AISLAMIENTO TÉRMICO EN CÁMARAS FRIGORÍFICAS.

Los proyectos industriales orientados a satisfacer requerimientos de frío, preservación de alimentos, control de atmósferas y logística han evolucionado tanto en nuevas técnicas como en exigencias, al mismo ritmo que lo han hecho las sociedades donde se construyen.

Hoy por hoy, los proyectos de frío son cada vez más exigentes, complejos y precisos en aspectos de arquitectura, diseño, ingeniería y desarrollo. Esto porque buscan estar a la vanguardia o al menos en línea con los desafíos que demandan las nuevas técnicas de preservación y el mercado actual.

Desde aquellos primeros años del siglo XX, cuando las cámaras de frío y cuartos con control de atmósfera se fabricaban con materiales de construcción tradicionales, conocidos y al alcance de la mano, limitados algunos de ellos por sus propias capacidades aislantes y estructurales, y que no permitían hacer grandes construcciones a costos relativamente rentables, hemos transitado hasta los tiempos actuales en que la construcción de cuartos de frío es una especialidad que redujo notoriamente las brechas existentes en las relaciones de oferta versus demanda, costo-beneficio, rapidez de construcción y calidad, altos estándares de seguridad y ahorro energético. En definitiva, temas cada día más recurrentes al diseñar un nuevo proyecto.

Si profundizamos en ellos, la necesidad de hacer proyectos de mayor envergadura y capacidad de almacenaje en el menor tiempo posible (de preferencia con faenas de tipo modular y pre-armado, utilizando poca mano de obra y con un alto rendimiento, en donde los materiales usados sean de una alta prestación en cuanto a reducir las pérdidas térmicas), permitió el desarrollo de materiales aislantes nuevos, así como de equipos de fabricación y montaje en obra con sistemas más eficientes.

No ha sido un proceso rápido, ya que por décadas los materiales tradicionales de construcción utilizados, como hormigones, cerámicos, maderas, corcho y otros aislantes incipientes, fueron la única solución al problema de preservar temperaturas por largos períodos.

Con la aparición y desarrollo de los polímeros comienzan las primeras experiencias para que éstos, en sus distintas configuraciones, fuesen aplicados como alternativas de materiales aislantes de las paredes y cielos de los cuartos fríos. Una vez que se industrializa su fabricación y se hacen más asequibles, éstos se aplican como núcleo aislante de una variada gama de soluciones; en las últimas décadas la más usada y recurrente ha sido la construcción de cámaras de frío con paneles aislantes cuyo núcleo es poliuretano.

Hoy, la industria de los paneles aislantes es quizás la solución más demandante a los problemas que enfrentan los ingenieros al diseñar cámaras de frío y cuartos de procesos de grandes dimensiones con un alto estándar de rendimiento, en pos de resolver temas como baja pérdida térmica, propiedades de asepsia, alta resistencia mecánica y la corrosión producto de procesos húmedos, ácidos o básicos.

Otro tema es el cambio climático que ha promovido la aparición de nuevas exigencias. La industria de fabricación de paneles no está exenta a esta realidad. Es así como los nuevos poliuretanos PIR usados para fabricar paneles han incorporado como agente expansivo el ciclopentano, reduciendo con ello notoriamente la emisión de HFC en sus procesos de fabricación.

Los paneles se usan como solución de muros y cielos de cámaras en varias de las distintas etapas del proceso de elaboración y conservación de un producto hasta llegar a los consumidores finales.

Los cuartos fríos donde se procesan los peces y mariscos para obtener sub-productos más elaborados y envasados requieren de una cadena de frío que permita su conservación, con temperaturas de preservación sobre cuatro grados Celsius al interior de las cámaras de desposte, selección, envasado o clasificación mientras se manipulan, y hasta -20 grados Celsius para zonas de congelado.

Todo esto ocurre al interior de cámaras que deben cumplir con altos estándares internacionales, tanto de asepsia como de estanqueidad para la conservación de temperatura.

Para el caso de frutas y vegetales el proceso parte desde que éstos se cultivan y sigue hasta llegar a su consumo final; eventualmente son períodos más cortos y, por ende, las temperaturas de preservación van de los cuatro hasta los ocho grados Celsius al interior de las cámaras de manutención, con el fin de detener el proceso de oxidación. Las frutas y verduras de exportación requieren cámaras de atmósferas controladas, donde se extrae el oxígeno que es desplazado por otros gases, para luego dejarlas en un medio que sea inocuo y así retardar el proceso de maduración.

Por otro lado, para los productos cárnicos de distintos tipos se desarrolla un proceso de curvas de congelamiento, que depende, entre otros factores, del tiempo de conservación y el plazo al que será expuesto el alimento llegando en estos casos a cámaras de congelado en donde se requieren temperaturas de hasta -40 grados Celsius.

