

# climatización

Aplicación de suelo radiante con panel liso con láminas difusoras de aluminio en superficies comerciales

## Condensación estática por flujo variable

**Javier Atencia\*** y **Rubén Díez\*\***

\* Director Técnico Grupo Momplet

\*\* Director Técnico de ALB Sistemas, S.A.

*El ahorro energético en instalaciones frigoríficas se ha convertido en los últimos años en uno de los proyectos más ambiciosos del sector, si a esto le añadimos las dificultades y endurecimiento de las normativas restringiendo la velocidad y caudales de aire, lo transforman en un reto. La búsqueda de nuevas fórmulas y soluciones ha empujado al desarrollo de un sistema que permite la recuperación del calor evacuado en los condensadores de forma continuada durante todos los periodos del año, eximiendo en gran medida la utilización de aire en los condensadores (80%) usando como sustituto la calefacción por suelo radiante con panel liso con láminas difusoras de aluminio y las propiedades térmicas del terreno. Este sistema permite un ahorro global de consumo energético del 15-20% del total de la energía consumida en climatización y refrigeración, siendo totalmente gratuita la calefacción invernal.*



## INTRODUCCIÓN

Se trata de un sistema de recuperación de calor para calefacción por suelo radiante y reducción del efecto pasillo frío que se produce en los muebles frigoríficos de venta abiertos, en adelante MFVA, o en agrupaciones lineales de dichos MFVA mediante suelo radiante en combinación con una disipación directamente al suelo.

Se refiere a un sistema para aprovechar el calor desprendido por un fluido frigorífico en una unidad de condensación o en un intercambiador de calor intermedio durante el proceso de condensación estática o enfriamiento previo de dicho fluido frigorífico para la climatización por suelo radiante, reducción del efecto de pasillo frío y disipación al terreno.

El sistema es de aplicación a los MFVA o lineales de dichos MFVA, para la exposición y venta de productos alimenticios perecederos, para temperaturas positivas o negativas y para las zonas a calefactar.

## ANTECEDENTES DEL SISTEMA

En la actualidad los centros comerciales que distribuyen productos alimenticios perecederos comprenden MFVA configurados exclusivamente para comercializar este tipo de productos alimenticios, que para su conservación requieren un ambiente refrigerado con determinados valores de temperatura, así como un acceso abierto para que los clientes puedan acceder al interior de dicho MFVA, para el autoservicio de los productos contenidos en los mismos.

Para mantener el interior de los MFVA a una temperatura óptima de refrigeración, dichos

### Características del sistema \*:

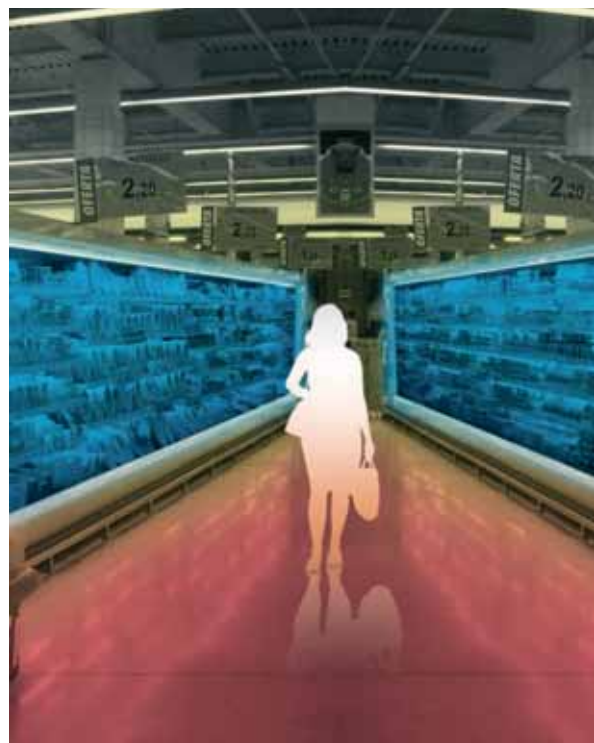
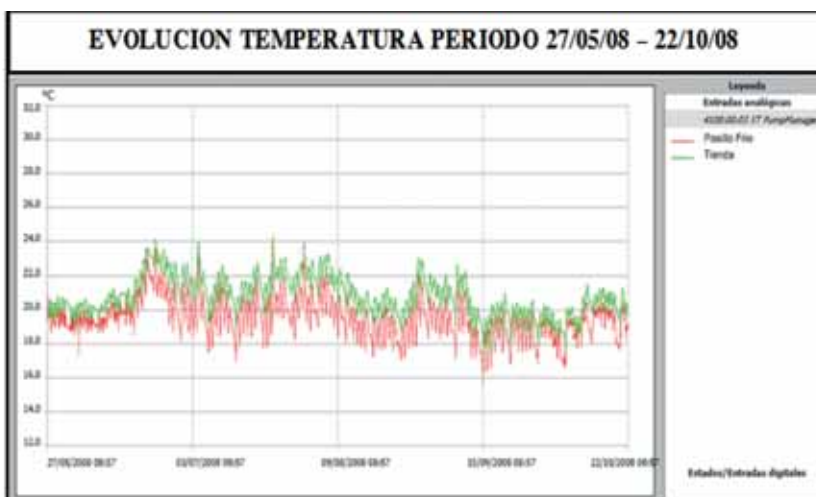
- ▶ Pasillo frío  $T^a > 18$  °C (Verano/Invierno)
- ▶  $m^3/h$  aire dentro normativa
- ▶ Calefacción (gratuita)
- ▶ Ahorro energético 15-20%. Global instalación

