

DOCUMENTO TÉCNICO - GESTIÓN DEL FLUJO DE AIRE

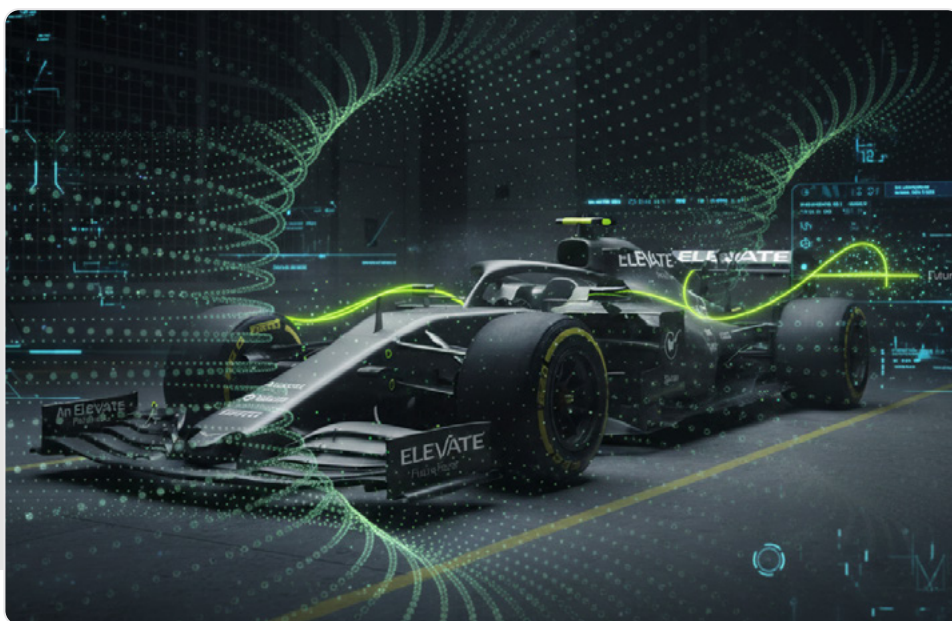
Las cinco palancas de la optimización de

Índice

Resumen ejecutivo	3
Introducción: la necesidad imperiosa de la eficiencia	4
Fundamentos del flujo de aire en los centros de datos	5
Un marco para la optimización del aire: de básico a avanzado (las cuatro palancas)	7
Optimización de la temperatura (la quinta palanca)	18
Cuantificación de los beneficios: el retorno de la inversión	20
Conclusión y llamada a la acción	22
Referencias	24

Resumen ejecutivo

El crecimiento imparable de los servicios digitales, la inteligencia artificial y la informática de alto rendimiento ha aumentado exponencialmente la densidad de potencia y la carga térmica de los centros de datos modernos. En consecuencia, el coste y la complejidad de la refrigeración de estos entornos críticos se han convertido en una preocupación principal para los operadores. Aunque las soluciones avanzadas de refrigeración líquida están ganando terreno para densidades extremas, la refrigeración por aire sigue siendo el método dominante para la gran mayoría del espacio blanco de los centros de datos.



Para lograr la máxima eficiencia es fundamental dominar un principio básico: el flujo de aire. Al igual que en las carreras de automovilismo de élite, una gestión superior del flujo de aire en las operaciones de los centros de datos garantiza un rendimiento y una eficiencia ganadores.

Este informe técnico presenta un marco estructurado para la optimización: Las cinco palancas. Las cuatro primeras palancas establecen el dominio de la gestión del flujo de aire (AFM), desde la contención básica hasta el control avanzado. La quinta palanca, la optimización del punto de ajuste de la temperatura, libera todo el potencial de eficiencia del sistema de refrigeración. Sostenemos que esta progresión es el primer paso más rentable hacia ganancias significativas en eficiencia, resiliencia y capacidad.

Introducción: la necesidad imperiosa de la eficiencia

Los centros de datos se encuentran entre los mayores consumidores de electricidad a nivel mundial, y la infraestructura de refrigeración representa entre el 30 % y el 40 % del consumo energético total de las instalaciones. Una refrigeración ineficiente se traduce directamente en:

Altos gastos operativos (OPEX):

El consumo excesivo de energía aumenta los costes de los servicios públicos.

Reducción de la capacidad:

Una refrigeración ineficiente desperdicia una valiosa capacidad de refrigeración, lo que limita el número de servidores que puede soportar un centro de datos.

Refrigeración excesiva:

Las temperaturas mixtas del aire, resultado de una mala gestión del flujo de aire, reducen la posibilidad de aumentar la temperatura del aire de suministro. De este modo, se limita la oportunidad de ampliar los periodos de refrigeración libre y mejorar el coeficiente de rendimiento (COP) de los sistemas de refrigeración.

Aumento de la huella de carbono:

Un mayor consumo de energía contribuye a las emisiones de alcance 1 y 2 (según el marco de información simplificada sobre energía y carbono), lo que entra en conflicto con los objetivos de sostenibilidad de la empresa.

Riesgo operativo:

Los puntos calientes y las fluctuaciones de temperatura pueden provocar fallos en el hardware, reducir su vida útil y provocar tiempos de inactividad no planificados.

La optimización del aire aborda estos problemas desde la raíz, garantizando que el aire frío/de suministro se distribuya precisamente donde se necesita, con un mínimo de desperdicio y mezcla.

Para lograr la máxima eficiencia es necesario aplicar sistemáticamente cada una de las cinco palancas, de forma muy similar a como se avanza a través de una caja de cambios para alcanzar el rendimiento óptimo. El siguiente informe técnico nos guiará cuidadosamente a través de estas cinco etapas cruciales.



