

MINIMIZACIÓN DE RIESGOS DE **LEGIONELOSIS** EN LAS INSTALACIONES DE ACS SOLAR

Juan V. Martín Zorraquino,
Dr. Ingeniero Industrial-
ATECYR País Vasco

Ricardo García San José,
Ingeniero Técnico Industrial –
Factor 4 Ingenieros
Consultores, S. L.

Ricardo López de Subijana,
Ingeniero Industrial. Incrafisa

Jesús M^a Casado,
Ingeniero Industrial. CADEM



En el País Vasco las Autoridades Sanitarias vienen prestando atención al problema y afortunadamente han sido escasos los brotes padecidos; pero a pesar de ello el número global de casos detectados se incrementa desde 1999, gracias a aplicar la técnica de análisis de orina. No hay duda de que, si bien hay lugares con tasa anual despreciable, en general, cuando se diagnostica eficazmente la enfermedad, acaba siendo necesario legislar sobre el tema.

Venimos investigando desde los años 80 y analizando instalaciones desde 1996. Nuestra experiencia, al igual que la bibliografía, sitúa la preparación de ACS como principal instalación de riesgo junto a torres de refrigeración y condensadores evaporativos, sin olvidar jacuzzis y piscinas

de hidromasaje. También hemos estudiado los sistemas de energía solar, los cuales están relacionados con la legionela.

En este artículo analizamos diferentes diseños de instalaciones solares y finalmente aportamos, datos y actuaciones sobre instalaciones reales que respondiendo a los diseños cumplen con la legislación vigente.

Tras varios años de creciente constatación de la existencia de casos de la legionelosis por la geografía española, dicha enfermedad pasó a considerarse de declaración obligatoria. En 1994 apareció la norma UNE 100030 y, en julio de 2001, el primer Real Decreto sobre el tema de riesgo de las instalaciones. Posteriormente la citada norma fue modificada y el Real Decreto, tras ser derogado, ha dado paso a un nuevo Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, con criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis, y considera la norma UNE 100030 IN sólo con carácter complementario.

Introducción

Desde los primeros años de la década de los ochenta, la legionelosis se convierte en una enfermedad de importancia creciente en España, siendo frecuente la aparición de brotes con notable repercusión en los medios de comunicación. En 1987, la enfermedad pasó a ser considerada de declaración obligatoria y se intensificó de forma importante la adopción de medidas en las zonas más afectadas. En abril de 1994 apareció la primitiva norma UNE 100030, Guía para la prevención y control de la proliferación y diseminación de legionela en instalaciones, y en julio de 2001 el primer Real Decreto 909/2001 del **Ministerio de Sanidad y Consumo** por el que se establecían los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis. Posteriormente, en octubre de 2001, la citada norma UNE fue modificada y el Real Decreto,

Ámbito	Número de brotes	Media de casos (Rango)	Defunciones	Letalidad
Nosocomial	18	6,1 (2-19)	36	33,0%
Turistas	30	2,9 (2-11)	16	17,9%
Comunitario	37	28,3 (2-650)	26	2,5%

Tabla 1. Brotes, casos y defunciones. España: 1997-2001

tras ser derogado, ha dado paso al Real Decreto 865/2003 de 4 de julio, publicado el dieciocho del mismo mes, que considera a la norma UNE 100030IN sólo con carácter complementario.

En toda España existe ya un grado de sensibilidad importante y las Autoridades Sanitarias vienen prestando atención al problema vigilando el cumplimiento de las medidas de prevención y control establecidas en el Real Decreto 865/2003. En los cinco años comprendidos entre 1997 y 2001, el número de brotes habidos alcanzó los 85.

La incidencia de legionelosis notificada en España expresada en tasa anual por 100.000 habitantes a lo largo del citado intervalo de tiempo, se refleja en la Figura 1. La notificación excluye los casos de la variedad benigna conocida como *Fiebre de Pontiac*. La fuerte subida coincide con la mayor facilidad y mejora de diagnóstico gracias a la puesta a punto y aplicación de la técnica de análisis de orina. Somos conscientes de que el rigor de las actuaciones no es uniforme en todas y cada una de las Comunidades Autónomas, por lo que el número de casos real es, sin duda, aún mayor.

