

# GENERALIDADES Y DISEÑO DE GABINETES PARA CENTROS DE DATOS

En un mundo actual que depende de la tecnología es medular contar con un centro de procesamientos de datos confiable, tanto para pequeñas como para grandes empresas. Algunas compañías ni siquiera podrían trabajar si no contaran con un sistema de redes que opere adecuadamente. De hecho, casi todas las facetas de un negocio transitan entre las necesidades de procesar, acceder y comunicar datos, actividades clave dentro de los objetivos de los sistemas de redes informáticas.

## CONTENIDO

Introducción	2
1. Energía y climatización	3
-Energía sostenida vs. picos de voltaje	3
-Placa nominativa vs. uso actual de energía	3
2. Entendiendo $\Delta T$ y PCM	4
- $\Delta T$	4
-PCM	4
3. Pisos elevados vs. no elevados	5
4. Ahorros en el costo de energía	7
5. Generalidades del gabinete	8
-Mejoras tecnológicas	8
-LEED	8
-Características del gabinete	9
-Accesorios para flujo de aire	10
6. Manejo de cables	11
7. Configuraciones del gabinete	12
-Centros de datos aleatorios	13
-Climatización pasiva vs. activa	13
-Configuración de cámara calor/frío	14
-HACA	15
-Solución con ductos en el piso	15
-Sistemas con chimenea, ductos directos	16
-Enfriamiento líquido	18
-Contención de espacio de calor/frío	20
8. Soluciones de climatización adicionales	22
-Puertas intercambiadoras de calor	22
-Enfriamiento en línea	22
-Unidades de climatización de montaje en el techo	22
-Aplicaciones a distancia	22
-Interruptores de redes	23
9. Resumen y guía para selección	24



**EQUIPO DE CENTROS DE DATOS**

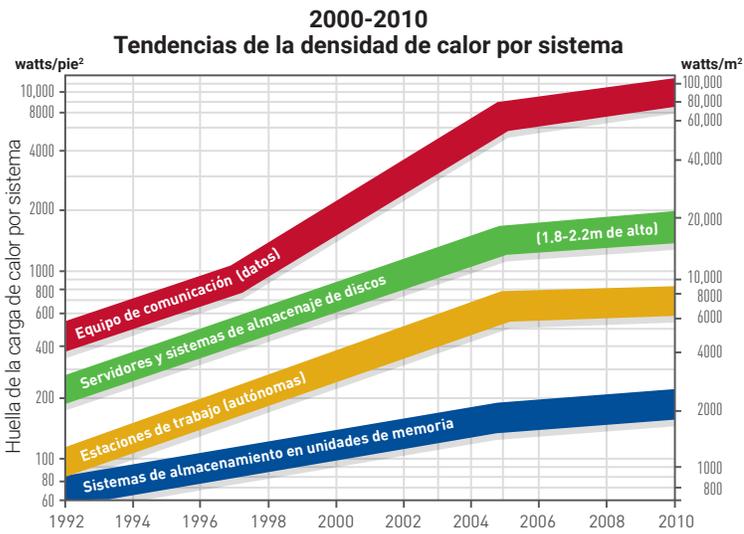
Para alcanzar la capacidad máxima de la red de sistemas, el equipo debe mantenerse por debajo de cierto rango de temperatura –un requerimiento cada vez más difícil de lograr. Los equipos han incrementado la exigencia de energía para procesar los datos, producto del aumento en la necesidad de información, lo que da como resultado un incremento importante en la densidad de los procesadores junto con la escalada de calor correspondiente. Las altas temperaturas provocan fallas en los equipos impactando con altos costos derivados de las caídas del sistema, lo que hace más importante que nunca contar con equipos de climatización eficientes. Como toda la electricidad que utilizan los procesadores se convierte en calor –que debe ser eliminado vía aire (convección)– el centro de datos en donde se aloja el equipo requiere proveer aire frío al sistema y reciclar las emanaciones producidas por el calor, intercambio que de realizarse en forma adecuada proporciona seguridad a la operación de los sistemas.

El equipo del centro de datos sigue las leyes de Moore en varios aspectos. En la medida en la que la densidad del transistor aumenta o la cantidad de procesamiento de datos se eleva, la energía y el calor producidos también se incrementan. Los dispositivos eléctricos y electrónicos cada vez son más pequeños en tamaño, pero trabajan con un mayor desempeño y, por consiguiente, aumenta el consumo de energía junto con la generación de calor en el espacio de alojamiento. La relación entre energía y calor es directamente proporcional. La electricidad que entra al equipo de sistemas es equivalente a la cantidad de calor que se produce: los watts suministrados (electricidad) son iguales a los watts generados (calor). Toda la energía que entra al equipo se convierte en calor, a excepción de una pequeña fracción: el 1% de la energía total es consumida por señales digitales de salida.

Para prevenir fallas en los sistemas, la temperatura a la que operan debe ser menor a los 35°C-38°C, con una temperatura de entrada aún más baja (27°C-29°C). Cuando la temperatura rebasa estos rangos, el equipo se sobrecalienta y

**LAS TEMPERATURAS SOSTENIDAS POR ARRIBA DE LOS 34°C REDUCEN LA VIDA ÚTIL DE LOS EQUIPOS ELECTRÓNICOS**

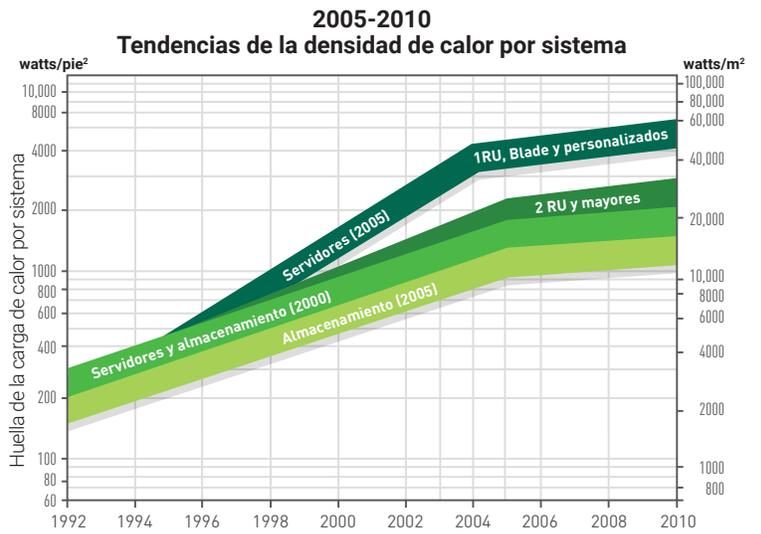
la protección térmica interna se activa. La temperatura disminuye al reducir los procesos o definitivamente al apagar el equipo para evitar un daño severo. Altas temperaturas de menor intensidad, pero constantes, también son costosas, reduciendo la confiabilidad y vida útil del equipo. El suministro de energía, la climatización y el flujo adecuado de aire deben operar eficazmente para mantener en óptima condición los equipos de sistemas que proveen comunicación, acceso y procesamiento de datos.



Primer lanzamiento de los sistemas/Primer año de embarque de los sistemas

Esta gráfica muestra la tendencia anual del incremento de entre el 7% y el 28% en la huella de la densidad de calor de los sistemas. Los administradores de estos centros de datos deben ser cautelosos ya que la densidad promedio esparcida por el cuarto de alojamiento se reduce debido al espacio ocupado por la infraestructura del equipo.

© 2000-2006 The Uptime Institute, Inc. Versión 1.2



Primer lanzamiento de los sistemas/Primer año de embarque de los sistemas

- 2005 Proyección de servidores — 1 RU, Blade y personalizados
- 2005 Proyección de servidores — 2 RU y mayores
- 2005 Proyección de almacenamiento
- 2000 Proyección de servidores y almacenamiento

© 2006 The Uptime Institute, Inc. Versión 2.0 2006-2010 Fuente de la predicción en las tendencias: ASHRAE, *DataCom Equipment Power Trends and Cooling Applications*, 2006. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc., (Sociedad Americana de Ingenieros en Calentamiento, Refrigeración y Aires Acondicionados) [www.ashrae.org](http://www.ashrae.org).

## 1. ENERGÍA Y CLIMATIZACIÓN

### ENERGÍA SOSTENIDA VS. PICOS DE VOLTAJE

Para mantener bajas temperaturas, los diseñadores de los centros de datos deben planear sus sistemas de enfriamiento de acuerdo a la energía utilizada y al calor generado – determinados por el volumen de la actividad y procesos que el sistema realiza y sus variaciones a lo largo del día. La energía sostenida es la cantidad de electricidad requerida para desempeñar las actividades mínimas indispensables. En los momentos en los que hay mayor actividad en la red, se requiere mayor cantidad de energía y el calor generado aumenta.

Cuando los picos de voltaje ocurren durante pocos minutos a lo largo de una hora, la carga de calor puede manejarse fácil y rápidamente. Sin embargo, mientras más veces se presente esta actividad, mayor energía se necesita, lo que aumenta la acumulación de calor. Sumado a lo anterior, muchos centros de datos equilibran sus necesidades de energía y climatización separando varias funciones de la red para disminuir los tiempos de las sobrecargas. En lugar de programar múltiples actividades que se realicen simultáneamente, algunos servicios de mantenimiento se programan en momentos de menor uso de energía.

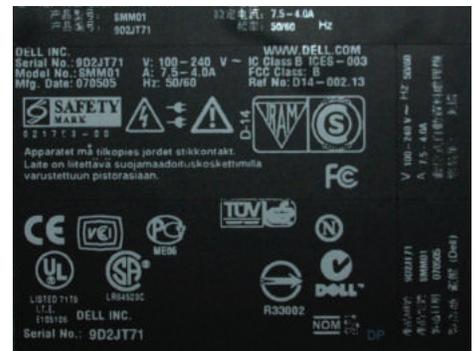
Mientras que el calor en exceso puede causar deterioro del equipo eléctrico, los sistemas de energía y climatización diseñados con base en las necesidades de las sobrecargas podrán dar un mejor rendimiento que el requerido –pero con un precio de adquisición mucho más alto. En su lugar, considerando que los períodos de picos de voltaje sobrepasen el uso de energía sostenida, los centros de datos deben ser diseñados para un volumen o uso de energía promedio.