Fundamentos del flujo de aire en los centros de datos

En esencia, la refrigeración de los centros de datos es un proceso termodinámico sencillo: eliminar el calor generado por los equipos informáticos. Sin embargo, el recorrido que sigue el aire suele ser complejo e ineficiente.

El ciclo de flujo de aire ideal:

La topología de refrigeración tradicional



Suministro:

Los climatizadores de salas de ordenadores (CRAH) o los acondicionadores de aire (CRAC) suministran aire frío/de suministro, generalmente a través de un plenum de suelo elevado.

Distribución:

El aire frío/de suministro se dirige a los pasillos fríos de los racks de servidores.

Entrada:

Los equipos informáticos aspiran el aire frío y lo utilizan para refrigerar los componentes internos.

Salida:

El aire caliente/de retorno se expulsa desde la parte trasera de los equipos hacia los pasillos calientes.

Retorno:

El aire caliente vuelve a las unidades CRAH/CRAC/de intercambio de calor para ser enfriado y recirculado, completando así el ciclo.

Topología alternativa popular

La implementación de «paredes de ventiladores» se está convirtiendo en un sistema cada vez más popular, en el que se introduce aire frío para inundar toda la sala. El aire caliente resultante se dirige de vuelta al mecanismo de intercambio de calor a través de un pasillo caliente contenido que expulsa el aire a una cámara de aire de retorno. A pesar de esta configuración específica, los principios fundamentales que rigen el ciclo del flujo de aire siguen siendo coherentes con los métodos de refrigeración tradicionales.

Topología HPC emergente

Además, especialmente en entornos de computación de alto rendimiento (HPC), se espera que aumente el uso de intercambiadores de calor de puerta trasera (RDHx). El ciclo fundamental del flujo de aire sigue siendo el mismo, pero el proceso de intercambio de calor se localiza mucho más cerca de la fuente, conteniendo eficazmente la cámara de aire de retorno dentro de la parte trasera del armario del servidor.

En esta configuración, el RDHx suministra el aire de refrigeración, que luego inunda la sala con el mismo volumen de aire que el armario ha procesado y expulsado. Una ventaja clave de este enfoque es que elimina la necesidad de disponer los armarios en las configuraciones tradicionales de pasillos calientes y fríos, así como la necesidad de pasillos contenidos. Sin embargo, independientemente de este diseño modificado, la gestión eficaz del flujo de aire sigue siendo igualmente importante para obtener una eficiencia y un rendimiento óptimos.

Retos comunes del flujo de aire (los «enemigos de la eficiencia»):

Flujo de aire de derivación:

El aire frío se escapa del pasillo frío sin pasar por ningún equipo informático, mezclándose directamente con el aire caliente de retorno. Esto suele deberse a cortes en los cables, huecos en los paneles ciegos o baldosas mal alineadas.

Recirculación:

El aire caliente expulsado por la parte trasera de un servidor se aspira de nuevo hacia la entrada del mismo servidor o de uno cercano. Esto crea «puntos calientes», obliga al sistema de refrigeración a trabajar más y puede activar las alarmas de temperatura.

Aire mezclado:

La combinación de derivación y recirculación da lugar a un entorno de temperatura mixta, lo que anula la diferencia de temperatura diseñada y reduce drásticamente la eficiencia de la unidad de refrigeración.



Un marco para la optimización del aire: De básico a avanzado (las cuatro palancas)

Lograr un flujo de aire óptimo es un proceso sistemático. El siguiente marco describe un modelo de madurez para su implementación.

En esta sección revisaremos las cuatro palancas clave que deben aplicarse para lograr y mantener un rendimiento óptimo: contención fundamental, sellado del entorno, distribución inteligente del aire y, por último, supervisión y control avanzados. La «quinta palanca» solo se puede aplicar más adelante, una vez dominadas las anteriores.

Contención fundamental: palanca 1

La medida más eficaz es separar físicamente el aire frío de suministro del aire caliente de salida.

Diseño de pasillo caliente/pasillo frío (HACA):

Diseño básico en el que los racks de servidores se disponen de manera que las entradas se enfrentan entre sí (pasillo frío) y las salidas se enfrentan entre sí (pasillo caliente).

Contención de pasillos:

Contención del pasillo frío (CAC):

Cierra el pasillo frío, asegurando que el aire frío del plenum del suelo solo pueda entrar a través de las entradas de los servidores. Esto es muy eficaz para evitar el flujo de aire de derivación.



Contención de pasillos calientes (HAC):

Encierra el pasillo caliente, capturando todo el aire de salida y dirigiéndolo de vuelta hacia el intercambio de calor dentro de las unidades de refrigeración, a través de una cámara de aire de retorno. Esto permite una temperatura más alta en el pasillo frío, lo que a menudo mejora la eficiencia del enfriador.



