.

Se elaborarán los procedimientos de trabajo por escrito

La realización de tareas especialmente peligrosas no se realizarán en solitario. Aunque sean llevadas a cabo por un solo trabajador, debe haber siempre en las inmediaciones otra persona, con los equipos de protección individual y medios apropiados para que, en caso de producirse un accidente o una exposición excesiva, pueda socorrer al afectado, sin que ella misma se exponga al riesgo.

Se informará a los trabajadores sobre los riesgos a los que pueden verse expuestos y sobre los medios y medidas preventivas establecidas y se le adiestrará en la ejecución segura de sus tareas y la observancia de las medidas de prevención.

Los productos químicos deberán guardarse en un almacén a ellos dedicado y deberán existir normas escritas sobre su almacenamiento y manipulación, redactadas de acuerdo con las fichas de seguridad de los productos suministradas por los fabricantes.

Se suministrará a los trabajadores equipos de protección individual acordes al riesgo que implica su tarea, que no suponga un riesgo o esfuerzo añadido o sea penoso de llevar.

Los trabajadores deberán ser adiestrados en su uso, limpieza, descontaminación mantenimiento y conservación adecuados. Deben de existir procedimientos escritos de todas sus tareas.

De acuerdo con la tarea que se realice y a los riesgos derivados de la exposición a agentes químicos y biológicos, se deben de utilizar los equipos de protección individual, que a continuación se detallan, teniendo en cuenta la posibilidad de los siguientes riesgos:

- Riesgos Físicos: los derivados de altas temperaturas que pueden producir quemaduras al realizar tratamientos térmicos, de utilización de maquinaria, caídas, golpes, electrocución, vibraciones, de alto nivel de ruido, etc.
- Riesgos Químicos: serán los derivados del uso de algún agente químico que se utilice como hipoclorito sódico, reguladores de pH desincrustantes, etc., que

pueden producir intoxicaciones tanto por vía dérmica, digestiva e incluso respiratoria al respirar los gases o vapores que se pueden producir.

- Riesgos Biológicos: por la exposición a legionella, al realizar tratamientos en instalaciones que puedan estar contaminadas con esta bacteria.
- Riesgos Ergonómicos: por el manejo incorrecto de cargas, posturas inadecuadas que van producir lesiones de espalda, cuello, etc.,...

**Por lo que las protecciones mínimas que deben de utilizar serán:**

#### **Protección de cabeza y cuerpo**

Cuanto más partes del cuerpo estén cubiertas, menos riesgo de exposición tendremos por lo que deberemos utilizar:

- Equipo de prendas impermeables de protección resistente a agentes químicos como mono, bata, que deberá cerrar hasta el cuello, y ser desechable o de un material que permita la fácil limpieza y desinfección.
- Hoy ya existen en el mercado algunos que permiten la transpiración.
- Casco protector de la cabeza si fuera necesario, a fin de poder evitar las consecuencias de los golpes producidos al trabajar en un entorno donde pudieran existir elementos que se desplazan por el espacio de trabajo y que quedan a la altura de la cabeza.

#### **Protección de los pies**

- Llevar botas de goma lo más altas posibles, de forma que el pantalón cubra el comienzo de la bota, con suela antideslizante.
- Nunca usar sandalias o calzado que deje los pies a descubierto.

#### **Protección de las manos**

Siempre que se manejen productos químicos hay que utilizar guantes, de protección química también para el resto de tareas de limpieza etc., es necesario el uso de guantes resistentes.

Los guantes tienen que ser impermeables, de goma o plástico, estar en buen estado, ser totalmente cerrados, sin agujeros y lo suficientemente largos para que las mangas recubran el comienzo de los mismos.

Las manos deben lavarse siempre después de manejar cualquier producto químico, aunque se hayan llevado los guantes puestos.

Una vez acabada la tarea hay que lavar los guantes, por dentro y por fuera.

Para prevenir los riesgos por altas temperaturas, cuando se vayan a realizar tratamientos térmicos, se emplearán guantes de protección térmica para prevenir quemaduras.

Los guantes pueden ir provistos de forro interior o el trabajador podrá también, ponerse guantes de algodón debajo de los de seguridad.

### **Protección de la nariz y boca**

La mascarilla facial es indispensable la protección frente a la inhalación de gases, vapor, partículas o polvo. Debe ser con filtro tipo P3 o filtro HEPA en actividades que se produzcan aerosoles o exista riesgo de transmisión aérea de agentes biológicos. Debe cubrir perfectamente la boca y la nariz y estar totalmente ajustada.