Ordenanzas Municipales Solares

A pesar de ser conocidos los beneficios que se obtienen a partir del aprovechamiento de la energía solar para la generación de agua caliente, pocos son los edificios que disponen de las instalaciones necesarias para tal fin,

Fuente de infección	Brotes	Porcentaje
Intubación de agua	3	4%
Sistema de refrigeración	2	4%
Jacuzzi/Spa	3	5%
Bañeros	2	4%
Mezclador de agua	3	4%
Tota	8	10%

Tabla 2. Fuentes de infección detectadas en las investigaciones de brotes

lo cual parece indicar que la implantación de dichas instalaciones debe venir dada a través de las exigencias reglamentarias.

En esta línea, en 1999 el Ayuntamiento de Barcelona publicó una Ordenanza mediante la cual regulaba la incorporación de los sistemas de captación de energía solar para la producción de ACS y agua de piscinas a los edificios del municipio. Pudiera pensarse en la posibilidad de que una ordenanza de este tipo pudiera transgredir el derecho de la propiedad, si bien es cierto que los ayuntamientos están capacitados para legislar en materia medioambiental y en materia de ahorro energético en edificios.

Superada esta dificultad, en 2001, el IDAE publicó una propuesta de Modelo de Ordenanza Municipal, basándose en las de los ayuntamientos de Barcelona y de Sant Joan Despí, en la cual se han basado otros ayuntamientos, como Pamplona, Burgos,

Granada, etc. para publicar sus respectivas Ordenanzas Municipales a lo largo de 2003. La aplicación de dichas ordenanzas en nuevas edificaciones o reformas integrales, afecta, en general, a todos los usos posibles de un edificio que tenga un consumo mínimo de energía en la preparación de ACS, e incluso para la generación de agua caliente para procesos industriales, como es el caso de los ayuntamientos de Barcelona y Sevilla.

De todas formas, el cálculo de cada una de estas variables viene especificado en las diferentes ordenanzas a partir de parámetros de consumo, temperatura, coeficientes de reducción, etc. En caso de superar dicho valor, se obliga a la implantación de una instalación solar que cubra, al menos, el 60% de la energía demandada (66 % en el caso de Sevilla). Las ordenanzas también son de aplicación en aquellas piscinas cubiertas cuyo vaso albergue más de 100 m³ de agua, siendo también un 60% el valor mínimo a aportar mediante energía solar.

El diseño de las instalaciones de energía solar está limitado por la disposición del edificio así como por las especificaciones indicadas en materia de impacto visual. Todo ello hace que la cobertura del 60% pueda ser inferior. Asimismo, se debe cumplir con lo dictado por el RITE. En este sentido, aportamos diferentes posibilidades a la hora de diseñar una instalación de este tipo, para conseguir dicho cumplimiento. Se debe indicar la responsabilidad de promotores y propietarios de inmuebles en la aplicación de dichas Ordenanzas, si bien se hace difícil la implantación de infracciones por el incumplimiento de aquellas ante la ausencia de leyes en el Estado que prevean dichas sanciones, a excepción de Cataluña en su Ley de Vivienda. Para paliar la inversión que supone una instalación de este tipo, las diferentes administraciones disponen de ayudas económicas para la instalación de paneles solares.

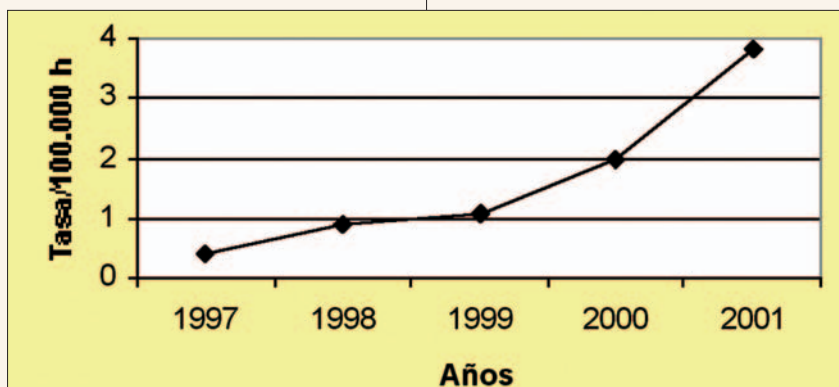


Figura 1. Legionelosis. Incidencia notificada en España (1997-2001)