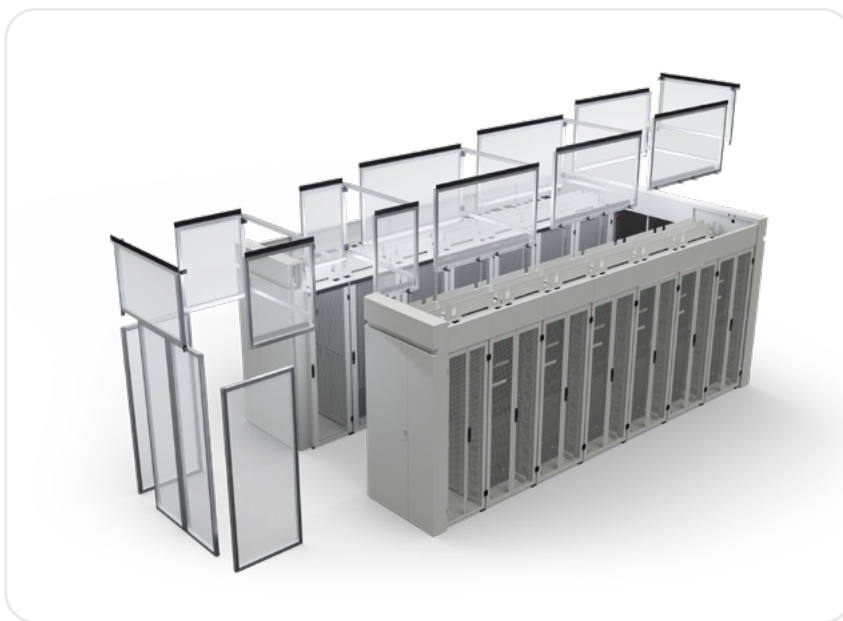
Sellado del entorno - Palanca 2

La contención solo es eficaz si los pasillos están debidamente sellados. En esta sección es donde podemos lograr las ganancias más significativas en la optimización de AFM, al abordar directamente los «enemigos de la eficiencia».

Sin embargo, muchas instalaciones no logran avanzar más allá de esta etapa porque estos retos de sellado no se abordan de forma integral.

CAC / HAC:

Puede producirse una pérdida de aire cuando los pasillos cerrados entran en contacto con los armarios que encierran, el suelo o la losa, en el caso de las puertas del extremo del pasillo, y el plenum del techo, en el caso de los HAC.



Medidas correctivas

- ✓ Sellar alrededor de la contención del pasillo donde esta entra en contacto con los racks y, en el caso de los HAC, donde entra en contacto con el plenum del techo/ retorno de aire. Sellar alrededor de las puertas del extremo del pasillo.
- ✓ Cuando sea necesaria la penetración del CAC/HAC, selle con juntas o tiras de cepillo.

El rack



Esta es, en algunos aspectos, la zona más controvertida, ya que los armarios de servidores y redes desplegados pueden estar bajo el control del departamento de TI o de sus clientes, dependiendo de la naturaleza del centro de datos. Sin embargo, si queremos abordar los fundamentos de la optimización del flujo de aire, debemos considerar el propio rack como una extensión de la infraestructura del «espacio blanco» y un componente esencial del ecosistema del centro de datos.

Para ilustrar la importancia de esto, el libro blanco utilizará la gama de armarios Elevate DCR como referencia para una gestión eficaz del flujo de aire, utilizando datos basados en pruebas de un laboratorio de investigación independiente. Los datos de apoyo ilustrarán la diferencia entre los racks no optimizados para el flujo de aire y la optimización eficaz del flujo de aire, destacando las áreas clave que deben abordarse.

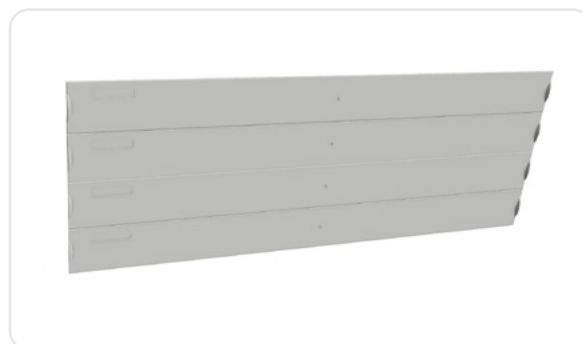
Perfiles intermedios de 19

Esta es la medida correctiva más fácil, económica y eficaz que se puede adoptar para hacer frente a los «enemigos de la eficiencia». A pesar de ello, sigue siendo el área más común en la que se socava constantemente una buena AFM debido a la aplicación deficiente e inconsistente de los paneles ciegos adecuados.

Medida correctiva

Paneles ciegos:

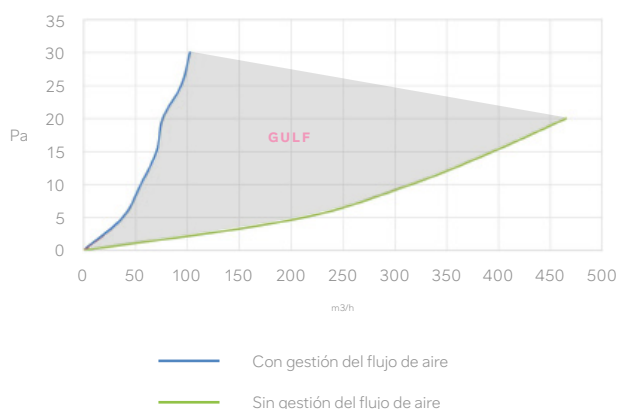
- ✓ Instale paneles en todos los espacios en U no utilizados de los racks de servidores para evitar que el aire caliente recircule hacia el pasillo frío y que el aire frío de suministro pase por alto el equipo por completo.



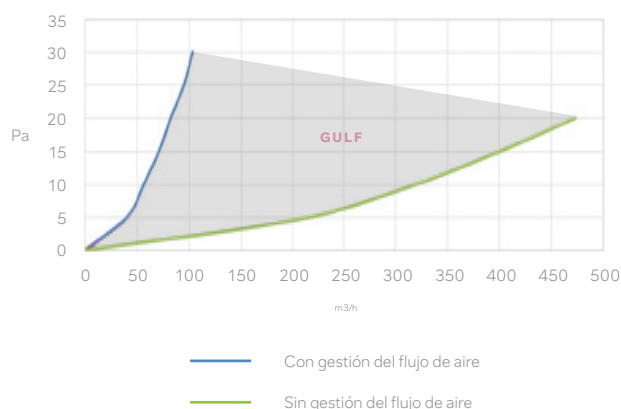
Alrededor de perfiles de 19 pulgadas

En esta área nos centraremos más detalladamente en cómo evitar la mezcla de los flujos de aire de suministro y retorno a nivel del armario. Mediante el uso de conjuntos de herramientas de optimización del aire específicamente diseñados, podemos demostrar cómo la adopción de medidas correctivas adecuadas en algunas áreas clave alrededor de los perfiles de 19" puede proporcionar una solución de optimización del aire basada en pruebas.