Siempre que se trabaje con productos químicos se utilizarán mascarillas con filtro contra partículas, gases y vapores y éste se cambiará según indiquen las instrucciones del fabricante, y con mayor frecuencia si aparece dificultad de respiración, porque eso suele deberse a obstrucción por saturación del filtro.

### **Protección de los ojos**

Es necesario proteger los ojos de cualquier salpicadura, vapor, polvo..., pero hay que tener especial cuidado cuando se trate de un producto corrosivo, tóxico o muy tóxico, ya que algunos pueden llegar a provocar ceguera, por lo que se utilizará gafas con pantalla protectora que deberán quedar bien ajustadas a la cara.

### **Protección frente a caídas de distinto nivel.**

La ubicación de la instalación se realizará de manera que sea fácilmente accesible para facilitar su mantenimiento y segura para evitar riesgos de caídas de nivel.

En alturas superiores a 2 metros se utilizará arnés anticaída, siempre sujeto a una estructura fiable.

Empleo de escaleras o andamios homologados, sólidamente sujetos.

### **Trabajo sobre cubiertas**

En ningún caso se debe acceder a una instalación pasando por encima de tejados de Uralita u otro tipo de cubierta ligera, sobre la que no exista pasarelas con barandillas, o proporcione garantía de estabilidad y seguridad

### Operaciones en el interior de lugares confinados

En el interior de depósitos o fosos etc., la atmósfera puede no ser respirable, por falta de oxígeno por contaminación de productos químicos, por lo que en las operaciones en su interior, deberán realizarse cumpliendo rigurosamente todas las normas de prevención debiendo poseer ventilación forzada, además, deberá ser realizado al menos por dos personas, evitando que ante un accidente, el empleado se encuentre solo. En caso de que exista altas concentraciones de cloro u otros agentes químicos, con posible falta de oxígeno, como suele ocurrir en lugares cerrados, se utilizará equipo de protección respiratoria aislante autónomo, que suministre oxígeno con adaptador facial tipo máscara completa.

### Medición de contaminantes químicos .

Se trata de determinar la cantidad de contaminante presente en el ambiente, con equipos de muestreo específicos.



El valor límite para la exposición diaria a Cloro VLA-DE 0.5 ( $1.5 \text{ mg/m}^3$ ) y el valor límite para exposiciones de corta duración VLA-DE es 1ppm ( $3\text{mg/m}^3$ )

Riesgos específicos de exposición a cloro:

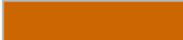
#### Por vía respiratoria o inhalatoria

- Corrosivo para mucosas
- Sensación de quemazón y tos
- Dolor de cabeza y de garganta
- Dificultad respiratoria
- Náuseas y jadeo

#### Por vía dérmica

- Es corrosivo de piel y mucosas
- Produce quemaduras cutáneas
- Dolor local
- Visión borrosa, si los vapores llegan a los ojos e incluso quemaduras oculares profundas, que pueden ser graves.



	Gases y vapores de compuestos orgánicos
	Gases y vapores inorgánicos, por ejemplo cloro sulfuro de hidrógeno, cianuro de hidrógeno
	Dióxido de azufre, cloruro de hidrógeno
	Amoniaco
	Monóxido de Carbono
	Vapor de mercurio
	Gases nitrosos, monóxido de nitrógeno
	Yodo radioactivo
	Partículas



**BIBLIOGRAFÍA**

1. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales
  2. RD. 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
  3. RD. 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
  4. RD. 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
  5. Norma UNE 100-030-2001 Climatización. Guía para la prevención de la legionella en instalaciones
- Limites de exposición profesional para agentes químicos en España. 2001-2002. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.



## TEMA 10

### RECOGIDA DE MUESTRAS AMBIENTALES, CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE. ANÁLISIS “IN SITU”

- 1.- Controles analíticos a realizar.
- 2.- Toma de muestras para la investigación de *Legionella*.
- 3.- Identificación de puntos de muestreo
- 4.- Material de toma de muestras.
- 5.- Etiquetado de las muestras
- 6.- Procedimiento de la toma de muestras.
- 7.- Conservación y transporte
- 8.- Toma de muestras recuento de aerobios totales.
- 9.- Toma de muestras para análisis físico-químico.
- 10.-Análisis “in situ”.
- 11.-Control de nivel de desinfectante. Kit de medición.
- 12.-Clorimetría.
- 13.-Ph.
- 14.-Temperatura.
- 15.-Ejercicios prácticos

## 10. -RECOGIDA DE MUESTRAS AMBIENTALES, CONSERVACIÓN Y TRANSPORTE. ANÁLISIS “IN SITU”

En este tema vamos a tratar las diferentes tomas de muestras para realizar análisis físico-químico, recuento de aerobios e investigación de legionella, prestando especial atención a esta última, ya que por sus especiales características y factores a tener en cuenta, la hacen diferente a cualquier otra toma de muestras. Veremos además el material necesario, el transporte y su conservación hasta la llegada al laboratorio.