1 En el País Vasco han sido escasos los brotes padecidos y afortunadamente también lo han sido las defunciones

Exigencias reglamentarias para prevención de la legionelosis

El Real Decreto 865/2003 indica que la temperatura de acumulación de ACS debe ser superior a 60 °C si bien admite que en sistemas de calentamiento con energía solar haya depósitos con temperaturas inferiores. Este aspecto no fue contemplado en la versión de 2001.

Caso real: Edificio para 96 viviendas

Se trata de una instalación de 67 paneles con una superficie total de 120 m², para la producción de ACS en un edificio de 96 viviendas en Bilbao, diseñada conforme a la normativa vigente.

El proyecto inicial de ejecución del edificio (1997) se desarrolló conforme a las IT.IC y, además, no se contempló la aplicación de la energía solar, habiéndose previsto una instalación centralizada de calefacción y ACS con calderas de gas natural. Sin embargo, cuando la construcción del edificio ya estaba mediada y aprovechando que la terraza es plana y con orientación favorable, se optó por integrar un sistema de energía solar. El número de paneles se definió en función del espacio disponible. No existiendo aún el Real Decreto se previó calentar el tanque de preparación de agua hasta la temperatura de 60 °C para luego proceder a su mezcla con destino a consumo.

a) Descripción

Instalación de ACS. La instalación inicial de ACS se previó con dos interacumuladores de 2.500 litros cada uno (acumulación total 5.000 litros); al integrarle la instalación de paneles solares se optó por una producción mediante un depósito de acumulación, también de 2.500 litros, con un intercambiador de placas de acero inoxidable; este sistema requiere dos bombas de circulación, una para el primario y otra para el secundario. En la salida del agua hacia las viviendas se colocó una válvula motorizada de tres vías, de manera que el agua se puede acumular a temperatura superior a la de consumo, lo que proporciona una mejor respuesta del siste-



ma y permite un tratamiento contra la legionella más eficaz.

Instalación de paneles solares. Para la producción de ACS con energía solar se reutilizaron los dos interacumuladores de 2.500 litros, que ya estaban en obra; por tratarse de equipos con intercambiador incorporado, con el fin de obtener un mayor aprovechamiento de la radiación solar, ambos se conectaron hidráulicamente en paralelo; la salida conjunta de los mismos se conectó en serie con el acumulador de la instalación central, y es en este último depósito donde se produce el calentamiento hasta la temperatura de uso.

Ubicación de los paneles. Los paneles están en la cubierta, que es una terraza plana; al mismo nivel que la sala de calderas. El acceso se realiza desde las cajas de escaleras de los ocho portales del edificio. Debido al espacio ocupado por los casetones de los ascensores, los colectores se distribuyen en tres zonas de la terraza; para adaptarse al espacio disponible se instalaron en grupos de cuatro o cinco paneles.

El número total de paneles es de 67. Las condiciones de instalación son: orientación Sur, inclinación 30°. Los paneles de cada grupo (4 ó 5) se

conectan hidráulicamente en paralelo; para las conexiones entre los diversos grupos se realiza una distribución con "impulsión invertida" de modo que todos los grupos quedan equilibrados, sin necesidad de instalar válvulas especiales para este fin. Al mismo tiempo, esta distribución requiere la mayor tirada de tubería en la impulsión a paneles, cuando las temperaturas son más bajas y menor metraje en el retorno de paneles, con temperaturas más altas, reduciéndose las pérdidas de calor.

b) Regulación de la instalación

Regulación del ACS. Esta regulación se realiza con dos sondas de temperatura: la sonda 1, que se sitúa en la parte del depósito más próxima al consumo y la sonda 2 que se coloca en la parte inferior del mismo, más próxima a la entrada del agua calentada por los paneles. La sonda 1 envía la señal a la centralita que pone en marcha a las bombas de primario, secundario y circulación por caldera, si ésta última está parada por no estar en funcionamiento el sistema de calefacción. Cuando la sonda 2 detecta que se ha alcanzado la temperatura de consigna se paran las bombas. La temperatura de distribución se regula continuamente mediante la válvula de tres vías situada a la salida del depósito, comandada por la consigna de la sonda de impulsión. El funcionamiento de la bomba de recirculación se controla mediante programador horario.