Al contar con paneles aislantes de mejores prestaciones, los diseñadores de equipos de frío y circuitos de refrigeración han optimizado también sus propios diseños, convergiendo en equipamientos de alta tecnología más eficientes y exactos al momento de definir la energía requerida en algún proyecto determinado.

**Pérdidas Térmicas**  
Los proyectos de refrigeración ya sean cámaras de frío o salas de procesos que requieren conservar temperaturas de operación se enfrentan continuamente a pérdidas térmicas que no deben ser descuidadas, y ese es justamente el primer desafío que deben librar quienes proyectan con paneles.

Según el tipo de materialidad, se pueden manifestar pérdidas del orden de un 26 por ciento de los cielos y paredes exteriores y/o perimetrales. Lo anterior sucede generalmente cuando no se determina el espesor adecuado para el requisito térmico, fallan o no se aplican correctamente los sellos de barrera de vapor, los paneles no configuran un buen encastre en el traslapo longitudinal o la unión entre los distintos paños (cielo/pared; pared/pared; pared/piso) no elimina los puentes térmicos adecuadamente.

Asimismo, un 20 por ciento de la energía suministrada se puede disipar por las aberturas, tales como puertas de acceso y tránsito, sobre todo cuando no son un correcto complemento para el resto del cuarto frío. Por otro lado, hasta un 15 por ciento de la pérdida de frío puede originarse por el piso cuando no se toma la precaución de aislar bajo las losas con los espesores de aislamientos adecuados, y finalmente un 13 por ciento a través de las ventilaciones o ductos si las hubiere.

Bajo esta perspectiva, ¿cuál debe ser el aporte de un material aislante desde el campo de la aplicación en un proyecto de frío?

Considerando que los mayores esfuerzos de un proyecto de frío están orientados a preservar las curvas de enfriamiento en los parámetros exigidos por los productos a resguardar –por lo demás todas distintas–, los esfuerzos deben focalizarse en ofrecer soluciones constructivas que otorguen una máxima aislación térmica en todas las áreas, cielos, muros y pisos. El objetivo es generar una protección térmica confiable en toda su envolvente. Con esto se busca, principalmente, economizar al máximo la energía al reducir las pérdidas térmicas y las emisiones de dióxido de carbono al ambiente, lo que se traducirá en ahorro de tiempo para enfriar los espacios y confort para aquellas salas de procesos que requieren actividad humana.

**Aislantes utilizados en paneles sándwich**  
Para conformar el núcleo aislante de un panel de refrigeración se recurre a varias alternativas, como son por ejemplo EPS, LDR, PUR y PIR. Entre los materiales aislantes, las espumas de poliuretanos PUR y PIR han sido en las últimas décadas las que mejores resultados han dado en cuanto a alta resistencia, baja conductividad térmica, resistencia mecánica y buen comportamiento en ambientes que requieren asepsia, sumado a resultados comprobados de reacción al fuego en el caso de las espumas PIR.

**Estanqueidad ante al aire**  
Las cámaras de frío deben ser estancas. Para liberar las presiones originadas por los gradientes de las curvas térmicas se usan válvulas de descompresión cuyos tamaños y cantidades dependen de los caudales y presiones a desalojar.

Un factor importante que puede influir con fuerza en el consumo de energía de un cuarto de frío son las infiltraciones de aire que desencadenan aumentos no deseados de flujos de calor desde un recinto a otro contiguo de distinto uso. La verificación de la estanqueidad al aire no sólo es útil y aconsejable desde el punto de vista del uso racional de la energía, sino que también ayuda a mantener condiciones higiénicas adecuadas y controlar la humedad interior.

Un panel sándwich es una estructura que, de por sí, presenta estanqueidad ante al aire, ya que sus caras de metal están adheridas a ambos lados del núcleo aislante. Este hecho, en combinación con un diseño de uniones longitudinales adecuado permite la construcción de cámaras de frío con buena estanqueidad. Sin perjuicio de lo anterior, no obstante, se debe tener cuidado con los siguientes puntos:

* Antes de unir las juntas entre los paneles se debe contar con sellos que funcionen como barrera de vapor, y que no curen con el aire
* Las terminaciones en los zócalos, los aleros y puertas deben considerar las evacuaciones de aire y las diferentes presiones internas de las cámaras

La instalación de los paneles, finalmente, debe ser supervisada adecuadamente.