### 10.1 CONTROLES ANALÍTICOS A REALIZAR

El RD. 865/2003 indica que los parámetros a realizar en el agua en las diferentes instalaciones, serán como mínimo las siguientes:

#### 10.1.1 INVESTIGACIÓN DE *LEGIONELLA*:

En agua caliente sanitaria y agua fría de consumo humano

- Mínimo uno al año
- 15 días después de haber realizado un tratamiento de choque, ya sea por brote de legionelosis, como por presencia de *Legionella* en análisis anteriores.
- Cuando la Autoridad Sanitaria así lo disponga

En torres de refrigeración y condensadores evaporativos:

- La periodicidad será la adecuada al nivel de peligrosidad de la instalación, como mínimo trimestralmente.
- Cuando se detecten cambios en el recuento total de aerobios o en el nivel de desinfectante.
- 15 días después de haber realizado tratamiento, ya sea por brote de legionelosis o por presencia de *Legionella* en análisis anteriores.
- Siempre que la Autoridad Sanitaria así lo determine.

#### 10.1.1 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS A DETERMINAR EN TORRES Y CONDESADORES EVAPORATIVOS

Mensualmente

- pH
- Conductividad
- Turbidez
- Hierro Total

Diariamente

- Nivel de cloro residual libre o biocida utilizado y pH

#### 10.1.2 RECUESTO DE AEROBIOS TOTALES

En torres de refrigeración y condensadores evaporativos

El análisis a realizar: Recuento de aerobios

Periodicidad:

- Mensualmente
- Cuando el tiempo de parada de la instalación supere la vida media del desinfectante empleado.

#### 10.1.3 ANÁLISIS "IN SITU"

##### NIVELES DE DESINFECTANTE

Se determinaran todas las veces que sean necesarias y en tantos puntos como se estimen convenientes para verificar que los valores de desinfectante estén siempre en el rango adecuado.

##### PH

Toda medida de cloro debe ir acompañada de la lectura de pH del agua en ese momento, por lo que, cuando realicemos la medición de desinfectante, mediremos también el pH.

##### TEMPERATURA

Agua caliente sanitaria:

- Diariamente en los depósitos finales de acumulación, la temperatura no debe ser menor de 60°C.
  - Mensualmente en un nº representativo de grifos y duchas (rotatoria) incluyendo los más cercanos y los más alejados de los acumuladores, no debiendo ser inferior a 50°C.
  - En caso de brote, la temperatura en el punto más alejado, se situará entre 55 –60°C durante 3 meses.
  - Al final de año se habrán comprobado todos los puntos terminales de la instalación.
- Agua fría de consumo humano
- La temperatura se medirá mensualmente en el depósito, de forma que se mantenga lo más baja posible, procurando, donde las condiciones climatológicas lo permitan, una temperatura inferior a 20°C.

## 10.2. -TOMA DE MUESTRAS PARA LA INVESTIGACIÓN DE LEGIONELLA

La correcta recogida de muestras para la investigación de *Legionella*, es de suma importancia ya que, una muestra recogida de forma incorrecta, puede dar lugar a la imposibilidad de aislar la bacteria en el laboratorio, y dar como resultado falsos negativos. Además las muestras deben ser representativas, tomadas y conservadas adecuadamente, haciendo especial atención a la elección de puntos de muestreo.

### **10.3 IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.**

La toma de muestras se diseñará cuidadosamente para no dejar sin estudiar ninguna parte de la instalación donde pueda estar el foco, por lo que se deberá conocer bien la instalación y tener planos o croquis que nos permitan identificar los puntos críticos.

Como norma general, elegiremos siempre aquellos supuestamente más favorables para el crecimiento bacteriano, son los más sucios, aquellos con temperatura más apropiada para el crecimiento de la bacteria, zonas alejadas en donde el nivel de desinfectante suele ser más bajo, grifos de poco uso, retornos etc.

El número de puntos de muestreo dependerá lógicamente del tipo y dimensión de la instalación, para lo que será necesario disponer de planos o croquis.

#### **10.3.1-AGUA FRÍA DE CONSUMO HUMANO (AFCH)**

En una instalación de agua fría de consumo humano, se fijarán al menos los siguientes puntos de muestreo:

- Depósitos de acumulación: una muestra en cada depósito que tenga la instalación, si hay más de uno estarán claramente identificados y rotulados con el fin de que una vez tengamos los resultados, saber a que punto corresponden.
- Descalcificadores: si existe descalcificador, la muestra se tomará a la salida.
- Diferentes alas del edificio: si el edificio tiene diferentes alas o circuitos se toma muestra representativa de cada uno.