Armario de 600 mm de ancho (modelo de servidor)



Armario de 800 mm de ancho (modelo servidor)



Los dos gráficos presentados ilustran la diferencia de rendimiento entre un rack para servidor Elevate DCR optimizado para el flujo de aire y uno sin gestión del flujo de aire.

Esta diferencia de rendimiento, o «brecha», aumenta sustancialmente con una mayor presión de aire, lo que imita las crecientes demandas de refrigeración asociadas al aumento de las cargas de TI.

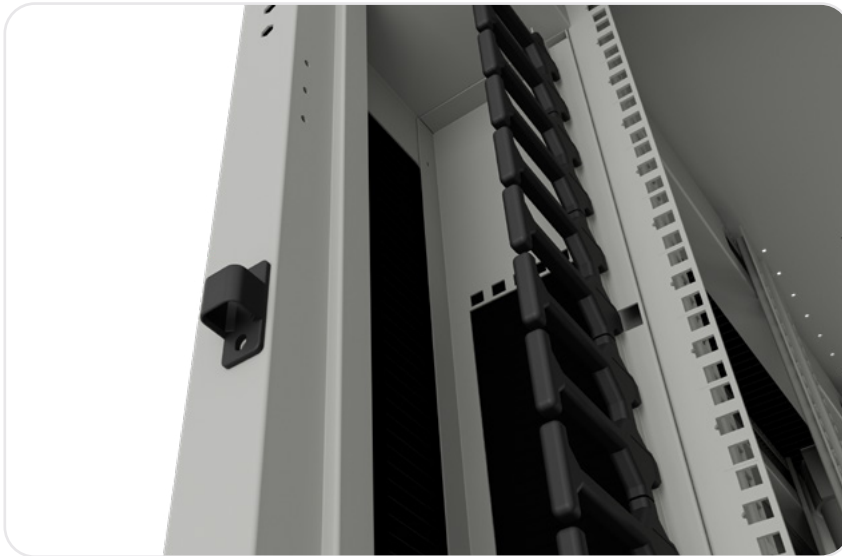
La relación entre la presión y las fugas no es lineal, sino exponencial. Un pequeño aumento de la presión puede provocar un aumento significativo de las fugas. Por consiguiente, a medida que se intensifica la demanda de aire de refrigeración, las ventajas de la gestión optimizada del flujo de aire se hacen mucho más evidentes.

Es importante señalar desde el principio que los fabricantes rara vez publican índices de fuga específicos y estandarizados en m^3/h para sus armarios. Sin embargo, existen algunos datos y, según la información de mercado que hemos podido obtener, el armario para servidores Elevate DCR ofrece un rendimiento muy favorable en comparación con otras marcas líderes en «rendimiento» que utilizan la optimización del aire, ya sea superando el rendimiento o, en algunos casos y condiciones, igualándolo.

Medida correctiva

- ✓ A continuación se detalla cómo se ha diseñado el rack para servidores Elevate DCR para hacer frente a los diversos retos que hay que superar antes de que pueda optimizarse completamente el aire.

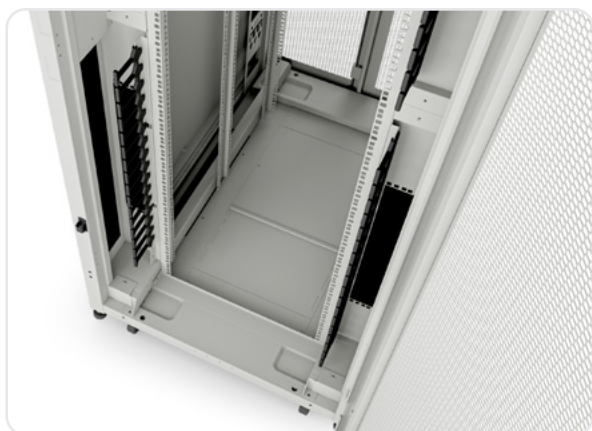
Parte superior e inferior:



En la parte frontal del rack, por encima y por debajo de los perfiles de 19", es necesario sellar el rack. En la ilustración anterior se puede ver que se ha insertado una placa de acero para cerrar el espacio entre ambos extremos de los perfiles de 19" y la parte inferior del techo del armario, así como la placa base del armario.

Esto evita el bypass y la recirculación del aire tanto en la parte superior como en la inferior, al tiempo que proporciona flexibilidad e e para ajustar los perfiles sin tener que instalar un número alternativo de diferentes combinaciones de complejos deflectores de aire.

Borde exterior de los perfiles de 19":

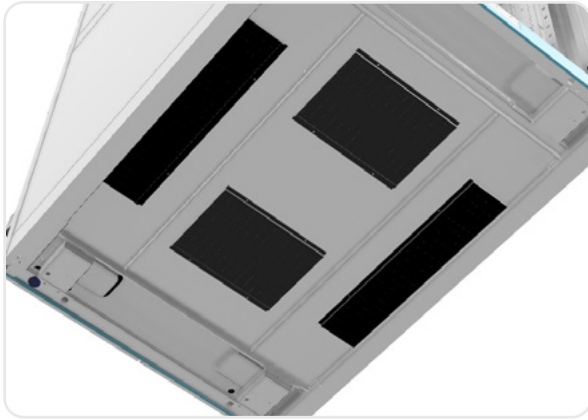


En la ilustración anterior se puede ver que el espacio entre el panel lateral del armario y el borde del perfil de 19" en un rack de 800 mm de ancho se sella utilizando una placa deflectora de altura completa o «faldón lateral».