\* Datos obtenidos de instalaciones realizadas

MFVA comprenden una cortina de aire refrigerado que separa el ambiente del centro comercial y el ambiente interior de los MFVA. Para ello, los MFVA existentes en la actualidad extraen de manera continua calor del aire ambiente del centro comercial, dado el contacto directo que existe entre una cara externa de la cortina de aire refrigerado y el aire que se encuentra en el interior del MFVA.

La consecuencia de lo anterior es que en las inmediaciones de los MFVA existe un gradiente de temperatura sensiblemente inferior a la temperatura que tiene el resto del centro comercial, siendo proporcional a la densidad de frío instalada, que está definida a partir de la relación existente entre la potencia frigorífica extraída por los MFVA y la superficie de venta.

Además, cuando dichos MFVA están instalados en disposición enfrentada, situación habitual por motivos de eficiencia energética, se produce dicho fenómeno conocido como efecto pasillo frío, de



## climatización

forma que la temperatura a nivel de suelo en dichas zonas llega a ser entre 10-15 K inferior a la temperatura del resto del conjunto del centro comercial, lo que produce sensación de incomodidad ambiental para los clientes, que tienden a abandonar con premura dichas zonas, lo que tiene como consecuencia una disminución de las ventas de los productos contenidos en los MFVA.

Son conocidos sistemas para atenuar el efecto pasillo frío, consistiendo en la utilización de rejillas, situadas en la parte inferior de los MFVA, que comprenden un sistema de ventiladores que recogen el aire frío del pasillo para su canalización y posterior extracción.

Otros medios comprenden instalar en la parte superior o inferior de los MFVA la unidad de condensación del propio sistema frigorífico, con el objeto de aprovechar el calor desprendido durante el proceso de condensación del fluido frigorífico para elevar la temperatura interior del centro comercial. El inconveniente que presentan estos medios es que tienen un perjuicio económico, considerando que durante las estaciones calurosas del año se requiere eliminar dicha aportación de calor mediante la utilización de sistemas de aire acondicionado, con el objeto de que la temperatura interior del centro comercial se encuentre en valores óptimos de confort.

Por otro lado, existen sistemas que utilizan el calor desprendido por el fluido frigorífico durante el proceso de condensación, donde dicho calor es canalizado hacia el interior del centro comercial mediante conductos adicionales o bien utilizando el propio sistema de climatización del centro comercial.

### DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Este sistema de recuperación de calor para climatización y reducción del efecto pasillo frío mediante suelo radiante, que aprovecha el calor cedido por un fluido frigorífico durante un proceso de condensación o enfriamiento previo de dicho fluido frigorífico en una unidad de condensación o en un intercambiador de calor intermedio alojado entre dicha unidad de condensación y una línea de descarga de un compresor o de una central de compresores de temperaturas positivas o negativas, pertenecientes a los circuitos frigoríficos de los MFVA ubicados en centros comerciales, con el objeto de utilizar dicho calor para climatizar y reducir el efecto de pasillo frío que se produce en las inmediaciones de dichos MFVA o lineales de



estos, como consecuencia del contacto directo entre una cara externa de una cortina de aire refrigerado del MFVA y el aire del interior de dicho centro comercial.

El sistema se basa en la condensación estática, aprovechando el calor residual en forma de suelo radiante, suelo absorbente y suelo disipante en instalaciones frigoríficas. Esta forma de aprovechamiento energético es compatible con otro tipo de sistemas de recuperación de calor, permitiendo prescindir en la instalación de un condensador por aire, pudiendo citarse entre sus ventajas el hecho de tener un máximo aprovechamiento energético, requerir un volumen de gas menor para la instalación frigorífica en comparación con los sistemas del estado de la técnica, con lo que se consigue un mayor ahorro global de energía 15-20%.

De acuerdo con la condensación estática, permite prescindir de la condensación por aire en el sistema de refrigeración, mediante la utilización de un sistema de condensación por agua que comprende una estructura de suelo radiante, en combinación con un suelo absorbente y disipante. Cada una de estas variantes constructivas de un suelo radiante responden a un criterio de diseño: existen zonas donde se prioriza la disipación de calor a ambiente (criterio de confort), y zonas



## climatización

donde se prioriza la disipación a terreno (criterio absorbente). El diseño de estos tres tipos de zonas depende fundamentalmente de la tipología de supermercado y de las zonas/ambientes donde será instalado, siendo necesario comprobar que la cantidad de calor disipada no superará los límites establecidos.

De este modo se consigue adaptar las condiciones de condensación a la normativa vigente, que restringe el volumen de aire impulsado directamente a la calle en ambientes urbanos, con el objeto de evitar molestias y ruidos, lo que se evita con la condensación por agua, permitiendo la apertura de grandes superficies comerciales climatizadas con el sistema en zonas urbanas.

Además, la condensación por agua se realiza en circuito cerrado, con lo que estos sistemas están exentos de legionela.

El sistema contempla utilizar un suelo radiante hidráulico en las zonas de pasillo frío, aprovechando la fuente de frío de esta zona, a priori inagotable, para favorecer la condensación mediante el enfriamiento de agua que circula por el interior de un conjunto de tubos con alma metálica de elevada capacidad de transmisión térmica instalados en el suelo, junto con un panel aislante DIFUTECH® especialmente diseñado para favorecer la capacidad de transmisión térmica.

El agua que circula por las tuberías del suelo está siempre caliente, preferentemente entre 25-35°C, lo que provoca el calentamiento del mortero del suelo y, por tanto, un efecto radiante que provoca una sensación óptima de confort en los clientes, similar al efecto de un suelo radiante convencional, eliminando la sensación incómoda que produce el efecto "pasillo frío". En instalaciones ya testadas se han obtenido temperaturas a un me-

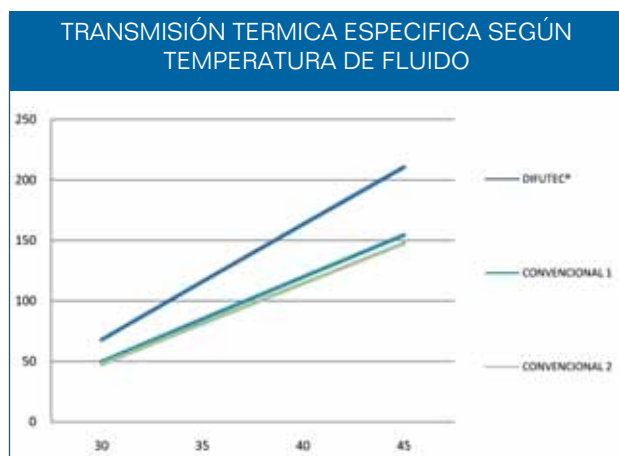
tro de altura de >18°C. El calentamiento del fluido portador de calor se consigue gratuitamente mediante circulación por un intercambiador de calor tubular que absorbe el calor del propio gas refrigerante de la instalación.