Los puntos supuestamente más desfavorables son:

- finales de red
- ramales muertos
- en habitaciones poco usadas:
  - grifos
  - duchas

El número de puntos de muestreo se fijara teniendo en cuenta las dimensiones del edificio.

### 10.3.2. -EN AGUA CALIENTE SANITARIA:

- Acumuladores: se tomará una muestra de cada acumulador que tenga la instalación, y que estarán perfectamente identificados y rotulados. La toma de muestra se realizará en la llave de desagüe.

- Red:

Puntos más desfavorables de este tipo de instalaciones son:

- finales de red
- ramales muertos
- habitaciones poco usadas
  - grifos
  - duchas
- Circuito de retorno

Circuito de retorno: este punto es de máximo interés, por que es aquí donde se dan las condiciones más favorables para el crecimiento bacteriano, como temperatura más templada y menor nivel de cloro.

### 10.3.3. -TORRES DE REFRIGERACIÓN Ó SIMILARES

En una torre de refrigeración se deben fijar al menos dos puntos de muestreo:

- Bandeja o balsa: se elegirá la zona de la balsa más alejada tanto de la entrada de agua de aporte como del punto de dosificación de desinfectante. .
- Circuito de retorno: este punto también es de máximo interés, porque es aquí donde se dan las condiciones más favorables para el crecimiento bacteriano, ya que el agua vuelve a la torre después de haber realizado su labor de refrigerante entre 35 – 37°C, y además tiene menor nivel de desinfectante, por ser normalmente el punto más alejado del dosificador.

### 10.4. -MATERIAL DE TOMA DE MUESTRAS

Para la correcta toma de muestras será necesario disponer del siguiente material:

- Envases estériles de cristal o polietileno, con cierre hermético de 1 litro de capacidad, preferiblemente de boca ancha para recogida de lodos. En el caso de que sean de vidrio reutilizables, se deberán limpiar minuciosamente y esterilizar en autoclave a 120°C durante 30 minutos o en un horno Pasteur a 180°C durante dos horas, y los de plástico deberán ser esterilizados mediante oxido de etileno, radiaciones gamma u otros sistemas adecuados. Los envases deberán contener neutralizante específico al desinfectante utilizado en la instalación,

antes de la toma de muestra, para ello antes de la esterilización del frasco, se le añadirá la cantidad necesaria.

- Mascarilla de protección contra riesgos biológicos.
- Guantes estériles.
- Torundas estériles.
- Termómetro de respuesta rápida (sonda).
- Herramientas: llave inglesa, destornillador.
- Medidor de desinfectante. Kits ó fotómetro de campo.
- Rotulador resistente al agua.
- Nevera. **10.5. -ETIQUETADO DE LAS MUESTRAS**

Los envases se rotularán antes de realizar la toma con rotulador resistente al agua, con los siguientes datos:

- Identificación de la muestra:
  - Fecha de la toma.
  - Denominación o referencia (edificio, nº habitación...)
  - Origen del agua (Red: grifo, ducha. Depósito F/C. TR: balsa, purga. piscina,...)
- Tipo de análisis a realizar
- Resultado de los análisis “in situ”:
  - Temperatura.
  - Cloro residual libre.
  - Aspecto del agua
    - Turbia
    - Color

#### **10.6.PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS**

Dependiendo del tipo de instalación se procederá de la siguiente forma:

##### Grifos y duchas

- Desmontar filtro o difusor.
- Abrir y recoger los primeros 100 ml de agua.
- Rascar con la torunda el interior del grifo o ducha.
- Aclarar la torunda en el agua ya recogida.
- Recoger con la torunda partículas e incrustaciones del filtro.
- Introducir la torunda en el envase.
- Seguir llenando el frasco, para arrastrar los residuos del raspado hasta 1 litro aproximadamente.

- Dejar correr agua y medir temperatura al minuto.
- Dejar correr agua 5 minutos y medir el nivel de cloro.

#### Depósitos

- Se tomará de la parte baja del depósito, con un cacillo de mango largo, recogiendo materiales sedimentados, si los hubiere.
- Rascar las incrustaciones que hubiera en las paredes con la torunda, e introducir ésta en el frasco. Terminar de llenar hasta 1 litro aproximadamente.
- Medir la temperatura y el nivel de cloro residual libre.