Regulación de la instalación de paneles solares. Se realiza mediante un termostato diferencial con dos sondas de temperatura, una a la salida

Zona	nº de paneles por grupo		Total
	5	4	
Zona 1	4		20
Zona 2	3	3	27
Zona 3	4		20
Total			67

Tabla 4. Distribución de los grupos de paneles en cubierta

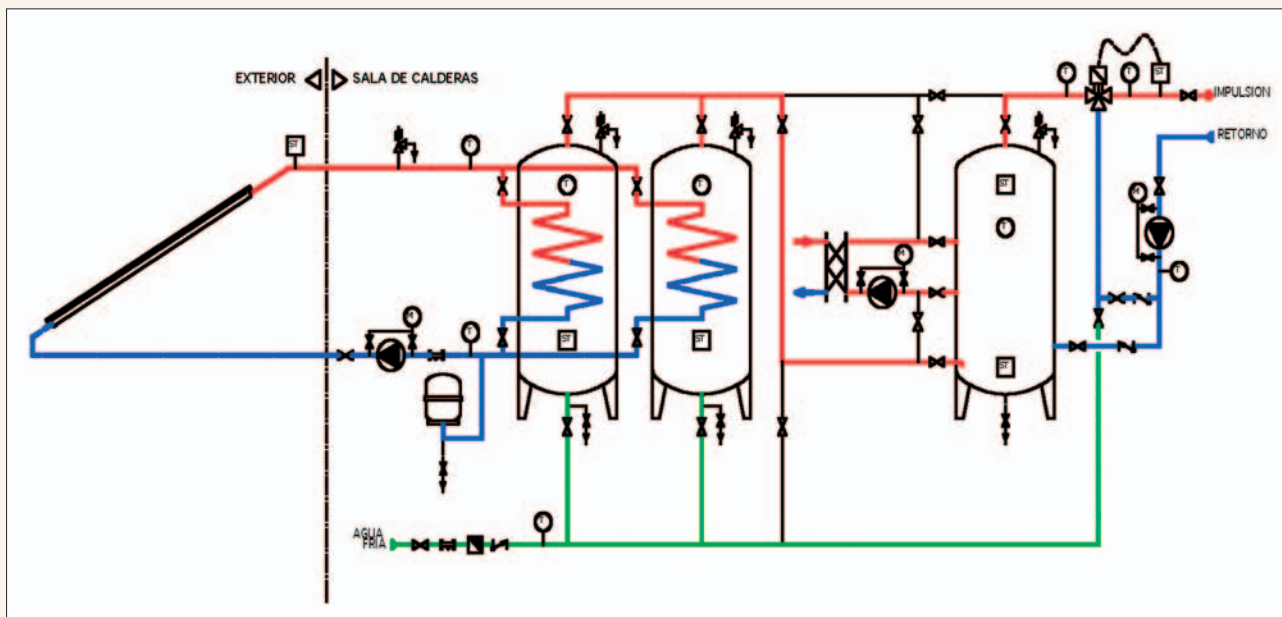


Figura 2. Esquema del Principio de la Instalación. Funcionamiento Normal.

del grupo de paneles más alejados de la sala de calderas y otra en la parte inferior de los interacumuladores de ACS.