### PLACA NOMINATIVA VS. USO ACTUAL DE ENERGÍA

Así como la planeación del equipo de suministro de energía y climatización

basada únicamente en las sobrecargas nos conduce a un exceso en capacidad y costo, de la misma forma sucede cuando el diseño está basado en los requerimientos de la placa nominativa. Todo equipo cuenta con una placa que enlista la cantidad de energía (watts) que consume al utilizarse al 100%. Sin embargo, esta cantidad corresponde al suministro de energía máximo que es posible emplear, no al consumo típico. De hecho, esta cantidad rara vez es alcanzada ya que los diseñadores del equipo indican mayor capacidad de energía de la que podría gastar el equipo como medida de seguridad. En realidad, si los equipos de redes trabajaran al porcentaje máximo establecido en su placa nominativa se sobrecargarían, provocando tiempos de respuesta lentos y, seguramente, con la necesidad de un reemplazo o reconfiguración antes de lo previsto.

Dado que los valores establecidos en la placa nominativa son mayores al uso real de la energía del equipo, agregar los valores de todo el equipo contenido en un gabinete para establecer las necesidades de energía y climatización del mismo nos da como resultado un número impreciso y sumamente alto. Como alternativa, algunos fabricantes de equipos ofrecen guías sobre las necesidades más frecuentes de suministro de energía y climatización, y la Sociedad Americana de Ingenieros en Calentamiento, Refrigeración y Aire Acondicionado (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc.*, ASHRAE por sus siglas en inglés) también facilita una lista de los requerimientos para los funcionamientos más comunes. La demanda de energía real puede determinarse con una unidad de protocolo de datos (Protocol Data Unit, PDU por sus siglas en inglés) que incluya un amperímetro, el cual establece instantáneamente el consumo de energía al ser multiplicado por el voltaje suministrado. El registro de estas mediciones en un período de tiempo determinado proporciona el



PARA PROVEER LAS MEJORES SOLUCIONES DE CLIMATIZACIÓN CON EFICIENCIA Y RENTABILIDAD DE ENERGÍA ELÉCTRICA, LOS DISEÑADORES DE LOS CENTROS DE DATOS DEBEN ENTENDER LOS MÚLTIPLES FACTORES QUE IMPACTAN EL DISEÑO DE UN GABINETE.

valor del consumo de energía de todo el sistema, cifras invaluable para entender los requerimientos totales de energía de un centro de datos. Al margen de lo anterior, es una práctica común dentro de la industria el devaluar la placa nominativa alrededor de un 40% para obtener una cifra aproximada de la energía requerida por el equipo.

## 2. CÓMO DISIPAR EL EXCESO DE CALOR (WATTS) – ENTENDIENDO ΔT Y PCM

### CUANDO DE TRATA DE ENFRIAR UN CENTRO DE DATOS, UNA FÓRMULA ES CLAVE: WATTS = .316 X PCM X ΔT

Para enfriar un equipo de sistemas se requiere la entrada de aire frío y flujo de aire (PCM). Estos dos factores actúan directamente en la disipación, o eliminación, del calor que produce el equipo. A pesar de que aumentar cualquiera de los dos factores incrementa la cantidad de calor que se logra disipar, hay ciertos límites. Si el aire es muy frío se produce una expansión térmica provocando problemas de condensación. Un flujo de aire demasiado alto genera limitaciones acústicas y físicas. Un sistema de climatización que se basa únicamente en estos dos factores normalmente acarrea altos costos financieros y de operación. Encontrar el equilibrio ideal entre el aire frío y el flujo de aire permite alcanzar una disipación óptima, protegiendo al equipo del sobrecalentamiento.

#### ΔT

En las fórmulas anteriores, ΔT, medido en grados Fahrenheit, se refiere a la diferencia entre el aire de entrada y el aire de salida, es decir la cantidad de calor que es expulsada por la corriente de aire de salida a partir de la carga de calor. Una gran diferencia en la temperatura significa que una mayor carga de calor está siendo eliminada. Ante la dificultad de proveer constantemente aire frío a todo el equipo instalado —particularmente a equipos específicos instalados en entrepaños superiores— puede confiarse en que los centros de datos que mantienen un rango de entre 10° y 30° ΔT disiparán el calor que produzcan, manteniéndose dentro de sus límites térmicos.

- El rango de entre 10° y 30° ΔT representa la capacidad de enfriamiento de un centro de datos bien diseñado.
- El conocer dos de las tres cifras permite a los operadores encontrar el tercer valor de esta fórmula, saber la cantidad de watts o PCM nos puede mostrar el valor de ΔT.

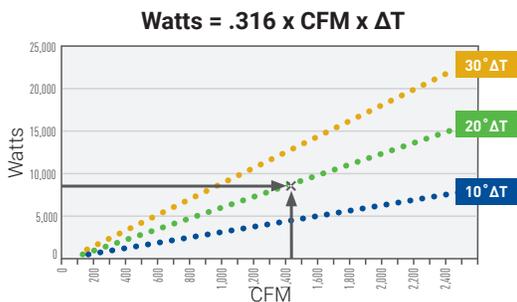
- Por ejemplo: 9,000 watts dentro de un gabinete para centro de datos con una ΔT de 20° necesita 1425 PCM.

#### PCM

Otra forma de aumentar la cantidad de calor disipado o eliminado de un equipo de redes es incrementando el flujo de aire, expresado en pies cúbicos por minuto (PCM). Un incremento en la cantidad de PCM —es decir, la cantidad de flujo de aire que atraviesa un área determinada durante cierto tiempo— resulta en un incremento en la disminución de calor.

Los PCM puede alcanzarse también con el uso de ventiladores. Mientras más grande sea el ventilador, mayor PCM proporciona. Un aumento en los PCM (la velocidad a la que circula el ventilador) así como el tamaño y la cantidad de las aspas del ventilador producen un PCM más alto. Sin embargo, al incrementarse estos factores también aumentan otros que pueden ser dañinos para el equipo del centro de datos. Por ejemplo, una de las consecuencias de los altos niveles de PCM es el ruido acústico. Adicionalmente, cuando existe un alto grado de PCM las fuerzas físicas también entran en juego, lo que puede ocasionar daños al equipo eléctrico. Sumando a lo anterior, mientras más alto sea el PCM mayores serán los costos de instalación inicial y más adelante también aumentarán los gastos regulares de operación.

- La mayoría de los centros de datos operan entre 10° y 30° ΔT. Considerando esta cifra y los PCM del ventilador se puede determinar la cantidad necesaria para lograr el enfriamiento (watts).



Nota: Más de 30° ΔT puede causar problemas de condensación y humedad.

$$\text{Watts} = .316 \times \text{PCM} \times \Delta T$$

$$\text{o: PCM} = \frac{\text{Watts}}{(.316 \times \Delta T)}$$

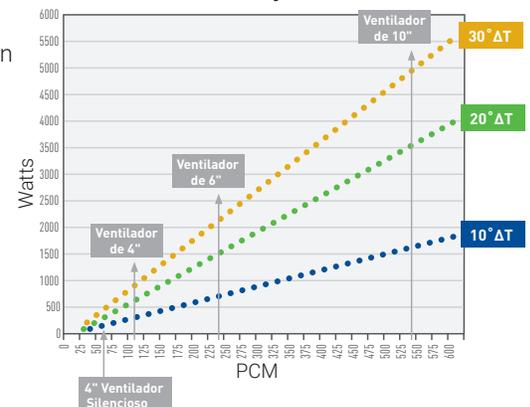
$$\text{o: } \Delta T = \frac{\text{Watts}}{(.316 \times \text{PCM})}$$

**NO IMPORTA QUÉ TAN ALTO SEA EL PCM, UN VENTILADOR NUNCA PUEDE ENFRIAR MAS ALLÁ DE LA TEMPERATURA AMBIENTE.**

- Mientras más grande sea el ventilador, mayor flujo de aire logrará circular a través del equipo. La cantidad de flujo de aire y la temperatura del aire denterminan la disipación de calor que se puede alcanzar.

Nota: un incremento en el tamaño del ventilador aumentará el ruido acústico del mismo motor RPM.

#### Desempeño típico de un ventilador de 4", 6" y 10"

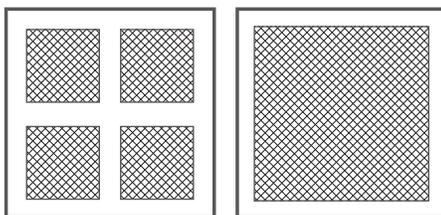


El centro de datos deberá proporcionar al equipo suficiente PCM para prevenir el sobrecalentamiento. = Salida PCM

### 3. PISOS ELEVADOS VS. NO ELEVADOS

En los centros de datos que cuentan con elevación del piso, las losetas perforadas se usan para distribuir el aire frío, permitiendo la entrada de aire frío a la cámara de enfriamiento para ser empleado por el equipo. Normalmente cada loseta del piso es de 60 x 60 cm y posibilita de 200 a 500 PCM, dependiendo del porcentaje de los orificios y de la presión del aire que pasa por debajo del piso. El espacio abierto es la cantidad de área que permite el flujo de aire a través de la loseta: 25% de espacio abierto significa que de cada loseta de 60 x 60 cm, el 25% deja pasar el aire. Las losetas antiguas generalmente presentan de un 25% a 35% de espacio abierto, mientras que algunos modelos más modernos alcanzan hasta un 60% del área total. Las losetas más comunes permiten de 200 a 500 PCM, con lo que se alcanza entre 1,500 y 4,000 watts de enfriamiento. La cantidad exacta de enfriamiento (watts) por loseta está determinada por el flujo de aire y la temperatura:  $\text{watts} = .316 \times \text{PCM} \times \Delta T$ .