#### Torres de refrigeración

**La recogida de muestras en una torre de refrigeración, se realizará siempre con la instalación parada.**

Se tomarán muestras en la bandeja o balsa de la torre y en la llave de purga de retorno.

Bandeja o balsa:

- Tomar la muestra de la parte baja, recogiendo restos de materia orgánica que existan en el fondo. Rascar posibles incrustaciones de la pared o boya con una torunda e introducirla dentro del frasco.
- Llenar hasta 1 litro aproximadamente.
- Medir la temperatura y el cloro residual libre.

Retorno: proceder como en el resto de grifos.

#### Consideraciones generales importantes:

- No flamear el punto de muestreo.
- No dejar fluir el agua antes de la toma de muestras, por el contrario recoger la primera porción de agua.
- Utilización de mascarilla para prevenir riesgos biológicos.
- Adición al envase, de la cantidad necesaria de neutralizante específico al desinfectante utilizado en la instalación.

En el caso de que estemos utilizando otro tipo de biocida, deberemos solicitar a la casa suministradora, que nos proporcione el neutralizante específico a ese biocida, ya que no existe en el mercado un neutralizante universal. Para un volumen de 1 litro, con una concentración de hasta 3.5 ppm de desinfectante oxidante, son suficientes 0.8 ml de una solución acuosa al 0.3 por 100 de tiosulfato sódico o potásico cristalizado. Esta solución puede añadirse sistemáticamente a todos los frascos, ya que en el caso

de que el agua no contenga cloro, la presencia de tiosulfato a estas concentraciones no posee efectos nocivos sobre el contenido bacteriano del agua.

En caso de investigación por brote, la toma de muestras se realizará antes de proceder al tratamiento de la instalación, si la toma es rutinaria se tomará cuando se den las condiciones más favorables para el crecimiento de las bacterias y nunca antes de transcurridos los 15 días desde el último tratamiento de limpieza y desinfección.

En instalaciones que hayan sido sometidas a tratamiento de choque se dejarán pasar al menos 15 días desde la finalización del **tratamiento** hasta realizar la toma de muestras, para poder comprobar si el tratamiento ha sido eficaz.

### **10.7. TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN**

Para el transporte y conservación de las muestras se tendrán en cuenta las siguientes normas:

El Real Decreto 865/2003 dice que las muestras se llevarán al laboratorio lo antes posible y se mantendrán a temperatura ambiente evitando temperaturas extremas y para el transporte de especímenes ya cultivados en laboratorio, nos dice que será de aplicación el Acuerdo Europeo de Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera (ADR 2003), o el Reglamento sobre Mercancías Peligrosas de la Asociación de Transporte Aéreo Internacional. Se acondicionará para el transporte de forma que se contemplen los tres niveles de contención recomendados por la ONU y se especificará en el paquete externo “Especímen diagnóstico embalado con las instrucciones 650”

La Norma ISO 11731 de 1 de mayo de 1998, que es un estándar internacional que describe el método de cultivo para aislamiento y cuantificación de legionella en muestras ambientales, hace las siguientes consideraciones:

Las muestras se enviarán al laboratorio preferiblemente el mismo día y no más tarde del segundo día, protegidas de la luz solar.

- Se recomienda que el tiempo entre la toma de muestras y su concentración, previa a la siembra, sea de 2 días y que no pase de cinco.
- El tiempo máximo entre el muestreo y el cultivo es de 14 días.
- Se transportarán entre 6-18°C, protegidas de la luz solar ya que las muestras almacenadas entre 0-6°C sufren pérdidas importantes de bacterias y por encima de 20°C sabemos que estas se multiplican, pero además se sabe, que por encima de esta temperatura, también se estimula el crecimiento de los microorganismos heterótrofos, lo que dificultaría el aislamiento y cuantificación de la legionella

Todo esto, como vemos, es importante sobretodo si se pretende cuantificar las bacterias, si no se procede adecuadamente los recuentos no serán fiables.

Las muestras deberán ser enviadas a laboratorios acreditados para el aislamiento de legionella en agua o laboratorios que tengan implantado un sistema de control de calidad para este tipo de ensayos. Norma ISO.EN-UNE 17.025 y contactar con una entidad de acreditación, ENAC, [www.enac.es](http://www.enac.es)

Los resultados se expresarán en UFC/l o lo que es lo mismo, unidades formadoras de colonias por litro y especificarán que se han realizado según la Norma ISO11731/98

### **10.8.TOMA DE MUESTRAS PARA RECuento DE AEROBIOS TOTALES**

Se tomara una muestra representativa del agua para poder determinar a partir de ella su calidad microbiológica, la toma de muestras por tanto, deberá respetar la composición microbiana del agua captada.