Cuando la diferencia de temperatura entre la sonda de paneles y la de interacumuladores supera la diferencia de consigna (aproximadamente 6 °C) el sistema pone en marcha la bomba de circulación por paneles, de modo que se vaya calentando el agua acumulada; de esta manera se aprovecha la aportación solar siempre al menor nivel térmico posible, lo que redundará en un mayor rendimiento. La regulación de la temperatura hasta la de consumo se realiza en el depósito de la instalación centralizada como se ha detallado anteriormente.

c) Prevención de la legionelosis

En el presente caso, la instalación se diseñó de manera que en el depósito calentado directamente con calderas se pudiesen mantener los 60 °C con independencia del comportamiento de la instalación solar; el consumo se reducirá en la medida que aumenten las aportaciones solares; de este modo todo el agua de consumo alcanza previamente la temperatura indicada. La temperatura de distribución del ACS se regula con una válvula motorizada de tres vías a la salida del último depósito, mezclando con agua fría y agua recirculada; ello permite acumular el agua en el depósito a

60 °C, realizando la distribución a temperaturas inferiores. En esta instalación el tratamiento para la prevención de la legionelosis es de tipo térmico, para ello periódicamente, maniobrando las llaves de corte de los interacumuladores de la instalación solar, se puede realizar el calentamiento de los mismos utilizando el intercambiador de la instalación centralizada, con las calderas. Para lograr el mayor aprovechamiento de la energía solar, la periodicidad del tratamiento térmico para prevención de la legionelosis se limitará al fijado por la normativa vigente o cuando, tras los análisis del agua, se observe su necesidad.

d) Resultados de prevención

Con periodicidad anual se realiza una analítica del agua de la instalación; los resultados obtenidos han sido favorables con ausencia de unidades formadoras de colonias (ufc) en los tres depósitos.



e) Aportes de energía obtenidos

La superficie total de paneles ha sido limitada por la capacidad de espacio libre disponible en la terraza del edificio. Actualmente la cobertura solar del servicio de ACS está siendo del 64%, si bien el edificio aún no ha sido ocupado en su totalidad, por lo que cuando la misma se dé, la cobertura solar lógicamente se reducirá. En el proyecto se previó una cobertura del 45%.

Integración en instalaciones colectivas de calefacción y ACS

Las instalaciones de ACS con energía solar se pueden integrar en las instalaciones colectivas de calefacción y ACS con relativa facilidad. Habitualmente requieren un incremento de las capacidades de acumulación, utilizándose como apoyo la propia instalación comunitaria. Para poder adaptarse en mayor medida a las exigencias de prevención de la legionelosis y, al mismo tiempo, permitir aprovechamientos solares altos la solución mas aconsejable es destinar la mayor parte del volumen de acumulación a la instalación solar y en serie con ella colocar un depósito de menor tamaño atendido desde calderas; este depósito se puede mantener de manera permanente a 70 °C, cumpliendo así lo especificado en el RD 865/2003. A la salida del mismo hacia consumo se instalará una válvula motorizada de tres vías (o

Tabla 5. Aportación energética de la instalación

Fecha	Datosúdiarios		Fúsolar	kWh/m ² úpanel
	kWh/día	úAC/día		
Remedios	104	3.520	6%	0,87
11/102	0	2.45	4%	0,4
19/1202	50	2.70	0%	0,4
13/0103	32	282	16%	0,27
10/0203	60	433	31%	0,50
25/0303	14	474	76%	1,20
03/0703	135	3.356	87%	1,13
28/0703	0	1.957	5%	0,4
10/1203	131	3.990	70%	1,09

una válvula termostática) para adaptarse a las temperaturas de distribución compatibles con las de uso.

Si, como se ha indicado, el depósito de cabeza es de poco volumen, es habitual el empleo de intercambiadores, utilizando depósitos de acumulación con intercambiador exterior de placas si deben ser de mayor tamaño. Para elevar periódicamente hasta 70 °C la temperatura de los depósitos calentados por los paneles solares, se realiza una conexión en paralelo del intercambiador asociado a la instalación solar con el circuito primario de calderas; el tratamiento periódico puede iniciarse de modo manual o motorizar las válvulas correspondientes.