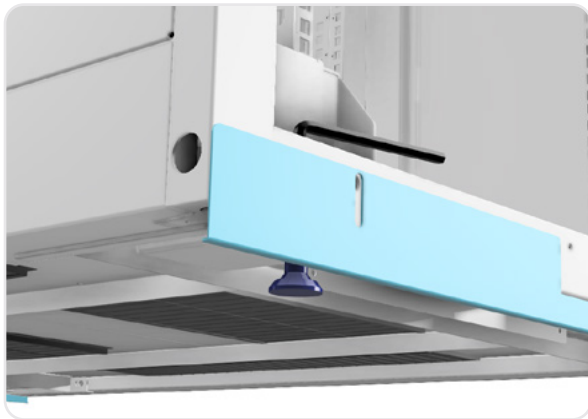


Estos tienen posibles orificios de acceso en los armarios de 800 mm de ancho para pasar los cables de red de delante hacia atrás; estos pueden sellarse con cepillos superpuestos. Alternativamente, estos recortes también se pueden utilizar para montar equipos pasivos y activos de 19 pulgadas, lo que aumenta la capacidad de espacio U del equipo informático del rack sin aumentar la altura y la superficie del mismo, reduciendo así la inevitable pérdida de aire adicional asociada a los racks más altos.

Sellado al suelo o losa:



La ilustración anterior muestra cómo la base Elevate DCR del rack se sella directamente a un suelo elevado típico de un centro de datos. Esto evita que el aire se desvíe y recircule en la base del armario. En este caso, a los armarios que se suministran con ruedas de transporte se les retiran las ruedas antes de colocarlos en su posición definitiva.



En la siguiente ilustración se puede ver el armario Elevate DCR equipado con patas niveladoras. Normalmente, en los centros de datos que utilizan «paredes de ventilación» junto con la contención de pasillos calientes, los armarios se montan directamente sobre la losa. En este caso, es necesario instalar patas niveladoras para compensar las ligeras fluctuaciones en el nivel del suelo. La serie Elevate DCR cuenta con patas niveladoras integradas en la placa base, que se ajustan individualmente con una llave Allen, lo que permite una nivelación rápida y sencilla una vez que los racks están en su posición. Una vez completado el ajuste, la sencilla placa de «exclusión de corrientes» integrada en el zócalo ajustable también se mueve para cerrar el espacio entre la base y la losa. Por consiguiente, se instala un zócalo delantero para garantizar que se cierre el hueco entre el bastidor base y la losa.

En el ejemplo mostrado, dado que disponemos de pies niveladores para soportar la carga, también es posible dejar las ruedas de transporte y seguir sellando el suelo con el zócalo. Esto puede ser necesario cuando se deben instalar bastidores preconfigurados.

Sellado de la parte superior del rack:

Es importante recordar que esto solo es necesario en pasillos contenidos con pasillo caliente, donde el borde de la contención se encuentra en el borde trasero del techo del armario.

Para la contención de pasillos fríos, cualquier penetración en el techo detrás de los perfiles frontales de 19 pulgadas no requiere ningún sellado de aire.



Las ilustraciones anteriores muestran cómo se configura la parte superior del rack Elevate para la entrada/salida de cables. A la izquierda, en , vemos puntos de entrada de cables de profundidad completa de delante hacia atrás que están sellados con tiras de cepillos superpuestas de alta resistencia; a la derecha, mostramos cómo se pueden instalar placas ciegas en las zonas por las que no se tenderán cables, lo que proporciona un mejor sellado.

También hay dos puntos de acceso traseros con tiras de cepillo superpuestas que proporcionan un sellado eficaz para una variedad de posibles entradas de cables, pero específicamente para enchufes de entrada trifásicos de 63 amperios + PDU.

Sellado bajo el suelo (plenums de suelo):

Cuando se utiliza un plenum de suelo elevado para dirigir el aire de suministro al pasillo frío a través de baldosas ventiladas, debemos asegurarnos de que el aire no entre en el plenum ni se escape al exterior a través de huecos mal sellados.

Esto resulta especialmente difícil, ya que la cámara está presurizada y, cuanto más corta es la cámara, mayor es la presión, como si se apretara una manguera. A medida que aumenta la demanda de aire debido al incremento de la carga informática, se incrementa la velocidad del ventilador del CRAH/CRAC, lo que a su vez aumenta aún más la presión.

Medida correctiva

Aire aspirado:

- ✓ En áreas generalmente hasta 1200 mm del borde del CRAH/CRAC, debido al «efecto Venturi», podemos esperar que el aire de retorno (la temperatura ambiente de la sala) sea aspirado hacia el plenum del suelo incluso a través de los huecos más pequeños.
- ✓ Debemos asegurarnos de que las baldosas del suelo estén selladas entre sí y que todos los huecos, especialmente alrededor del borde del suelo, estén adecuadamente sellados.

Fuga de aire de suministro:

- ✓ Utilice espuma o selladores para bloquear todos los demás huecos del suelo elevado, asegurándose de que el aire frío se dirija únicamente a través de las baldosas perforadas de los pasillos fríos. Las áreas que requieren especial atención son las penetraciones en el suelo para el paso de cables. Estas suelen producirse dentro del armario, pero en el lado del aire de retorno del mismo, por lo que deben sellarse adecuadamente, ya que las penetraciones en el suelo estarán sometidas a una presión de aire significativa. Existen numerosos productos disponibles en el mercado, entre los que destacan los que se extienden como un calcetín que se ata alrededor del haz de cables y proporcionan un sellado muy eficaz.