#### Material de toma de muestras

Para la realización de la toma de muestras para análisis microbiológico será necesario disponer de:

- Frascos de vidrio o plástico con tapón roscado estériles, estos deberán estar adicionados, al igual que para la investigación de *Legionella*, de neutralizante específico al desinfectante utilizado en la instalación, antes de la toma de muestra, la capacidad del envase dependerá de los parámetros a determinar, suele ser suficiente 1 litro
- Guantes estériles.
- Alcohol, algodón.
- Pinzas.
- Neveras refrigeradas.

#### Consideraciones generales

Las muestras de agua no deberán llenar totalmente el frasco.

Si el agua a analizar contiene trazas de cloro u otro desinfectante, al igual que en la toma de investigación de *Legionella*, será necesario neutralizar su efecto bactericida con un neutralizante específico, en caso de cloro u otro oxidante, como hemos visto el neutralizante será tiosulfato sódico o potásico. Las muestras se rotularán de manera que quede completamente identificada con los datos de fecha, procedencia etc.

#### Procedimiento

Grifos:

Una vez retirados filtros u otros accesorios se procederá a una cuidadosa limpieza con agua o alcohol

Con el grifo cerrado se flameará el extremo del mismo, mediante llama obtenida con un algodón empapado en alcohol sostenido con unas pinzas o bien con una lámpara de soldar.

Se abrirá el grifo para que fluya el agua abundantemente y se renueve el agua durante unos 10 minutos.

Destapar el frasco esterilizado sin tocar la boca del mismo ni el interior del tapón.

No llenar totalmente el frasco, para facilitar su homogeneización.

Todos los movimientos se realizarán sin interrupciones, al abrigo de corrientes de aire y con las máximas precauciones de asepsia.

Pozos:

Si dispone de bomba de captación, se opera igual que en grifos. Si no existe sistema de bombeo, no es posible obtener muestra representativa, pero con esta salvedad, se introducirá en la masa de agua, el frasco o un cubo bien limpio, sostenido por una cuerda y se tomará después de agitar la superficie del agua con el mismo recipiente y se cerrará correctamente.

También pueden utilizarse aparatos especiales lastrados que permiten introducir el frasco esterilizado y destaparlo a la profundidad deseada. En estos casos deberán utilizarse frascos con tapón a presión.

Depósitos

Si no tiene grifo que permita una limpieza y desinfección, con guante estéril se desprecintará el contenedor, sujetándolo por la base con una mano y se introducirá sumergiéndolo boca abajo y llenar girando el envase cuidadosamente hasta que el cuello se encuentre hacia arriba.

### **Conservación y transporte**

Una vez tomada la muestra se acondicionará de modo que quede en la oscuridad y conservada en refrigeración a 4°C ( ±2°C). Se transportará de este modo, lo antes posible al laboratorio, ya que es conveniente iniciar el análisis antes de que transcurran seis horas desde la toma de muestras

### **Resultados**

Los análisis deben ser realizados según la norma ISO 6222,1999. calidad del agua. Enumeración de microorganismos cultivables. Recuento de colonias por siembra en medio de cultivo de agar nutritivo.

Con recuento superiores a 10.000 UFC/ml será necesaria comprobar la eficacia de la dosis y tipo de biocida utilizado y realizar un muestreo de *Legionella*.

Principales diferencias entre toma de muestras para recuento de aerobios totales y la específica de Legionella

<u>T.M. Legionella</u>	<u>T. M. Aerobios Totales</u>
-No flamear el punto de muestreo.	-Flamear .
-Recoger primera porción de agua.	-Dejar fluir el agua abundantemente.
-Rascar incrustaciones.	-----
-Mantener entre ó 6-18°	-Mantener refrigeración a 4°C.

### 10.9 TOMA DE MUESTRAS PARA ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO

#### Material de toma de muestras

Para la realización de la toma de muestras para análisis físico- químico será necesario disponer de:

- Para determinar parámetros físico-químicos, el envase será de plástico o vidrio de 1 l.
- Si se quieren determinar además metales pesados, el envase será siempre de polietileno de 500 ml de capacidad y adicionado con 1 ml de ácido nítrico exento de metales pesados.
- Si se van a determinar compuestos orgánicos el recipiente será de vidrio color topacio de 5 l.

#### Procedimiento

Si el envase no es de un solo uso se enjuagará antes de realizar la toma, con el agua objeto del muestreo. En redes de distribución, pozos dotados de bomba de extracción y similares, y en grifos o duchas, se dejará fluir el agua durante cinco minutos para conseguir que la muestra sea representativa, a continuación se llenará y se cerrará correctamente envase que habremos elegido teniendo en cuenta las consideraciones anteriores.