- Las losetas están disponibles en dos formas básicas de espacios abiertos
- Los modelos tradicionales de losetas en cuatro cuadrados, que alcanzan el 25% de espacio abierto, son las más comunes
- Modelos de losetas más nuevos, de alto desempeño, que ofrecen el 56% o más de espacio abierto, están fabricadas con acero perforado, lo que les permite una apertura de más de la mitad de la superficie
- A pesar de que los nuevos modelos de loseta ofrecen mayor cantidad de espacios abiertos, el instalar un sistema



25% Espacio abierto –  
Loseta tradicional de piso  
en cuatro cuadrados

+50% Espacio abierto  
– Nueva loseta de piso  
PCM

completo con ellos no sería muy efectivo ya que los controles de las unidades de aire acondicionado en los cuartos de cómputo generalmente no tienen suficiente presión de aire debajo del piso como para distribuir a todo el centro de datos el PCM que se necesita.

El reciclaje de aire ocurre a través del uso de los aires acondicionados del cuarto de cómputo (*Computer Room Air Conditioners*, CRAC por sus siglas en inglés), o a través de las unidades de control de aire (*Computer Room Air Handlers*, CRAH por sus siglas en inglés). Estos aires acondicionados eliminan el calor de los gases producidos utilizando refrigerantes o agua helada. El calor es dirigido hacia afuera de la instalación y el aire frío reconstituido es bombeado a la cámara plena del piso elevado que pasa a través de las losetas perforadas a la cámara de enfriamiento.

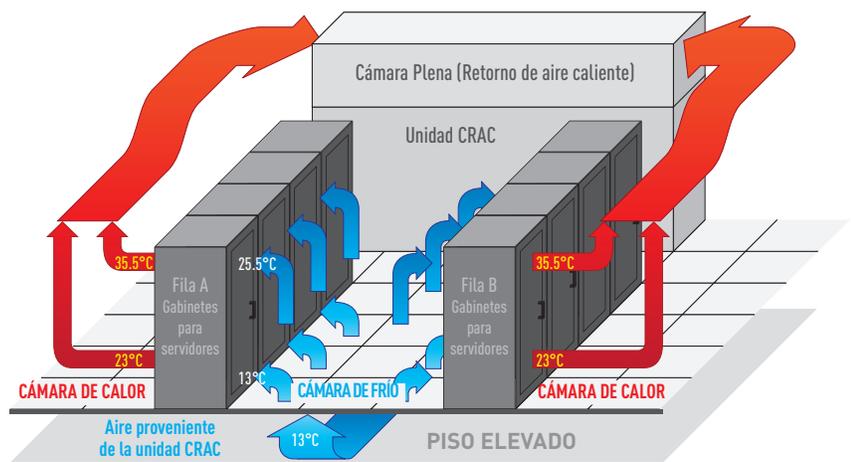
La instalación de las losetas es de suma importancia debido a que el piso elevado es la cámara plena para distribuir el aire frío al centro de datos. Estas losetas son el punto de entrada de todo el aire frío al centro de datos y su ubicación determinará su capacidad de enfriamiento y la eficiencia de todo el conjunto. Deberán estar estratégicamente colocadas para asegurar la repartición correcta del aire frío. Una vez que el gabinete y el equipo han sido acomodados se establece el lugar preciso en donde las losetas serán colocadas, a través de un procedimiento de medición así como de prueba y error. Un método alternativo más sofisticado utiliza modelos de dinámicas de flujo por medio de

#### Supuestos:

- Promedio  $\Delta T = 20^\circ$
- PCM = 200 to 500
- Enfriamiento Watts = 1264 a 3160 watts/ loseta

computadora (*Computation Fluid Dynamics*, CFD por sus siglas en inglés) para determinar el lugar de instalación. En éste método, utilizando la mayor cantidad de información exacta posible se crea un modelo del centro de datos. El plano del piso es desarrollado y, gracias a la simulación por computadora, se obtiene el sitio ideal de colocación que producirá el flujo de aire y enfriamiento óptimos.

El instalar las losetas demasiado lejos o demasiado cerca del CRAC/Unidad CRAH puede traer complicaciones. Si las losetas están demasiado lejos no se producirá suficiente flujo de aire. Por el contrario, dada la alta velocidad del aire que sale por la base de la unidad, las losetas perforadas que están colocadas muy cerca de los puntos en donde la base del gabinete se encuentra con la cámara plena del piso elevado pueden estar en peligro de exponerse al efecto Venturi. El efecto Venturi ocurre cuando la ráfaga de aire que fluye debajo de las losetas perforadas produce una succión dentro del flujo. En lugar de tener un flujo de aire frío hacia arriba, puede ocurrir una bajada de aire —lo contrario a lo que se necesita.



### 3. PISOS ELEVADOS VS. NO ELEVADOS (CONTINÚA)

#### CONDICIONES DE ELEVACIÓN DEL PISO DE LOS CENTROS DE DATOS MÁS COMUNES

- Temperatura de la cámara plena = 55° a 66°F (13° a 19°C)
- La temperatura del aire se eleva aproximadamente a 78°F (25.5°C) al fluir a la parte más alta del equipo instalado
- Pomedio de  $\Delta T$  = aproximadamente 20°F (-7°C)
- Temperatura de las cámaras de calor = aproximadamente 100°F (38°C)

Una vez que se determina la posición de las losetas perforadas, se deben dar algunos pasos adicionales para asegurar un flujo de aire adecuado en el centro de datos.

#### DESAFÍOS ASOCIADOS CENTRO DE DATOS CON PISO ELEVADO

- Dificultad para alcanzar clasificaciones sísmicas. En áreas sísmicas es casi imposible llegar a los cinco nueves (99.999% del tiempo) en la disponibilidad de la red si se utiliza un piso elevado.
- Los pisos elevados fueron diseñados antes de la que surgieran las necesidades de cambios frecuentes, adiciones y transformaciones producto de la corta vida operativa del equipo de TI, así como de las frecuentes actualizaciones a las que está sometido. Es muy difícil acceder al cableado del bajo piso para realizar estas variaciones.
- Es posible que no haya suficiente altura para colocar pisos elevados cuando se trata de edificaciones antiguas.
- El área que se encuentra debajo del piso elevado es considerada una cámara plena y debe cumplir con los requerimientos de seguridad contra incendios, así como incluir conductos certificados y cables con polímeros especiales y grado plenum.

#### CENTRO DE DATOS CON PISO NO ELEVADO

La meta principal del diseño con pisos elevados es la de proveer aire frío al sistema de distribución, conductos de energía y cableado de datos, y la rejilla de cobre para la conexión a tierra. Sin embargo, muchos de estos objetivos pueden alcanzarse utilizando las nuevas tecnologías. De hecho, muchos de los centros de datos más modernos no usan piso elevado en sus instalaciones. Junto con la eliminación de los pisos elevados, los techos con plafones también han sido suprimidos. Hoy en día, los centros de datos sin pisos elevados no sólo suministran suficiente flujo de aire y soporte a las estructuras, también han eliminado muchos de los problemas asociados con los diseños de pisos elevados.

#### VENTAJAS DE LOS CENTROS DE DATOS CON PISO NO ELEVADO

- El cableado se encuentra por encima del piso y es de fácil acceso
- La limpieza de los pisos del centro de datos es mucho más sencilla ya que no existen sitios en donde el polvo pudiera acumularse
- Las preocupaciones sobre la capacidad de soportar cierto peso se eliminan con un piso al ras del suelo. Los gabinetes llenos de equipo pesan hasta 3,000 lbs. (más de una tonelada), lo que puede convertirse en un grave problema si se cuenta con un piso elevado.
- Los costos son menores pues no hay necesidad de una instalación especial. Algunos estudios sugieren que el precio aproximado de un piso elevado es de \$20 USD por pie cuadrado, más los gastos asociados al suministro de energía y cableado para datos.
- Bloqueos, barreras y obstrucciones al flujo de aire frío son eliminados. Muchas veces, las losetas perforadas suministran bastante menos aire de lo estimado debido a bloqueos u obstrucciones que se encuentran por debajo del piso.

La cantidad de **PCM** del **CRAC/CRAH** debe ser al menos igual o mayor al total de PCM requerido por el equipo de sistemas.

LA ESTRATEGIA DE ENFRIAMIENTO QUE SUMINISTRA AIRE FRÍO AL EQUIPO DEBE SER CUIDADOSAMENTE DISEÑADA

## 4. COSTOS Y AHORRO DE ENERGÍA EN EL CENTRO DE DATOS

### SIMULACIÓN DE UN CENTRO DE DATOS

- 100 gabinetes con una carga de TI de 5.0 kW por gabinete (promedio)
- Área de 3000 pies<sup>3</sup> con piso elevado (5 filas de 20 gabinetes con 4 cámaras)
- Carga total de TI = 500 kW-hr (4,380,000 kW/año)
- Electricidad total usada anualmente 10,556,000 kW
- 0.401 kW-hr (400 watts) por pie<sup>3</sup> de piso elevado
- Costo de electricidad \$0.10 USD / kW-hr
- Costo anual total de electricidad \$1,055,600.00 USD
- UEE = 2.4 (promedio de un centro de datos común) EICD = 41.6%
- Costo anual por gabinete = \$10,556 USD
- Costo anual por cada 1kW de carga de TI = \$2,111 USD

### TABLA DE AHORROS

Esta tabla muestra los ahorros más significativos y puede ser usada como guía. Cada centro de datos presenta restos específicos, las actividades mostradas varían significativamente en efectividad y ahorro de un centro a otro.

Actividad	UEE	Costo anual de energía USD	Ahorro anual USD
Centro de datos (cámara de calor/frío)	2.40	\$1,055,600	–
Paneles ciegos (en todas las zonas abiertas de la estantería)	2.38	\$1,040,000	\$15,600
Cepillos para piso (losetas perforadas)	2.35	\$1,025,000	\$15,000
Colocación de la loseta perforada	2.30	\$1,007,000	\$18,000
Unidad CRAC/CRAH – Instalación de ductos	2.27	\$994,000	\$13,000
Plafones de techo para retorno de ductos	2.23	\$976,000	\$18,000
Optimización de la composición del gabinete	2.20	\$964,000	\$12,000
Optimización de la elevación del piso	2.15	\$938,000	\$26,000
Contención – Cámara de frío	2.10	\$920,000	\$18,000
Contención cámara de calor / Chimenea	2.00	\$880,000	\$40,000
Líquido refrigerante* (Sistema de gabinete cerrado)	1.75	\$770,000	\$286,600

\*Nota: El refrigerante líquido permite una densidad mayor (menos gabinetes y un centro de datos de menor tamaño) que no ha sido calculada en los ahorros. El refrigerante líquido es una solución por sí mismo, no acumulable a las otras actividades.