**Estanqueidad ante el agua**  
Habitualmente las cámaras de frío y salas de procesos con control de temperaturas son zonas que están expuestas a mucha humedad, especialmente cuando son lavadas o limpiadas entre carga y carga, ya que sus accesos coinciden con áreas de procesos húmedos. La humedad no es peligrosa en sí misma, sino sólo cuando aparece en lugares equivocados o en cantidades demasiado grandes, en cuyo caso puede causar daños por corrosión, manchas, moho, roturas derivadas de los ciclos de congelación y descongelación, o aumento de calor local.

**Condensación superficial y crecimiento de moho**  
Se da principalmente en áreas de aislamiento deficiente, puentes térmicos fríos y en esquinas o en lugares en los que se almacena material contra muro, reduciendo la temperatura de superficie. Algunas consecuencias no deseadas y que el diseñador debe tomar en cuenta son:

* Apariencia desagradable
* Deterioro de los materiales orgánicos implicados (con el consecuente aumento de los costos de mantenimiento)
* Generación de compuestos y esporas que, tras su inhalación, pueden dar inicio a reacciones alérgicas

Para evitar los riesgos por la aparición de condensación y moho, el diseño deberá evaluar el equilibrio entre humedad y ventilación adecuada. Para ello es necesario que la producción de humedad referida a las actividades normales de los procesos sea muy baja y compatible con una buena tasa de intercambio de aire. Los paneles permiten crear un aislamiento homogéneo prácticamente libre de puentes térmicos, por lo que teniendo las precauciones en los puntos críticos de unión el problema se resolvería adecuadamente.

Al ser un material de construcción aislante con mayores prestaciones, los diseñadores encuentran en los paneles de poliuretano el recurso que les permite optimizar su diseño en busca de resolver el que sigue siendo el desafío más importante del futuro: el ahorro de energía. A través de estos paneles se consigue construir cámaras de mayor altura y, por consiguiente, se obtiene una mayor capacidad de acopio y almacenaje que al utilizar otros materiales aislantes de distinta configuración.

Un buen revestimiento de muros y cielos en los cuartos fríos se condice en si el proceso de montaje es el adecuado. Las pérdidas térmicas y, en consecuencia, la reducción de la eficiencia del aislamiento térmico en cámaras frigoríficas obedece en muchas ocasiones a descuidos en el montaje que pueden ser evitados si, de antemano, se entiende cuál es el fin último de estas construcciones.

Es importante diseñar correctamente los layout de los proyectos en conjunto con los sistemas de refrigeración. Por otro lado, siempre se deberá tener cuidado de eliminar los puentes térmicos en las uniones, seleccionar el espesor adecuado del panel para el requerimiento de temperatura solicitada, compartimentar y aplicar correctamente los sellos tanto de barreras de vapor como de estanqueidad. Por último, se entiende por refrigeración el proceso que se realiza para sacar el calor de donde no se necesita y trasladarlo a un lugar donde no importa cederlo.

**Ventajas del Polisocianurato (PIR) aplicado en paneles**  
Las espumas de poliuretanos usados en la fabricación de paneles tienen una densidad de 40/kgs/m3 y están dados a partir de una mezcla de Polioles polioxipropilénicos, Isocianato (PUR) e Isocianurato en el caso del (PIR), y Ciclopentano como agente expandente y retardantes de la llama que lo hacen un material autoextinguible al extraer la fuente de calor

Algunas de las ventajas del Polisocianurato (PIR) son:

**Conductividad térmica**  
Funciona como barrera aislante con un Valor de coeficiente térmico ƛ= 0.021 W/m°k, el más bajo de todos los materiales aislantes usados en construcción industrial para refrigeración. Sin embargo, para lograr eficiencia térmica no es suficiente contar con un panel de alto estándar aislante. El diseñador, a su vez, deberá concentrarse en los puentes térmicos, definidos como partes de la envolvente que no están aislados correctamente y en las características de estanqueidad de los muros, cielos y pisos de un cuarto de frío

**Puentes térmicos**  
Los puentes térmicos se clasifican en:

***Geométricos.*** Se encuentran en aquellos lugares en los que cambia la dirección de las superficies que componen la cubierta de muros y cielos, por ejemplo, las esquinas y ángulos de una cámara.  
***Estructurales.*** Se manifiestan cuando el elemento aislante (panel) es penetrado por fijaciones, piping, tuberías hidráulicas y aberturas de puertas.

AUTOR: **Néstor Silva**  
Segment Manager Minería & Energía en Metecno Chile, empresa fabricante de paneles aislantes a nivel mundial con presencia en más de 30 países. Constructor Civil con más de 20 años de experiencia en la industria manufacturera de aceros, se especializa en la gestión de diseño, fabricación, construcción y aplicaciones de paneles aislantes para la ejecución de proyectos industriales.

Fuente: MUNDO HVAC&R.