Las muestras se transportarán refrigeradas hasta su llegada al laboratorio lo antes posible.

#### Resultados:

Los informes de los análisis deberán especificar el correspondiente método analítico utilizado, debiendo estar basado en alguna norma tipo UNE-EN, ISO, o Estándar Methods, e indicar su límite de detección o cuantificación.

### **10.10. ANÁLISIS “IN SITU”**

Análisis “in situ” son aquellos parámetros o mediciones que vamos a realizar en el propio lugar donde se encuentra la instalación y en el mismo momento en que se recoge la muestra. Los parámetros a medir son:

Temperatura, nivel de desinfectante y Ph

La periodicidad será la establecida en los programas de mantenimiento específicos de cada instalación, atendiendo a la legislación actual y siempre que se realice toma de muestras para la investigación de *Legionella*., hemos de recordar que en este caso realizaremos la toma para *Legionella* en primer y posteriormente mediremos temperatura y cloro y pH, por este orden.

Material de toma de muestras:

Termómetro de respuesta rápida (sonda)

Kits de campo o fotómetro para la determinación de desinfectante

PH-metro

### **10.11. MEDICIÓN DE NIVEL DE DESINFECTANTE.**

Para poder mantener los niveles de desinfectante en el rango adecuado, es necesario conocer en todo momento el nivel de desinfectante presente en la instalación, para ello será necesaria la instalación de medidores automáticos correctamente calibrados o la medición periódica por personal cualificado de estos parámetros.

Esta medición se realizará con Kit de campo adecuado al desinfectante utilizado en la instalación o fotómetro portátil.

### **10.12. CLOROMETRIA**

Cuando el desinfectante utilizado sea cloro:

La cloración es una desinfección curativa y preventiva recomendable, ya que es muy sencillo de controlar su presencia en el agua. La forma más común de cloración es la adicción de hipoclorito sódico. La combinación con el agua crea el ácido hipocloroso, este es el más efectivo de todas las fracciones de cloro residual libre, ya que la molécula de HOCL es muy similar en su estructura a la molécula de H<sub>2</sub>O, ello permite una rápida penetración a través de las paredes celulares de la bacteria de forma similar a la del agua.

La clorimetría consiste en la medición de niveles de cloro en el agua, esta se puede realizar mediante sonda de lectura en continuo que a veces lleva el propio clorador automático, como hemos comentado antes, o de una forma manual mediante el empleo de kits de campo o fotómetros, pero incluso en el caso que tengamos este

lector automático es conveniente la utilización con estos kits, para comprobar el correcto funcionamiento del lector.

Para determinar el cloro residual libre, el método de análisis recomendado es una sencilla prueba colorimétrica (DPD). Este sistema de análisis está comercializado en forma de kits, puede encontrarse fácilmente y además suele llevar incluido, la técnica para la medición de pH. Para la medición se seguirá paso a paso la técnica descrita por el fabricante del kit o fotómetro.

Para la determinación de cloro no debemos emplear la técnica de ortotolidina, ya que con ella se determina el cloro total, no el cloro residual libre, que es el que queremos medir, que es el que realmente tiene acción desinfectante.

### 10.13.MEDICIÓN DE PH

Debemos tener en cuenta que la acción biocida del cloro depende del pH del agua, siendo máxima a pH neutro o menor de 7, disminuyendo notablemente al aumentar el pH por encima de 8 y mucho más a pH igual o mayor a 9, por lo que los niveles de cloro residual libre que se recomiendan se refieren siempre a un agua que tenga un pH 7. Por otra parte hay que tener en cuenta, que el poder corrosivo del cloro aumenta al disminuir el pH, por lo que se aconseja que no baje de 6,5. Si el pH está elevado habrá que reducirlo hasta 7, en el caso que no sea posible aumentar entonces la concentración de cloro. Los factores de corrección de la concentración de cloro residual libre, cuando el pH del agua es mayor a 7 son:

PH del agua	7	7,5	8,0	8,5	9,0
Factor de corrección	1	1,5	3,2	8,4	25,3

Para la medición de ph se utilizaran equipos portátiles perfectamente calibrados o bien con kit. El pH lo medimos con rojo fenol, normalmente el mismo kit de medición de cloro nos sirve para medición de pH.

Se dejará fluir el agua durante unos minutos y a continuación medir según indicaciones del método o equipo de medición empleado.