Los costos de construcción no están incluidos en los cálculos.

### UEE

(Uso Efectivo de Energía)  
= Energía total de la instalación/  
Energía del equipo de TI

La cantidad total de energía utilizada por un centro de datos, comparada con la energía utilizada por el equipo de TI. Un centro de datos promedio con un gabinete de configuración cámara de calor/frío tiene un UEE de alrededor de 2.4. Un centro de datos muy eficiente lleva esta cifra a 2 o incluso menos. Algunos centros de datos de construcción específica muestran valores de UEE de 1.75 para abajo.

### EiCD

(Eficiencia en la Infraestructura del Centro de Datos = Energía TI usada/Energía total de la Instalación)

EiCD es otra escala para medir la eficiencia del centro de datos. Es similar a la de UEE, pero es invertida y mostrada como porcentaje. Un UEE de 2.4 = 41.6%

## 5. GENERALIDADES DEL GABINETE

### MEJORAS EN LA TECNOLOGÍA DE LOS SERVIDORES Y LA NECESIDAD DE UNA CLIMATIZACIÓN MÁS EFICIENTE.

En un centro de datos moderno, los servidores realizan todo el trabajo de procesamiento de datos, generando energía y retos de operación térmica. Tradicionalmente, los servidores eran máquinas con aplicaciones específicas, donde cada servidor estaba dedicado a un sólo cliente o aplicación, lo que resultaba en muchos servidores desperdiciados o desempeñando muy poco trabajo, pero consumiendo energía y produciendo calor. Para mejorar la eficiencia, los servidores se están convirtiendo en servidores virtuales. En lugar de tener unidades separadas dedicadas a un proceso en particular, los servidores están conectados entre sí. En la medida en que se requieren menos servidores porque están en operación casi todo el tiempo, el uso total de energía y las densidades térmicas aumentan.

Las mejoras en la tecnología de los servidores se han convertido en una paradoja interesante. Mayores cantidades de procesamiento necesitan más energía y por consecuencia producen mayor cantidad de calor que debe ser disipado. Sin embargo, los servidores cada vez son más pequeños y algunos de los que están instalados en espacios reducidos trabajan con alto rendimiento (virtualización), su capacidad para disipar calor se convierte en un gran reto si consideramos que más energía en menos espacio en nada ayuda al flujo de aire y la eliminación de calor. Habrá que planear medidas adicionales para compensar este aumento en la energía y en la carga térmica, considerando que los gabinetes están acomodados, configurados y diseñados más cuidadosamente que nunca para asegurar el éxito del centro de datos.

Como se ha mencionado en las secciones anteriores, la cantidad de calor que puede ser eliminada, o disipada, se rige por la temperatura y la cantidad del aire que entra.

### LEED (LIDERAZGO EN ENERGÍA Y DISEÑO AMBIENTAL, POR SUS SIGLAS EN INGLÉS)

Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental (*Leadership in Energy and Environmental Design*, LEED por sus siglas en inglés) es un sistema de calificación creado por el Consejo de Edificios Verdes de Estados Unidos (*United States Green Building Council*, USGBC por sus siglas en inglés) que califica el desempeño ambiental de un edificio y recomienda la transformación del mercado hacia diseños sustentables. El sistema es con base a créditos, permitiendo a los proyectos ganar puntos por las acciones amigables con el medio ambiente que hayan sido tomadas durante la construcción de un edificio. LEED fue iniciado como un esfuerzo para desarrollar un "sistema de evaluación consensado, con base al mercado, para acelerar el desarrollo e implementación de prácticas para la construcción de edificios verdes." El programa es flexible; no todos los proyectos deben cumplir exactamente los mismos requisitos para calificar.

El diseño de gabinetes y la configuración del plano de ubicación del centro de datos puede proporcionar ahorros considerables en energía (Categoría Energía y Atmósfera) y puede utilizarse, junto con otros atributos, para obtener la certificación LEED para la instalación. La certificación LEED aplica para todo el edificio. Los centros de datos no están mencionados de forma específica, pero seguramente caen dentro de la categoría "Desempeño optimizado de energía".



### CHECKLIST DEL PROYECTO: LEED – NUEVA CONSTRUCCIÓN (NC) V3

Sitios sustentables		Puntos
Crédito 3	Re-desarrollo Brownfield	1
Crédito 5.1	Desarrollo de sitios, proteger o restaurar el hábitat	1
Crédito 5.2	Desarrollo de sitios, maximizar el espacio abierto	1
Crédito 6.1	Diseño Stormwater, control de cantidad	1
Crédito 6.2	Diseño Stormwater, control de calidad	1
Crédito 7.1	Efecto de Calor de Isla, sin techo	1
Crédito 7.2	Efecto de Calor de Isla, con techo	1
Energía y atmósfera		
Prerequisito 2	Desempeño mínimo de energía	Requisito
Crédito 1	Desempeño óptimo de energía	1 - 19
Materiales y recursos		
Crédito 1.1	Reutilización del edificio, si mantiene 55%, 75%, 95% de paredes, pisos y techo	hasta 3
Crédito 2	Manejo del desperdicio de la construcción, varía 50% o 75%	hasta 2
Crédito 4	Contenido reciclado, 10% o 20% (post-consumidor más ½ pre-consumidor)	hasta 2
Crédito 5	Materiales locales, 10% o 20%	hasta 2
Innovación y proceso de diseño		
Crédito 1	Innovación en diseño	1 - 5
Crédito 2	LEED Acreditación profesional	1
<b>Total de los proyectos</b>		<b>25 - 24</b>

Pueden ganarse hasta dos puntos adicionales  
—Deben incluirse y ser sometidos a aprobación (no incluidos en el total)

## 5. GENERALIDADES DEL GABINETE (CONTINUÍA)

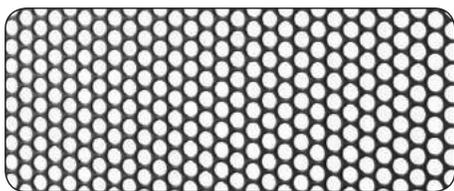
### CARACTERÍSTICAS DEL GABINETE QUE AFECTA EL DESEMPEÑO DE LOS SERVIDORES

#### PUERTAS PERFORADAS

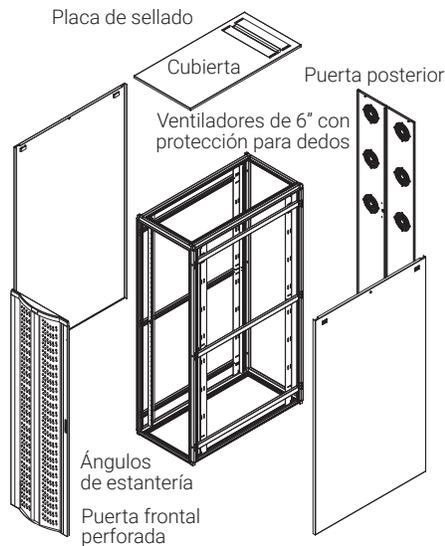
Los fabricantes de cada servidor tienen lineamientos específicos referentes a la cantidad de espacio abierto que se requiere en las puertas frontales. Espacio abierto se refiere a la apertura de la puerta por donde pasa el flujo de aire en comparación con la apertura del equipo para la toma de aire —no se confunda con el espacio abierto entre la parte frontal de los servidores y el gabinete. Las puertas deben tener un mínimo de 50% de espacio abierto para suministrar suficiente flujo de aire frío que disipe el calor generado y asegurar que el aire frío entra sin dificultad al equipo instalado. Casi todos los fabricantes de gabinetes incrementan esta cantidad a un 60% para evitar problemas potenciales con la garantía de fábrica de los equipos.

Las puertas perforadas o de malla deben usarse en la parte frontal y trasera de todos los gabinetes para servidores. A pesar de que algunas veces las puertas frontales fabricadas con Plexiglas® son utilizadas por razones estéticas, éstas proveen un flujo de aire limitado y deben evitarse a menos de que se esté utilizando equipo que no produzca calor —por ejemplo, paneles de conexiones. Las puertas perforadas o de malla promueven el flujo de aire apropiado hacia el equipo, evitando el sobrecalentamiento.

Igualmente importante es que las puertas traseras tengan perforaciones o sean de malla para permitir que las emisiones de aire caliente proveniente de los servidores salgan del gabinete a la cámara de calor y regresen a la unidad de enfriamiento, en donde serán recicladas de regreso como aire frío.



Nota: Más del 60% de las perforaciones presentan una disminución en el retorno de aire para mejorar su flujo.



Todos los servidores deben instalarse de 10 a 15 cm de las puertas frontales y posteriores del gabinete para que exista suficiente espacio para los accesorios, tales como manijas y cables, así como para permitir el flujo de aire. Es importante que las placas de logotipos o decorativas que hay en algunos gabinetes no bloqueen el flujo de aire del frente.

#### VENTILADORES MONTADOS ATRÁS

Es posible aumentar la cantidad de calor que se elimina del gabinete si se instalan ventiladores en las puertas posteriores. Cuando estos ventiladores suministran mayor PCM que los ventiladores del servidor, pueden utilizarse en conjunto para incrementar el flujo de aire en áreas específicas y ayudar a eliminar el aire caliente emitido desde el gabinete. Sumado al aumento en el flujo de aire, estos ventiladores previenen la formación de puntos de calor. Pueden ser monitoreados y controlados para lograr una eficiencia máxima y pueden apagarse o ajustar sus RPM para alcanzar los requerimientos del gabinete en cualquier momento. También se pueden agregar ventiladores a los servidores.