Sellado de las cámaras de aire de retorno:

Debido a su mayor volumen cúbico, una cámara de aire de retorno en el techo suele funcionar a una presión menor que una cámara en el suelo, lo que mitiga ligeramente los problemas y también reduce la posibilidad de que se produzca un «efecto Venturi». Sin embargo, esto no niega la necesidad crítica de un sellado de aire eficaz y vigilante.

Distribución inteligente del aire: palanca 3

Más allá del sellado pasivo, hacia una gestión activa.

Gestión de baldosas perforadas:

Asegúrese de que las baldosas perforadas solo se encuentren en los pasillos fríos y que su porosidad (25 % frente a 60 %) se ajuste a los requisitos de flujo de aire de los racks a los que dan servicio.

Ventiladores de velocidad variable (VSF) en CRAH:

Utilice unidades CRAH con VSF que puedan modular su velocidad en función de la temperatura o la presión en tiempo real, lo que reduce el consumo energético de los ventiladores.

Los paneles de ventilación basados en datos:

Implemente baldosas de ventilación ajustables dinámicamente que puedan abrirse o cerrarse en función de los datos de los sensores para proporcionar una refrigeración precisa donde sea necesario.

Monitorización y control avanzados (DCIM y BMS): palanca 4

La optimización requiere medición y control.

Redes de sensores:

Implemente una densa red de sensores de temperatura y humedad en la entrada de los equipos informáticos para supervisar los puntos calientes y la recirculación. Estas redes de sensores suelen estar conectadas a unidades de distribución de energía inteligentes (iPDU) dentro del rack.



Dinámica de fluidos computacional (CFD):

Utilice el software CFD para crear un gemelo digital de la sala de datos. Esto permite modelar escenarios hipotéticos antes de realizar cambios físicos, prediciendo el impacto de nuevos equipos, o cambios en los puntos de ajuste de refrigeración.

Integración con DCIM/BMS:

Integre los datos de los sensores y los modelos CFD con la gestión de la infraestructura del centro de datos (DCIM) o los sistemas de gestión de edificios (BMS) para permitir el control predictivo y automatizado de la infraestructura de refrigeración.

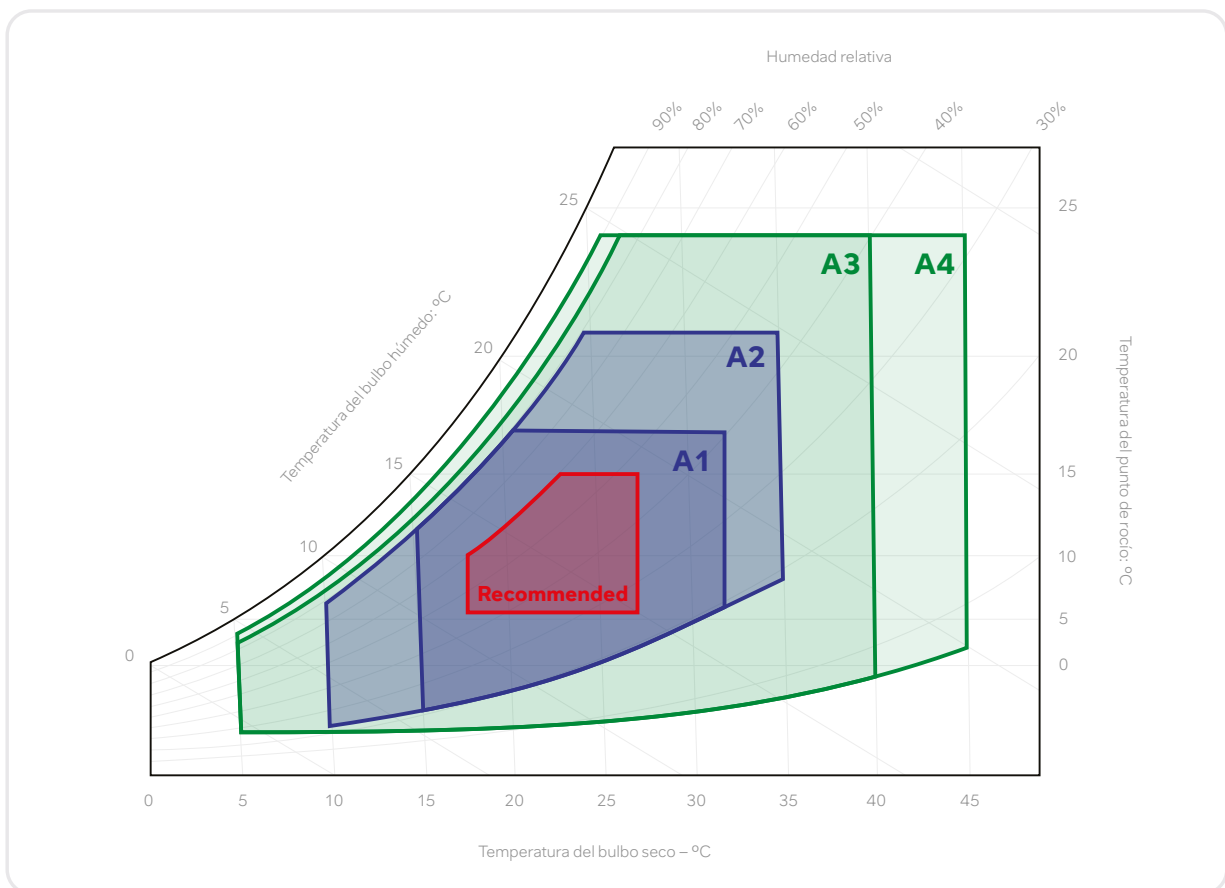


Optimización de la temperatura (la quinta palanca)

Una vez logrado un flujo de aire óptimo, ahora podemos aplicar la quinta y última palanca para optimizar la refrigeración dentro del «espacio blanco»: la optimización de la temperatura.