### 10.14.TEMPERATURA

La temperatura se medirá como mínimo en al caso del AFCH en el depósito y en ACS en depósitos acumuladores, grifos y duchas de la red interior, balsas de torres de refrigeración, y circuitos, para ello se utilizara termómetro portátil con sonda de respuesta rápida, procediendo de la siguiente forma:

Sistemas de acumulación: depósitos, acumuladores, balsas de torres, etc.

- Recoger una muestra en un envase
- Colocar la sonda del termómetro en la muestra inmediatamente
- Realizar la medición cuando la temperatura se estabilice

En circuitos o redes de distribución: grifos o duchas:

- Dejar fluir el agua durante 1 minuto,
- Recoger una muestra en un recipiente
- Leer la temperatura en ese momento.

### 10.15.EJERCICIOS PRÁCTICOS

Cloración:

Si hemos de hacer una cloración en nuestra instalación, para calcular la cantidad de hipoclorito sódico que deberemos añadir, tendremos que conocer los siguientes datos:

V=Volumen de agua de nuestra instalación expresada en litros

Ppm=Concentración de cloro que queremos obtener expresada en partes por millón.

Riqueza del hipoclorito sódico que disponemos = es el contenido de cloro activo de nuestro producto, este dato viene reflejado en la etiqueta y se expresa en relación peso / volumen, normalmente en g/L siendo las más usuales las siguientes:

40g/L, esto quiere decir que tenemos 40 gramos de cloro activo en cada litro de producto, es la que se vende habitualmente para uso doméstico.

150g/L, utilizada normalmente para uso industrial, aunque también podemos encontrarla en otras concentraciones como 50g/L etc.

Para así aplicar la siguiente formula:

$$\frac{V \text{ (litros)} \times \text{Ppm}}{\text{Riqueza hipoclorito}} = \text{mililitros de hipoclorito sódico que tenemos que añadir}$$

Ejemplo:

Si tenemos una instalación con un volumen de 1000 litros y queremos obtener una concentración 20 ppm de cloro, para lo que disponemos de un hipoclorito con una riqueza de 40 g/L ¿Qué cantidad debemos añadir?

Solución:

$$\frac{1000 \text{ (litros)} \times 20 \text{ (ppm)}}{40 \text{ (riqueza lejía)}} = 500 \text{ mililitros de hipoclorito a añadir.}$$

Hemos de tener en cuenta que si la cloración se va a realizar en agua para consumo humano, solo se podrá utilizar aquella lejía que en su etiqueta especifique que es apta para ese uso, normalmente nos encontraremos frases como”: Lejía apta para uso alimentario” o ” Lejía apta para uso en aguas potables

### **Neutralización del cloro**

Como hemos visto a lo largo del temario, en ocasiones es necesaria la neutralización del cloro, como es el caso de la toma de muestras para el envío al laboratorio o cuando después de una hipercloración, queremos verter al alcantarillado o cauce público esa agua con altas concentraciones de cloro, pues bien para esa neutralización podremos utilizar tiosulfato sódico. Para poder calcular la cantidad necesaria debemos conocer los siguientes datos.

V = Volumen de agua a neutralizar en m<sup>3</sup>

Ppm = Concentración de cloro que tiene el agua

Para así poder aplicar la siguiente expresión:

$0.005 * V (m^3) * ppm = Kg \text{ de tiosulfato a añadir.}$

#### **Ejemplo:**

¿Qué cantidad de tiosulfato sódico habrá que añadir a un depósito de 50 m<sup>3</sup> para neutralizar el agua clorada a una concentración de 15 ppm?

$0.005 * 50 * 15 = \underline{3,75 \text{ kg}}$  de tiosulfato serán necesarios para neutralizar las 15 ppm de cloro que tiene el agua de nuestra instalación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Orden 27 de julio de 1983 del Ministerio de Sanidad y Consumo. Aguas. Métodos oficiales de análisis microbiológicos de las potables de consumo público
2. Orden 1 de julio de 1987 Relaciones con las Cortes y de la Secretaria del Gobierno. Aguas. Métodos oficiales de análisis físico-químicos de las potables de consumo público
3. Real Decreto 865/2003, de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Ministerio de Sanidad y Consumo. 2001.
4. Norma UNE 100-030-2001 Climatización. Guía para la prevención de la legionella en instalaciones
5. Norma ISO 11731 de 1 de mayo de 1998, método de cultivo para aislamiento y recuento de legionella en muestras ambientales.
6. Sánchez-Guillén A. Prevención y tratamiento de instalaciones de riesgo por Legionella. Edit. Desinfecciones Alcora, S.A.
7. “Recomendaciones para la prevención y control de la legionelosis”. Comisión de Salud Pública. Ministerio de Sanidad y Consumo. 1998