#### CUBIERTAS Y VENTILADORES PARA GABINETES

En algunos modelos de distribución de centros de datos, la mejor forma para

eliminar el calor de la parte superior del gabinete es instalando una cubierta perforada o un ventilador de montaje en la parte de arriba. De cualquier forma, el uso de ventiladores en la cubierta pueden impedir la disipación total de calor e incluso dañar el desempeño de todo el funcionamiento térmico al enviar el aire frío hacia afuera del servidor y mezclar aire frío con el aire caliente emitido, desperdiçando energía que originalmente se utilizaba para transformar a aire frío. También hay preocupación sobre el hecho de que un ventilador de montaje en la parte superior pudiera privar a las cubiertas de los servidores de aire fresco al asfixiar los ventiladores.

La forma más eficiente de enfriar sistemas con piso elevado incluye gabinetes con cubiertas sólidas, que fuerzan a las emisiones de aire caliente a salir por la parte posterior del gabinete. Las placas ciegas usadas para mantener el aire frío dentro del equipo también ayudan a mejorar la eficiencia.

#### BASE DE LOS GABINETES

Cuando el aire enfriado se suministra directamente a las bases de los gabinetes pueden presentarse algunos problemas. Primero, los servidores ubicados cerca de las bases pueden bloquear el flujo de aire. Sumado a lo anterior, el aire frío que se dirige a la parte trasera del gabinete puede esparcirse en todas direcciones, lo que mezclaría aire caliente con aire frío y se desperdiciaría energía. Estos problemas pueden prevenirse si se provee de aire frío a la parte frontal de gabinete a través de las losetas perforadas. En algunos casos, los fabricantes usan gabinetes con ductos en los pisos con lo que aseguran que se suministrará al equipo aire frío a la misma temperatura, creando una cámara plena de aire frío al frente del equipo. Esto garantiza que el equipo que se encuentra montado en la parte más alta del gabinete recibirá el mismo aire frío que el equipo que se encuentra en la parte inferior, eliminando la estratificación de la temperatura.

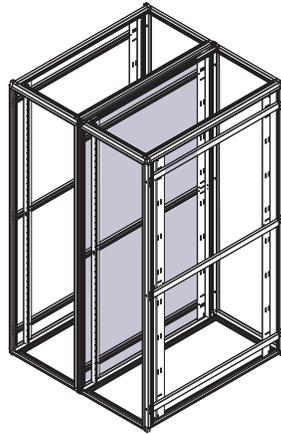
## 5. GENERALIDADES DEL GABINETE (CONTINUÍA)

### ACCESORIOS QUE AYUDAN AL FLUJO DE AIRE DENTRO DEL GABINETE

#### PANELES CIEGOS

Los paneles ciegos se usan para tapar todos los espacios vacíos de la estantería. Los paneles ciegos previenen la entrada de aire frío al gabinete, desviándolo del equipo y evitando que se mezcle con las emisiones de aire caliente. Una pared sólida de otro equipo o los paneles ciegos aseguran que el aire frío sólo pasará a través del equipo para disipar el calor. Los paneles ciegos proveen un medio sencillo y económico para ayudar a dirigir el aire frío; sin embargo, todos los espacios libres de la estantería deben sellarse para obtener resultados óptimos. Basados en el escenario planteado en la página 7 de este documento, el uso de paneles ciegos en todos los espacios de las estanterías puede ahorrar anualmente \$15,600 USD.

- Es el medio más utilizado para ayudar al flujo de aire del gabinete
- Previene la pérdida de aire frío del frente del gabinete
- Evita la recirculación
- Todos los fabricantes de servidores recomiendan el uso de paneles ciegos
- Los modelos incluyen paneles con acople, paneles de plástico grado plenum y los tradicionales paneles ciegos de metal



#### PANELES BARRERA (UBICADOS ENTRE GABINETES)

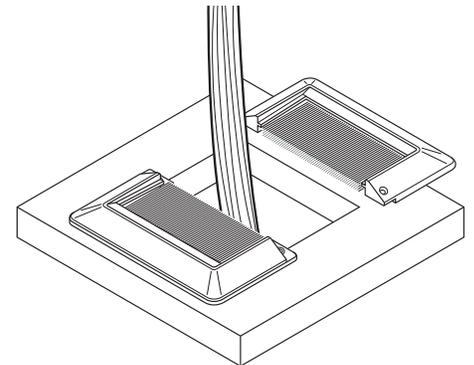
Es sumamente importante instalar paneles barrera entre gabinetes y como tapas de cierre para prevenir la recirculación inapropiada –un problema que surge cuando los gabinetes no están completamente llenos o cuando se utilizan servidores de diversos tamaños y cargas. Los paneles barrera sencillamente se colocan entre servidores para aislar cada gabinete y tener un mejor control del flujo de aire.

#### CEPILLOS

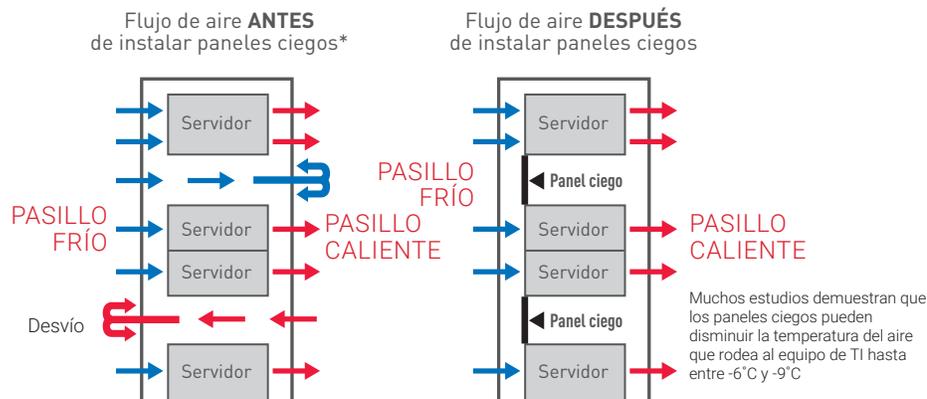
Los pisos elevados tienen más funciones que las de una cámara plenum que distribuye el aire frío al equipo de sistemas. También pueden convertirse en el principal medio de distribución de cables para el centro de datos. Es muy común que las conexiones de los cables de energía y datos entren al gabinete por espacios

cortados en la parte trasera. Sin embargo, es importante que el aire frío no se fugue por estas entradas de cable, ni por el piso, ni por el gabinete, mezclándose con las emisiones de aire caliente, lo que resultaría en el mismo efecto negativo de cuando el aire frío se desvía del equipo al mismo tiempo. Para prevenir este problema, los centros de datos usan cepillos para piso u otros productos que se aplican a los cables para bloquear el flujo de aire. Basados en el escenario de la página 7, el uso de cepillos ayuda a obtener un ahorro anual de \$15,000 USD.

Mientras que los materiales como el cartón o los aislantes pueden romperse y generar partículas que impregnen los servidores, los materiales certificados permiten que haya espacio para los cables y se acomodan firmemente alrededor de ellos para prevenir la fuga de aire frío. Es importante que las zonas con losetas que no se usen estén siempre selladas.



Muchos estudios indican que entre el 50% y el 80% del aire acondicionado escapa a través de cables mal sellados.



\*El aire desviado se mezcla con las emisiones de aire caliente.

**TODO AIRE FRÍO DEBE USARSE PARA ENFRIAR EL EQUIPO. SI SE MEZCLA CON LAS EMISIONES DE AIRE CALIENTE, EL AIRE FRÍO SE DESPERDICIA Y LA EFICIENCIA DISMINUYE**

## 6. MANEJO DE CABLES

El manejo de cables puede tener un impacto negativo en el enfriamiento si no tiene una estructuración y un mantenimiento apropiados.

Un mal manejo de cables puede ocasionar un flujo de aire pobre, una absorción excesiva de calor y un incremento en la desviación del aire frío.

### ENTRE LOS EFECTOS NEGATIVOS DE UN MAL MANEJO DE CABLES ESTÁN:

- Los soportes de los cables pueden impactar de forma adversa al flujo de aire
- Los cables colocados por donde pasa la corriente de aire caliente absorben y mantienen el calor dentro del gabinete
- Las líneas de cable que van del lado frío al lado caliente desvían el aire frío
- En general, el mal manejo de cables en exceso a través de todo el equipo produce bloqueos de aire
- Los cables que son demasiado largos para la aplicación, aquellos con amplios periodos de inactividad y los definitivamente inactivos dificultan la capacidad de enfriamiento
- Los cables de un largo excesivo y los alimentadores de energía que obstruyen el paso se convierten en un impedimento para el flujo de aire



### EL BUEN MANEJO DE CABLES SE ALCANZA CUANDO:

- Los cables se encuentran ordenados y amarrados cuando es posible
- Los cables se acomodan fuera de las corrientes de aire frío y caliente
- Se usa la longitud correcta de cable, y se evitan los amontonamientos o vueltas innecesarias
- Se utilizan gabinetes de mayor capacidad con almacenes verticales para manejo de cables, siempre que es posible
- Se utilizan dispositivos para bloqueo de aire alrededor de todos los puntos de salida de cables que van de los áreas frías a las calientes –incluidos cepillos, empaques y placas selladoras o cualquier otro artefacto que impida el flujo de aire
- Las tiras de VELCRO® reducen el amontonamiento de cables y los coloca fuera de las áreas de corrientes de aire
- Los almacenes verticales especiales para manejo de cables proporcionan soporte y espacio para ellos fuera de las áreas de corrientes de aire
- Los almacenes horizontales para manejo de cables, estratégicamente ubicados, proporcionan soporte y espacio, además de que enrutan los cables de izquierda a derecha, manteniendo el flujo de aire libre de obstrucciones
- Las fuentes de poder y los cables de energía están colocados fuera de las áreas de flujo de aire

VELCRO es una marca registrada de Velcro Industries B.V.

### VENTILADORES Y CHAROLAS

Para eliminar los puntos de calor dentro del gabinete, los ventiladores pueden dirigir la emisión de aire caliente del gabinete al área de calor. Las charolas de 19" (48 cm) montadas en la estantería sobre el equipo dentro del gabinete, generalmente se utilizan para eliminar los puntos calientes de la parte superior. Ventiladores estratégicamente colocados en todo el gabinete pueden ayudar a la disminución de puntos calientes.