Dadas las dimensiones reducidas de la superficie correspondiente al pasillo frío y la elevada necesidad hidráulica, es decir, de volumen de agua, con el objeto de garantizar la eficiencia del sistema, se contempla suplementar con más superficie absorbente y disipante el sistema, para lo cual dicha superficie absorbente y disipante se toma del resto de superficie disponible en el centro comercial. Las condiciones de funcionamiento del resto de superficie fuera del "pasillo frío" son distintas debido a que la envolvente térmica en dichas zonas es notablemente diferente. Además, es preciso limitar la cantidad de calor disipado a ambiente en época estivales, en caso contrario se calentaría el ambiente por encima de las condiciones de confort. Por este motivo es preciso combinar los tres tipos de estructuras para poder priorizar la entrega de calor a ambiente y/o a terreno en función de las condiciones de ambiente interior.

El suelo radiante favorece el máximo posible la disipación de energía en la zona de "pasillo frío", por lo que dicha zona se prioriza al ser la que tiene mayor disipación. Además, el gran volumen de agua necesario conlleva la colocación de una gran cantidad de tubo posibilitando la parcialización del volumen de agua circulante para permitir una capacidad de regulación de la potencia de condensación según las condiciones de funcionamiento de la instalación en cada instante.

El sistema permite optimizar la presión de condensación debido a que se tiene una temperatura estable del suelo durante todo el año, consiguiendo un ahorro energético en el consumo de los compresores, en comparación con los sistemas tradicionales.

El sistema comprende una unidad de recuperación para el aprovechamiento del calor, así como un suelo radiante configurado para radiar calor hacia el interior de un centro comercial, entendiéndose como tal desde un establecimiento hasta una gran superficie de ventas, así como cualquier área a climatizar.



La unidad de recuperación y aprovechamiento de calor comprende un intercambiador de calor situado en un suelo foco frío absorbente y disipante situado en las restantes zonas del centro comercial y un intercambiador de calor intermedio, contemplándose la posibilidad de que comprenda una unidad condensadora, un depósito aislado y una bomba de circulación.

El intercambiador de calor intermedio, así como la unidad de condensación en el caso de que el sistema la tenga, está dispuesto en una línea de descarga de al menos un compresor, o una central de compresores, con el objeto de aprovechar el calor cedido por el fluido frigorífico durante un proceso de condensación o enfriamiento de dicho fluido frigorífico. Se contempla que el intercambiador de calor, así como la unidad de condensación, se encuentren en una sala de máquinas destinada al efecto, fuera de dicha sala de máquinas o bien en el propio MFVA o lineales de estos.

El calor cedido por el fluido frigorífico es absorbido en la unidad de condensación y/o en el intercambiador de calor por un fluido secundario de trabajo, que transporta dicho flujo de calor hacia los diferentes suelos. La recirculación del fluido secundario se realiza mediante al menos una bomba de circulación conectada con un depósito aislado y con el intercambiador de calor que se encuentra en el suelo foco frío absorbente. La configuración así como el número de intercambiadores de calor que comprende la unidad de recuperación y aprovechamiento de calor depende de la potencia frigorífica instalada.

El suelo radiante se encuentra situado en la zona correspondiente a los MFVA.

Se contempla la posibilidad de que el sistema comprenda un dispositivo de regulación y control de unas condiciones de confort determinadas a través del XT-PRO, establecidas para que los clientes puedan permanecer en condiciones de sensación térmica óptima en el interior del centro comercial, y más concretamente en las inmediaciones de los MFVA.

El sistema permite establecer un ambiente de bienestar para los clientes, contribuyendo a un ahorro económico mediante la reducción de la potencia frigorífica instalada, lo que repercute en una reducción del consumo energético global de dicho centro comercial. ■