Al igual que con un automóvil, solo podemos aplicar la quinta marcha después de haber pasado por las marchas inferiores, lo que nos permite ahora alcanzar nuestro objetivo final de rendimiento óptimo.

Las clasificaciones A1, A2, A3 y A4 de servidores y equipos informáticos de ASHRAE pueden funcionar con seguridad con temperaturas de entrada de hasta 27 °C (80,6 °F) según las directrices ASHRAE TC 9.9.



Aumentar la temperatura del aire de suministro hasta el límite exterior recomendado, pero dentro de la temperatura de funcionamiento segura de cada clasificación:

- ✓ Reduce el consumo energético del enfriador
- ✓ Amplía las oportunidades de refrigeración libre (economización)
- ✓ Mejora el COP (coeficiente de rendimiento) del sistema

Computación de alto rendimiento

Si bien A1-A4 cubren la gran mayoría de los equipos empresariales estándar, en las directrices térmicas ASHRAE TC 9.9 () para entornos de procesamiento de datos, se introdujo una nueva clasificación para cargas de trabajo especializadas de HPC/IA: H1.

✓ **Temperatura del aire recomendada: de 18 °C a 22 °C (de 64,4 °F a 71,6 °F)**

✓ **Temperatura del punto de rocío: de 3 °C a 18 °C (de 37,4 °F a 64,4 °F)**

La clase H1 se introdujo específicamente para estos nuevos sistemas de alta densidad que integran estrechamente componentes de alta potencia e s (como NVIDIA H100 SXM5 o B200, algunos de los cuales están diseñados para la refrigeración líquida) que simplemente no pueden refrigerarse eficazmente con aire dentro de las gamas más amplias de clase A.

Aunque algunas topologías de refrigeración pueden adaptarse para acomodar la HPC, por lo general es más eficaz reservar una zona de refrigeración separada en la que se adopte una topología de refrigeración diferente, como RDHX o un modelo híbrido que incorpore refrigeración líquida directa. En cualquier caso, esto permitirá el uso de controles independientes para mantener el entorno necesario y evitar que otros equipos menos densos se enfríen de forma ineficaz.

Cuantificación de los beneficios: el retorno de la inversión

Un proyecto de optimización del aire bien ejecutado ofrece un retorno de la inversión muy atractivo.

Eficiencia energética

Reducción de la potencia del ventilador:

Un sellado y una contención adecuados permiten temperaturas de aire de retorno más altas, lo que permite que los ventiladores CRAH reduzcan su velocidad. Una reducción del 20 % en la velocidad del ventilador puede ahorrar aproximadamente el 50 % de la potencia del ventilador (leyes de afinidad).

Mejora de la eficiencia del enfriador:

Aumentar el punto de ajuste del pasillo frío (habilitado por AFM) puede mejorar significativamente el coeficiente de rendimiento (COP) del enfriador, lo que se traduce en un ahorro energético sustancial.

Mejora del PUE:

Es habitual lograr una mejora del PUE de entre 0,1 y 0,3 mediante un AFM integral.

¿Qué significaría esto en términos de ahorro energético potencial?

Supongamos que una instalación tiene un consumo energético de TI de 1 MW con una posición inicial de PUE de 2,0. Esto equivaldría a un consumo energético total de la instalación de 2 MW.

$$\checkmark \quad 2 \text{ MW de carga total de la instalación} \div 1 \text{ MW de carga de TI} = \text{PUE } 2,0$$

Si podemos mejorar el PUE en 0,3, por ejemplo. Véase el caso práctico: *Estudio de un centro de datos federal que implementa la contención de pasillos calientes. Entonces tendríamos un nuevo PUE de 1,7

$$\checkmark \quad \text{PUE } 1,7 \times 1 \text{ MW de carga de TI} = \text{carga total de la instalación } 1,7 \text{ MW}$$

Esto equivale a un ahorro energético de 300 kW. Hay 8760 kWh al año, por lo que:

$$\checkmark \quad 8760 \times 300 \text{ kW} = 2\,628\,000 \text{ kWh de ahorro energético anual}$$

$$\checkmark \quad 2\,628\,000 \text{ kWh} \times ** \, 0,22 \text{ £} = \text{ahorro total anual en gastos operativos de } 578\,160,00 \text{ £}$$

Por lo tanto, una mejora de 0,1 en el PUE habría supuesto un ahorro en gastos operativos de **192 720,00 £** y una mejora de 0,2 en el PUE, de **385 440,00 £**.

*(fuente: «Guía de buenas prácticas para el diseño de centros de datos energéticamente eficientes» del Departamento de Energía de EE. UU., Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley)

** (ejemplo de una tarifa local de kWh en el Reino Unido)

Por supuesto, esto es solo un ejemplo, ya que hay muchas variables que influyen, como la capacidad calorífica del aire, la diferencia de temperatura que debe eliminarse (ΔT) y la eficiencia de los ventiladores y la planta de refrigeración.

Incluso la tarifa eléctrica por unidad variará enormemente en función del tamaño y las características específicas de cada instalación y, en el Reino Unido, en este ejemplo, cualquier tarifa estaría sujeta a un **impuesto sobre el cambio climático**. Del mismo modo, en Europa se aplicaría el **Régimen de Comercio de Derechos de Emisión de la UE (RCDE)**.