## 7. CONFIGURACIONES DEL GABINETE

Los gabinetes proporcionan más servicios que los de sólo un apoyo para el equipo de redes. En realidad son la clave para el buen funcionamiento de todos los sistemas del centro de datos, garantizando la interoperabilidad del equipo montado en cada una de la estanterías. Las certificaciones TIA/EIA son útiles como guía de diseño para asegurar que tanto la operación del equipo como los gabinetes están sincronizados entre sí.

Las configuraciones de los gabinetes incluyen aspectos críticos en el mantenimiento de un centro de datos eficiente y operativo, incluyendo:

- Soporte físico del equipo
- Soporte de las líneas de cable superiores, interiores e inferiores (por debajo del piso)
- Fácil acceso al equipo
- Control de acceso (previene el acceso no autorizado al equipo)
- Puntos de entrada para el cableado del equipo
- Manejo de cables

- Manejo térmico
- Vista estética
- Flexibilidad y expandibilidad para futuras actualizaciones del centro de datos

Existen muchas opciones para configurar los gabinetes, diseñadas para proveer la cantidad de flujo de aire y enfriamiento que los servidores requieren. Las opciones van desde las más sencillas y económicas hasta las más complejas y costosas, con capacidades proporcionales al precio. De cualquier forma, el objetivo de cada configuración es el mismo: ayudar a suministrar la cantidad necesaria de aire frío a cada servidor.

La distribución del centro de datos, el tipo de equipo instalado y la cantidad de energía necesaria, así como el calor generado, se encuentran dentro de los factores que determinan los requerimientos de cada gabinete. La variedad de gabinetes instalados está definida por las diferentes necesidades del centro de datos. El continuum de gabinetes –del pasivo, considerado como el más sencillo, al integrado– provee una guía general de las configuraciones existentes.

El **equipo** deberá ser de máximo 17.72" (45 cm) de ancho; el espacio entre los ángulos de cada estantería para equipo de 19" (48 cm) deberá ser de por lo menos 17.75" (45.1 cm). La distancia entre perforaciones para una estantería con entrepaños de 19" (48 cm) es de 18.312" (46.5 cm)

LOS FABRICANTES DE EQUIPOS Y GABINETES SE SUMAN A LOS ESTÁNDARES EIA 310 PARA ASEGURAR QUE EL EQUIPO CABRÁ DENTRO DEL GABINETE

### CONTINUUM DE LA CLIMATIZACIÓN

#### Centros de datos del futuro



## 7. CONFIGURACIONES DEL GABINETE (CONTINUÍA)

### CENTROS DE DATOS ALEATORIOS

La parte más sencilla del espectro de la climatización comienza con los diagramas de organización de los centros de datos. En los centros de datos aleatorios los gabinetes no están organizados para distribuir la entrada de aire frío o las emisiones de aire caliente. La disipación de calor se realiza al llevar las corrientes de aire caliente por arriba de los gabinetes para evitar conducir este aire caliente hacia otros gabinetes de la red. A pesar de que aún puede encontrarse en algunos centros de datos antiguos, las orientaciones aleatorias de los gabinetes han sido reemplazadas

#### Tendencias de los centros de datos

Los diseños de los centros de datos siguen en evolución, y los gabinetes cambian con ellos. Actualmente, las configuraciones de cámaras de calor/frío son el estándar, aunque a medida que las necesidades de disipación se han incrementado, las distribuciones más sofisticadas han aumentado también su popularidad.



por las cámaras de calor/frío, así como por otros sistemas más complejos.

### ENFRIAMIENTO ACTIVO VS. PASIVO

Los centros de datos usan ventiladores para dirigir el PCM.

Todas las configuraciones de gabinete utilizan gabinetes pasivos o activos, dependiendo de las necesidades de enfriamiento.

#### CLIMATIZACIÓN PASIVA

Los gabinetes pasivos están diseñados para maximizar la capacidad del equipo montado de enfriarse por sí mismo, usando sus propios ventiladores. En este método, las corrientes de aire se producen por medio de un equipo de redes (por ejemplo, los ventiladores de los servidores). Factores a considerar:

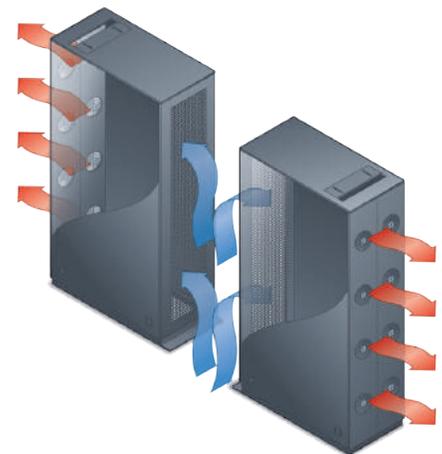
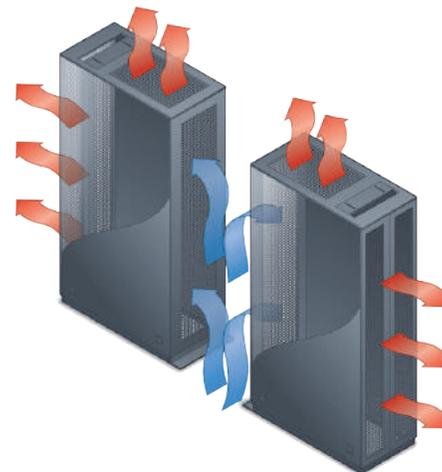
- El flujo de aire no debe estar restringido:
  - Los cables deberán estar bien acomodados
  - Deberá cumplirse con los requerimientos sobre espacios abiertos
- La disipación del calor dependerá del PCM del equipo:
  - 1 y 2 servidores RU tienen un PCM limitado
  - Los chasis de los servidores Blade utilizan ventiladores más grandes que pueden producir un mayor PCM

#### CLIMATIZACIÓN ACTIVA

Mientras el enfriamiento pasivo es producido únicamente por el equipo de sistemas (servidores e interruptores) y sus ventiladores, los gabinetes activos utilizan ventiladores adicionales estratégicamente colocados para suministrar flujo de aire e incrementar la disipación del calor. Estos ventiladores se usan para bombear aire frío al equipo de sistemas y/o como auxiliar en la eliminación de las emisiones de aire caliente dentro del gabinete, conduciéndolo a la cámara de calor o incluso hacia las unidades CRAC/CRAH. Por ejemplo, agregar ventiladores a la puerta posterior del gabinete puede "super integrar" el

equipo y con ello aumentar el desempeño térmico incrementando el flujo de aire, lo que aumentará dramáticamente la disipación de calor. Factores a considerar:

- La climatización activa suministra un aumento en el PCM
- Los ventiladores comúnmente se localizan al lado de las emisiones de calor de los servidores
  - Las puertas posteriores son el lugar más utilizado
  - Los ventiladores también pueden montarse sobre la cubierta, lo cual no es lo más recomendable
- Los cables deberán estar bien acomodados para no interferir con el flujo de aire.



## 7. CONFIGURACIONES DEL GABINETE (CONTINUÍA)

### CONFIGURACIÓN DE GABINETE CON CÁMARAS DE CALOR/FRÍO

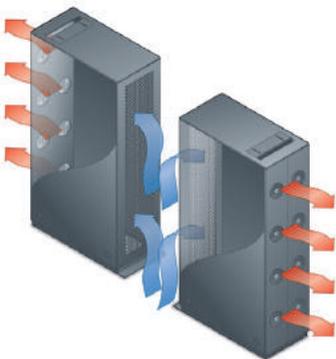
Al utilizar gabinetes activos o pasivos para enfriar el equipo, las cámaras de calor/frío están diseñadas para separar las emisiones de aire caliente de la entrada de aire frío. Las unidades CRAC/CRAH se encuentran colocadas estratégicamente para absorber el aire caliente, reciclarlo para eliminar el calor y devolverlo a las cámaras de frío. Los gabinetes están instalados frente a frente en ambos lados de las cámaras. La espalda de los gabinetes se encuentra con la espalda de los gabinetes de la hilera siguiente, y el patrón continúa.

Los gabinetes en ambos lados de la cámara fría absorben el aire frío con sus tomas frontales y, una vez que es utilizado, emiten el aire caliente por la parte posterior, creando las cámaras de calor que alternan con las cámaras de frío. Este diseño de las cámaras de calor/frío es mundialmente aceptado y actualmente es el la más común de las configuraciones.

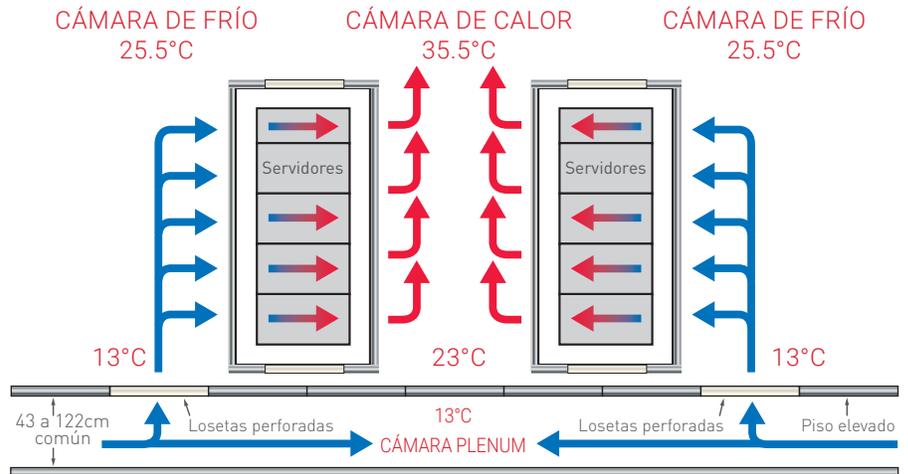
#### CONCEPTOS CLAVE

- Los servidores absorben el aire frío del frente para enfriarse a si mismos y expulsan las emisiones de calor por la parte posterior de los gabinetes

## EL AIRE FRÍO QUE SE MEZCLA CON EL AIRE CALIENTE SIN PASAR POR EL EQUIPO ES UN DESPERDICIO



### Variaciones de temperatura de la cámara de calor/frío



- Debe utilizarse todo el aire frío para eliminar el calor del equipo

En las configuraciones de cámara de calor/frío, los gabinetes juegan un papel muy importante en la administración del flujo de aire desde y hacia el equipo instalado. El objetivo es asegurar que sólo el aire frío sea usado para enfriar el equipo de redes, y el gabinete ayuda a lograr este objetivo al proveer vías de absorción y expulsión para que el aire frío no se desvíe de las cámaras de frío y se mezcle con las emisiones de aire caliente. De acuerdo al escenario establecido en la página 7, el diseño optimizado de un gabinete que evita que el aire frío se mezcle con el aire caliente ahorra anualmente \$40,000 USD.