Con la experiencia adquirida se propone la instalación del esquema adjunto; para los paneles solares se opta por intercambiadores, en lugar de depósitos con intercambiador ex-

terior de placas, por su mayor sencillez de conexión hidráulica e integración en el conjunto de la instalación. Sin embargo para el depósito de la instalación tradicional se ha seleccionado la segunda alternativa, ya que el intercambiador de placas proporciona una mayor potencia, además de permitir el calentamiento del agua de los intercambiadores más fácilmente, cuando se requiera el tratamiento térmico de los mismos.

En cuanto a la recirculación del ACS, se ha decidido una doble conexión, a los intercambiadores y al depósito de la instalación central. En el funcionamiento habitual la recircula-

ción se lleva directamente a este último, debido a que habitualmente la temperatura de retorno será superior a la del agua calentada por paneles; cuando la temperatura de retorno sea inferior a la del agua acumulada en los depósitos de energía solar el agua recirculada se enviará hacia ellos, ambas opciones se controlan mediante válvulas motorizadas de dos vías. Esta forma de funcionamiento, permite cubrir las pérdidas en el bucle de recirculación de ACS con energía solar, cuando las condiciones ambientales sean favorables, incrementando el aprovechamiento de la instalación solar.

Para evitar el riesgo de congelación del agua de los paneles se actúa del siguiente modo: Cuando las sondas detecten que la temperatura del agua sea inferior a 5 °C arrancará la bomba de circulación de agua por paneles, de este modo la temperatura en los mismos aumentará a costa del agua acumulada, además de reducirse el punto de congelación del agua