La conclusión es inequívoca: cada metro cúbico de aire que se escapa por hora (m^3/h) representa un desperdicio de energía (kWh), lo que supone un coste financiero directo y evitable.

Las pruebas para actuar son claras y la mejora continua de la eficiencia es tanto una necesidad empresarial como un requisito legal para los grandes centros de datos (véanse las referencias).

Además de los requisitos legales, existen incentivos empresariales como los **Acuerdos sobre el Cambio Climático (CCA)** del Reino Unido: los centros de datos pueden adherirse voluntariamente a un CCA a cambio de un descuento significativo (actualmente del 90 %) en el impuesto sobre el cambio climático (CCL) que grava la electricidad y el combustible.

Mayor resiliencia y tiempo de actividad

- ✓ La eliminación de los puntos calientes reduce el riesgo de fallos de hardware relacionados con el calor.
- ✓ Las temperaturas predecibles y estables prolongan la vida útil de los activos de TI.

Mayor capacidad y densidad

- ✓ Al eliminar el desperdicio de refrigeración, la infraestructura existente puede soportar más servidores, aplazando el gasto de capital en nuevas unidades de refrigeración.

Sostenibilidad

- ✓ La reducción directa del consumo de kWh disminuye la huella de carbono de los centros de datos, lo que contribuye a los informes y objetivos ESG (medioambientales, sociales y de gobernanza).

Conclusión y llamada a la acción

Resumen

La optimización del aire no es un proyecto puntual, sino una disciplina continua. Constituye la base de cualquier estrategia holística de eficiencia de los centros de datos. Antes de invertir en nuevas y costosas tecnologías de refrigeración, los operadores deben asegurarse de que sus sistemas de aire existentes funcionan según lo previsto.

Un camino recomendado a seguir:

Evaluar:

Realizar una auditoría exhaustiva del estado actual. Aunque el modelado de dinámica de fluidos computacional (CFD) puede ser valioso, es esencial realizar una inspección física para identificar el flujo de aire de derivación, el e o de recirculación y los puntos calientes.

Contener:

Implementar la contención de pasillos calientes o fríos como proyecto de capital de máxima prioridad.

Sellar:

Sellar sistemáticamente todos los huecos del suelo elevado, los racks y los sistemas de contención.

Supervisar:

Implantar una red de sensores para establecer una referencia y supervisar continuamente las condiciones.

Optimizar:

Utilice los datos recopilados para ajustar los puntos de referencia de refrigeración, la velocidad de los ventiladores y la distribución del aire.

Al controlar el flujo de aire, los operadores de centros de datos pueden obtener importantes ahorros operativos, mejorar la fiabilidad del sistema y crear una infraestructura más sostenible y escalable para el futuro.

Reflexiones finales

Si bien el ahorro operativo es un resultado positivo, el beneficio real es la mejora del rendimiento. La comparación con las carreras de coches lo pone de relieve: perfeccionar el flujo de aire de un coche no solo sirve para ahorrar combustible (aunque también lo hace), sino para alcanzar una mayor velocidad con el mismo motor. Para los centros de datos, esto significa más capacidad de refrigeración con el mismo «espacio gris» y más potencia disponible (kW) para satisfacer las crecientes demandas informáticas. Mantener esta vía hacia el éxito exige un cumplimiento continuo de estos principios básicos, a pesar de las distracciones de las operaciones diarias. La vigilancia es esencial para no comprometer nunca una gestión adecuada del flujo de aire.

Descargo de responsabilidad: La información contenida en este documento es solo una guía general. Se recomienda consultar con profesionales cualificados en ingeniería de centros de datos antes de implementar cualquier cambio significativo en la infraestructura de sus instalaciones.

Referencias

- ✓ ASHRAE TC 9.9 - Directrices térmicas para equipos en entornos de procesamiento de datos, 5.ª edición (2021)
- ✓ Uptime Institute: mejores prácticas de refrigeración de centros de datos
- ✓ The Green Grid – PUE: un examen exhaustivo de la métrica
- ✓ Laboratorio Nacional Lawrence Berkeley: estrategias de eficiencia energética para centros de datos, en particular el estudio del LBNL sobre la gestión del flujo de aire en centros de datos y la guía de mejores prácticas para el diseño de centros de datos energéticamente eficientes
- ✓ Directiva de eficiencia energética de la UE (EED) (UE) 2023/1791, que los Estados miembros deben transponer a su legislación nacional
- ✓ Marco de información simplificada sobre energía y carbono (SECR): Reino Unido
- ✓ ESOS (Energy Savings Opportunity Scheme): se trata de un programa obligatorio de evaluación y ahorro energético para las grandes empresas del Reino Unido.
- ✓ Acuerdos sobre el cambio climático (CCA): Reino Unido
- ✓ Código de conducta de la UE para la eficiencia energética de los centros de datos
- ✓ Serie EN 50600 / ISO/IEC 30134: Son las normas europeas (EN) e internacionales (ISO/IEC) fundamentales para las instalaciones e infraestructuras de los centros de datos.
- ✓ ISO 50001: esta norma internacional especifica los requisitos para un sistema de gestión energética (EnMS) y un proceso de mejora continua, que muchos centros de datos utilizan para gestionar y mejorar su rendimiento energético.
- ✓ CIBSE (Chartered Institution of Building Services Engineers): Proporciona directrices y códigos de prácticas relevantes para los servicios de construcción en el Reino Unido, incluido el diseño y funcionamiento eficientes de los sistemas de refrigeración para centros de datos.

ELEVATE

Future Faster

elevate@excel-networking.com elevate.excel-networking.com