#### CONDICIONES COMUNES DE LAS CÁMARAS DE CALOR/FRÍO

- Temperatura de la cámara de frío = 14° to 25.5°C
- Temperatura de la cámara de calor = 23° to 35.5°C
- Promedio  $\Delta T$  = -6° a -9°C
- Cada loseta de la cámara de frío provee de 200 a 500 PCM
- Las temperaturas más frías siempre se registran en la base del piso

#### DENSIDADES EN LAS CÁMARAS DE CALOR/FRÍO

A pesar de que el diseño de las cámaras de calor/frío (*Hot Aisle/Cold Aisle*, HACA por sus siglas en inglés) es muy utilizado en un amplio número de centros de datos, sus limitaciones son muy evidentes, toda vez que más servidores tipo Blade son utilizados. Una vez que las densidades aumentan a 5kW o más, el diseño tradicional HACA se ve en dificultades para manejar las cargas de calor resultantes. Las disposiciones que usan las losetas tradicionales con un 25% de espacio abierto —que permite un promedio de 300 a 500 PCM de aire frío— sólo puede ayudar a la disipación de calor del servidor o cualquier otro equipo de TI de 3 a 5 kW.

Para integrar los puntos calientes en este diseño y acomodar las cargas de calor, muchos administradores de TI escogen losetas tipo parrilla que pueden distribuir entre 700 y 900 PCM. El uso de pisos que alcanzan un mayor porcentaje de espacio abierto incrementa la disipación de calor de todo el gabinete hasta en 8kW, si es que la unidad CRAC/CRAH provee el PCM necesario. Aún así, esto mantiene los gabinetes casi vacíos debido al límite en la disipación de calor. Además, este aumento en el enfriamiento puede crear un nuevo punto de calor al usar la capacidad de enfriamiento de otra área si las losetas no están instaladas de forma apropiada. Instalar losetas tipo parrilla requiere de un cuidadoso análisis del ambiente en el que se encuentra la TI.

## 7. CONFIGURACIONES DEL GABINETE (CONTINUÍA)

### HACA

El diseño HACA fue creado para ayudar a la distribución del flujo de aire. A pesar de la lógica del acomodo inicial, las cargas actuales de calor sobrepasan la capacidad de este esquema. Muchos estudios sobre centros de datos indican que, en promedio, en HACA sólo se utiliza el 40% de la capacidad de enfriamiento, debido al desvío y sobrealimentación del aire frío utilizado para eliminar los puntos calientes. A pesar de la inmensa sobrealimentación de aire frío, aproximadamente el 10% de la mayoría de las estanterías dentro de los centros de datos presentan puntos calientes. Asegurar que el flujo de aire alcance las áreas apropiadas es la clave de un diseño efectivo y eficiente para centros de datos.

### CENTROS DE DATOS TRADICIONALES CON DISEÑO HACA

La mayoría de los centros tradicionales con diseño HACA cuentan con las siguientes características:

- Sistemas de aire (normalmente en el perímetro de las unidades CRAC/CRAH) que suministran aire frío a 13°C vía los ductos de por debajo del piso elevado o de la parte superior
- Uso de losetas perforadas
- El diseño HACA estándar incluye un mínimo de 4 pies (1.2 m) de separación en las cámaras de frío y 3 pies (90 cm) en las cámaras de calor

A pesar de ser muy común, este diseño es ineficiente. Las causas más frecuentes de ello son las siguientes:

**Flujo de aire desviado** – El término de aire desviado se refiere al aire frío acondicionado que fluye por las tomas de aire del equipo y se mezcla con las emisiones de aire caliente. El aire desviado puede fluir por entre los espacios vacíos de las UR, alrededor de los ángulos de montaje, por arriba y abajo del equipo, a través de las perforaciones para cables y por otras áreas.

**Recirculación** – Cuando el aire caliente de los servidores, o de otro equipo de TI, es emitido, puede recircular por sí mismo a una temperatura más elevada. Esto ocurre debido al aire caliente en recirculación arriba del gabinete o al lado de una línea final de gabinetes, y afecta a las cargas en

la parte más alta del mismo. El camino más corto para la recirculación de aire es el que pasa directamente por la misma emisión de aire caliente del equipo. Los paneles laterales y los paneles ciegos frontales son sumamente importantes para prevenir la recirculación.

**Estratificación del aire** – En un centro de datos, al efecto de capas con gradientes de temperatura, desde la base hasta la cubierta del gabinete, se le conoce como estratificación del aire. En una locación con un tradicional piso elevado el aire es suministrado a 13°C a través de las losetas perforadas. Una vez que el aire frío entra al centro de datos, se calienta rápidamente a medida que va subiendo. ASHRAE recomienda que la temperatura de aire asignada a las tomas de aire del servidor se mantenga entre 20°C y 25°C —a pesar que en los puntos más altos del gabinete el aire pueda alcanzar 32°C. Los administradores del centro de datos deben combatir este efecto para lograr un enfriado eficiente en los entrepaños más altos de la estantería, pero en su intento por ajustar el incremento de temperatura, muchos administradores suministran demasiado aire frío. La mejor solución es evitar el desvío del flujo de aire y la recirculación, en lugar de abastecer con más aire frío.

### LAS VENTAJAS DE CAMBIAR DE HACA A UN DISEÑO DE ACOPLAMIENTO CERRADO

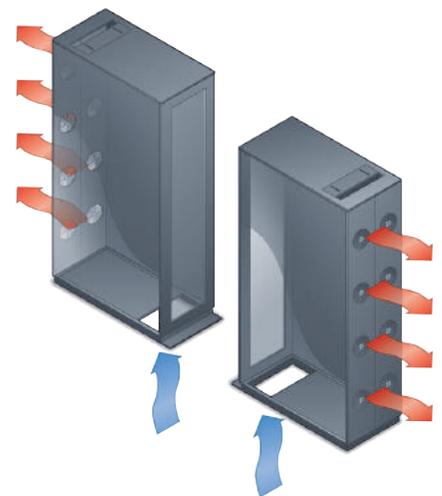
Para centros de datos de alta densidad, un diseño de acoplamiento cerrado puede resolver los problemas e insuficiencias de un diseño HACA. Un diseño de acoplamiento cerrado, toma todo el aire suministrado por las unidades CRAC/CRAH y lo envía al equipo montado en la estantería. Hay cuatro distribuciones básicas que pueden utilizarse con un diseño de acoplamiento cerrado:

- Solución con ductos en el piso
- Chimenea —o ducto vertical directo de emisiones
- Aire frío o contención de la cámara de frío
- Aire caliente o contención de la cámara de calor



### SOLUCIÓN CON DUCTOS EN EL PISO

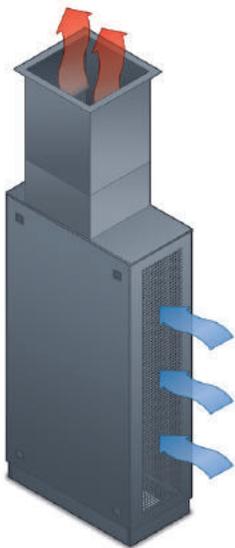
En este tipo de configuración activa, el gabinete integra un piso elevado dentro de su diseño para disipar calor (consulte Pisos elevados vs. pisos no elevados, página 5). Los ductos y un área cerrada al frente del equipo garantizan que cada dispositivo dentro del gabinete sea provisto de aire frío de forma uniforme, sin importar la posición del gabinete. Sin embargo, el desempeño óptimo depende del equilibrio apropiado entre los flujos de aire que entran y salen. Si están bien diseñados, los gabinetes con ductos en el piso proveen gran eficiencia en la disipación de calor y el trabajo de enfriamiento.



### **SISTEMAS CON CHIMENEA, DUCTO DIRECTO-VERTICAL PARA EMISIONES**

La clave para contar con un centro de datos eficiente —que se traduce en un incremento en la capacidad y una disminución en los costos de la energía— depende de una climatización efectiva, que a su vez depende de la correcta separación de aire caliente y aire frío, así como del control y direccionamiento de las tomas de aire. La aplicación de la chimenea, un método de ducto directo, consiste en un sistema pasivo que previene que las emisiones de aire caliente recircule y se mezcle con el aire frío que se suministra al equipo activo. El escenario del centro de datos de la página 7 muestra que usar el método de la chimenea puede ahorrar anualmente \$40,000 USD.

Los sistemas de emisiones manejados y contenidos son ideales tanto para los pisos elevados como para las aplicaciones en bloque. El hecho de que las emisiones de aire caliente estén contenidas y sean dirigidas de vuelta a las unidades de enfriamiento, permite que el aire frío sea provisto de muchas formas: desde arriba, por el perímetro, a través del piso elevado, etc.



### **GABINETE CON CHIMENEA**

Los gabinetes con chimenea están integrados con una cubierta con ductos que dirigen las emisiones de aire caliente, ya sea a un plafón (que actúa como cámara plenum) o por otros ductos que después dirigen el flujo de aire a las entradas de las unidades CRAC/CRAH. El plenum en el techo tiene una ligera disminución con relación a la presión del cuarto, lo que ayuda a eliminar las emisiones de aire caliente del centro de datos.