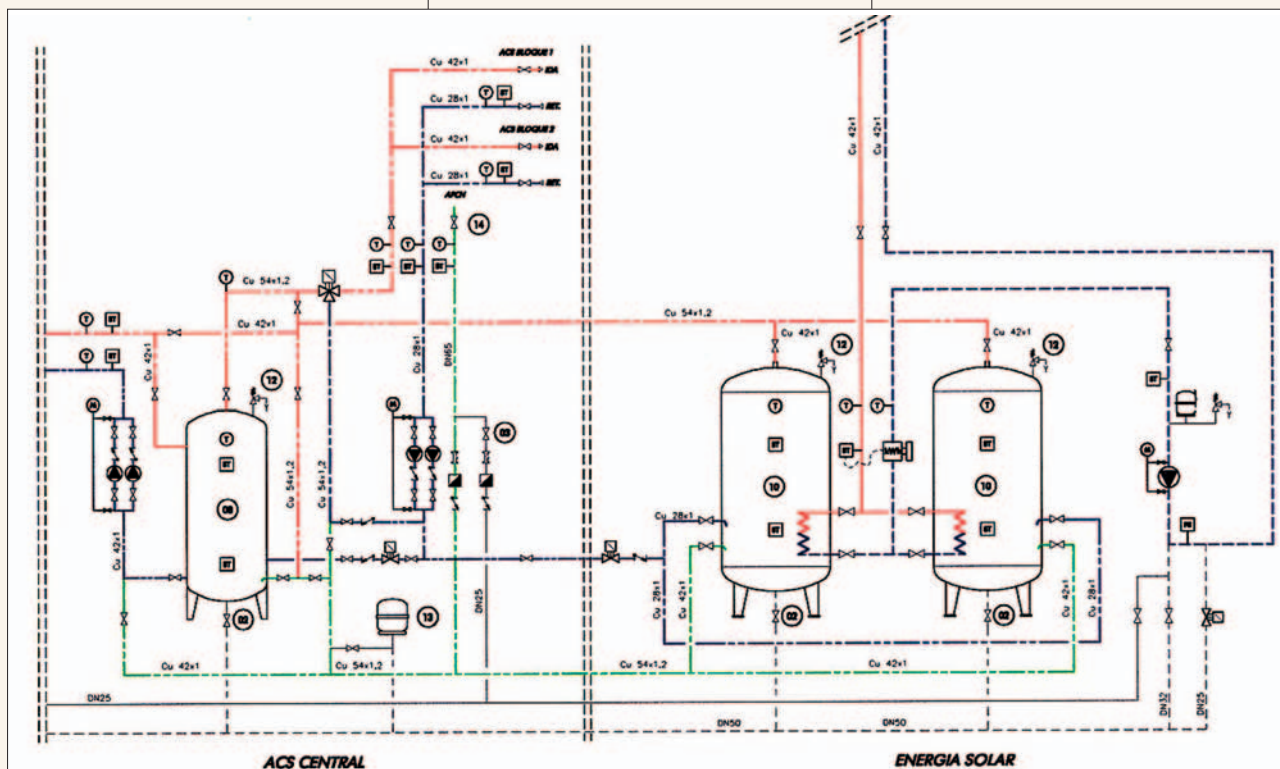


Figura 3. Esquema de producción de ACS con Energía Solar con apoyo de instalación central

Apuesta de futuro

- Nuevo recinto ferial.
- Nuevos productos, mercados y servicios.
- Nueva sectorización.
- Nuevos foros de debate.
- La oferta global del sector.

Nuevas fechas:
9/12 Noviembre 2004

B! BILBAO
E! EXHIBITION
C! CENTRE

Apdo. 468 - 48080 Bilbao
Tel. + 34 94 428 54 00 - Fax. + 34 94 442 42 22
www.bilbaoexhibitioncentre.com/proma
www.bilbaoexhibitioncentre.com
proma@bilbaoexhibitioncentre.com



por el movimiento de la misma; si la temperatura del agua sigue disminuyendo, se cerrará la válvula que envía el agua recirculada al depósito de consumo, abriéndose la que la envía a los interacumuladores, con el fin de calentar el agua de los paneles directamente con el agua acumulada en el depósito de consumo, es decir, con las calderas. En la zona climática de ubicación del edificio, estas situaciones se presentarán muy raras veces; pero si, a pesar de estas medidas, el agua siguiese bajando de temperatura, al alcanzarse una temperatura de 2 °C, para evitar la rotura de paneles u otros elementos, se abriría la válvula motorizada para vaciado de paneles, vaciándose la instalación; el presostato indicará esta situación en el control de la instalación; esta solución evita tener que glicolar el agua de los paneles, eliminando los problemas que ello conlleva en cuanto a llenados y tratamiento del agua.

Conclusiones

La realización de instalaciones para calentamiento de ACS con Energía Solar requiere adoptar medidas para la reducción del riesgo de legionelosis. Para un mayor aprovechamiento de la radiación solar, los mismos se deben basar en una gran acumulación asociada a la instalación solar y en serie con la misma una acumulación, lo menor posible, que se mantendrá de manera permanente en temperaturas que eviten dicho riesgo (> 60 °C). De este modo, el agua de consumo, previamente al mismo, se habrá visto sometida a un tratamiento térmico.

El calentamiento previo a consumo tiene como consecuencia que el agua antes de su uso se mezcla, bien a la salida de los depósitos, bien en las propias griferías, lo que conlleva consumos de ACS menores, este aspecto debe tenerse en cuenta a la hora de diseñar las instalaciones. Es conveniente realizar análisis periódicos del agua para determinar la existencia de legionella, de modo que las medidas de limpieza y desinfección se adecuen a los resultados de los mismos. Estos aspectos deben verse reflejados en la redacción de las correspondientes normativas.

Referencias

- Beckman, W.A., Klein, S.A., Duffie, J.A., 1982, "Proyecto de Sistemas Térmico - Solares por el método de las curvas f." ATECYR INDEX.
- IDAE, 1996, *Energía solar térmica. Manuales de energías renovables* - 5.
- IDAE, 2001, *Propuesta de modelo de Ordenanza Municipal de captación solar para usos térmicos*, Madrid.
- Reglamento de Instalaciones térmicas en los Edificios (RITE) y sus instrucciones técnicas complementarias (ITE) y se crea la Comisión asesora para las instalaciones térmicas en los edificios. Real Decreto 1.751/1998 de 31 de julio.
- Criterios Higiénico Sanitarios para la prevención y control de la Legionelosis. RD 865/2003 de 27 de julio.
- Prevención de la legionela en instalaciones de edificios (UNE 100.030/01).
- ASHRAE Guideline 12-2000, "Minimizing the risk of Legionellosis associated with building water systems". ■