### **MANEJO DEL FLUJO DE AIRE**

Proveer una vía de flujo de aire sin obstáculos para las emisiones de aire caliente es de suma importancia para asegurar que el calor será eliminado del gabinete o de la cámara de calor. Para obtener el manejo apropiado del flujo de aire, las siguientes consideraciones deben ser tomadas en cuenta:

- Todas las emisiones de el equipo TI deben tener una vía de retorno directo a las unidades CRAC/CRAH, evitando la mezcla de aire caliente/frío de arriba y los lados y permitiendo el trabajo de la unidad CRAC/CRAH al suministrar aire más caliente al retorno.
- El suministro de temperatura (aire frío) puede aumentar hasta el nivel superior indicado por ASHRAE, 25°C.
- Todo el aire frío suministrado al equipo activo es utilizado, y el aire de entrada es más flexible —no sólo el suministrado a través de las losetas del piso frente al servidor. El aire frío puede tomarse de cualquier parte del cuarto.
- En caso de que existiera una falla en la unidad CRAC/CRAH, la gran masa de aire frío permite un lapso de tiempo significativo en el que el centro de datos seguira en operación, permitiendo la compostura sin necesidad de cerrar el centro por completo.

## EL GABINETE CLIMATIZADO CON CHIMENEA ES UNO DE LOS MEDIO MÁS EFICIENTES DE MANEJAR EL FLUJO DE AIRE PASIVO EN UN CENTRO DE DATOS



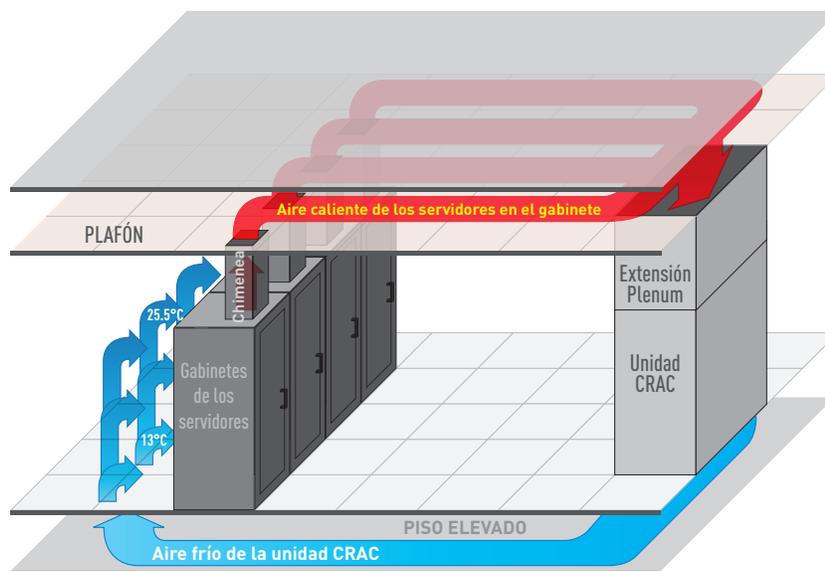
## 7. CONFIGURACIONES DEL GABINETE (CONTINUÍA)

### VENTAJAS DEL MÉTODO DE LA CHIMENEA

- Muchos estudios indican que el método de la chimenea disminuye los costos de climatización del sistema por lo menos un 25%
- Baja inversión inicial; no incurre en gastos de mantenimiento
- La cantidad de unidades CRAC/CRAH puede reducirse o aumentar la capacidad de enfriamiento
- Los gabinetes no necesitan tener una configuración de cámaras de calor/frío
- Algunos estudios han medido el éxito en la extracción de las cargas de calor de hasta 20kW

### MEJORES PRÁCTICAS PARA LA CHIMENEA

- Todos los espacio vacíos de la UR deben ser cerrados con paneles ciegos y cualquier apertura frontal debe sellarse.
- El espacio posterior del equipo de sistemas (servidores) deberá estar libre de obstrucciones (cables, líneas de energía, etc.) para evitar "ahogar" el flujo de las emisiones de aire caliente. La puerta trasera debe ser uniforme, no perforada; esto forzará la corriente de aire hacia la chimenea.
- La base trasera del gabinete debe ser analizada. Si hay evidencia de fugas de calor, se debrán instalar placas deflectoras para poder dirigir el flujo de aire a la parte superior o exterior del gabinete (ver la imagen a la derecha).
- Las líneas de cable deberán estar siempre enrutadas hacia arriba y por el frente del gabinete.
- Los gabinetes más anchos y profundos cuentan con mayor espacio detrás de los sevidores, dejando suficiente área para emisiones y para eliminar el aire caliente.
- Tome precauciones cuando instale el equipo en la parte más profunda de la cubierta superior del gabinete, ya que



este acomodo puede crear puntos de obstrucción.

### CAPACIDAD DE DISIPACIÓN DE CALOR

La cantidad de calor que puede ser procesada exitosamente a través del uso de un sistema con ductos para aire caliente se incrementa significativamente: una cifra común son más de 20kW. Como estos sistemas separan y direccionan los flujos de aire, incrementan su eficiencia y disminuyen costos de operación. El método de la chimenea reduce el desperdicio de aire frío hasta en un 99%, y menos de un 1% del aire frío se mezcla con las emisiones de aire caliente.



La placas deflectoras para la parte trasera dirigen de forma eficiente el flujo de aire caliente a la chimenea instalada sobre la cubierta.

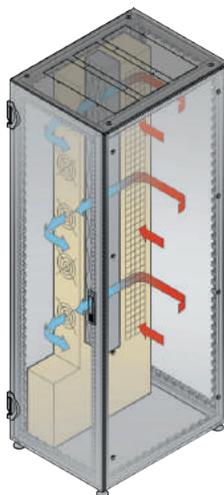
### REFRIGERACIÓN LÍQUIDA (AGUA Y REFRIGERANTE)

La refrigeración líquida no es asunto nuevo en los centros de datos. En el pasado las computadoras maestras y actualmente las unidades CRAC/CRAH requieren de líneas de agua helada para eliminar el calor que generan. El uso de convección o de aire para enfriar los equipos de redes proveen una solución limitada, y algunos centros de datos podrían requerir de métodos adicionales de enfriamiento. El enfriamiento líquido provee un gran incremento en la capacidad de disipación de calor del aire: el agua es 3,647 veces más eficaz que el aire para eliminar el calor. Basado en el escenario presentado en la página 7, el método de gabinete cerrado con refrigeración líquida ahorra anualmente \$286,600 USD en uso de energía.\*

Mientras más cercana esté la unidad de enfriamiento a la fuente de calor, más eficaz será la transferencia de calor y, gracias a esto, el costo de operación es menor. El concepto es simple: un tanque de agua entubada en la cubierta del procesador transfiere el calor más eficientemente que el aire que pasa por un tanque de calor y viaja hasta la unidad CRAC/CRAH. El mismo concepto aplica a las super computadoras que cuentan con el tablero y procesador completamente sumergidos en un líquido.

Los sistemas de enfriamiento líquido consisten en intercambiadores de calor ubicados dentro o cerca del gabinete.

Los ventiladores mantienen el aire en circulación a través de componentes activos, y los intercambiadores de calor suministran un líquido helado que es usado



como transmisor de calor. Una vez que el líquido se calienta se retira del gabinete. Esta configuración se conoce como un diseño de acoplamiento cerrado, o circuito cerrado.

#### LIMITACIONES DEL ENFRIAMIENTO DE AIRE

La discusión sobre las limitaciones del enfriamiento de aire casi siempre generan calurosos debates. Ciertas variables pueden ser manipuladas para mostrar la disipación de calores extremos a partir de soluciones sólo con aire. Adicionalmente, puede ser difícil detectar y calcular los efectos de las obstrucciones que se localicen tanto en el piso elevado como dentro del centro de datos. Variables del tipo de las losetas, los sellos en las aberturas, los paneles ciegos, las perforaciones y mucho más pueden impactar de manera importante los cálculos sobre la capacidad de enfriamiento. En general, los diseños

## EL ENFRIAMIENTO LÍQUIDO REDUCE EL COSTO DE ENERGÍA ENTRE UN 30% Y UN 40% COMPARADO CON LA CLIMATIZACIÓN TRADICIONAL USANDO PISOS ELEVADOS EN LOS CENTROS DE DATOS

estándar de cámaras de calor/frío casi siempre comienzan a alcanzar su límite aproximadamente cuando llegan a 6 a 8 kW por estantería. Para alcanzar cifras cercanas y arriba de los 12 kW por estantería con enfriamiento de aire, cierta clase de separación física, como una barrera, es requerida para prevenir que el suministro de aire frío se mezcle con el aire templado que regresa. (Consulte las secciones de chimenea y soluciones de contención para mayor información.) Es muy importante destacar que el límite teórico para el enfriamiento de aire se basa más en el tipo de servidor que en el tamaño del cuarto que lo aloja. El fabricante de servidores debe suministrar el sistema interno de operación térmica para enfriar el CPU utilizando los ventiladores internos del servidor.

\* Nota: El enfriamiento líquido permite una mayor densidad (menos gabinetes y un centro de datos más pequeño) que no está calculado en los ahorros. El enfriamiento líquido es una solución en sí mismo no acumulativo a otras actividades.

## 7. CONFIGURACIONES DEL GABINETE (CONTINUÍA)

### VENTAJAS DEL ENFRIAMIENTO LÍQUIDO

- Mayor capacidad de eliminación de calor
- Disminución del sonido acústico
- El enfriamiento líquido elimina la estratificación térmica, que ocurre cuando el aire frío se instala al fondo de la estantería y el aire caliente viaja a la parte superior, permitiendo el incremento en la entrada de aire con temperaturas de hasta 26.5°C, reduciendo las necesidades de energía
- Funciona en un ambiente de pisos no elevados, ya sea incluyendo tubería a través del piso o instalándola en un pedestal debajo del gabinete
- Los centros de datos que existen actualmente separan la ubicación de los servidores de alta densidad, requiriendo una mayor cantidad de gabinetes y espacio. Agrupar las cargas de calor de alta densidad dentro de los gabinetes de enfriamiento líquido liberará espacio en el piso del centro de datos. Este acercamiento trabaja bien cuando el CRAC/CRAH existente ha sido utilizado al máximo y el administrador del centro de datos necesita servidores adicionales.
- Las necesidades de flujo de aire y enfriamiento no son influidas o aumentadas gracias a la autocontención de los gabinetes de enfriamiento líquido
- El líquido es 3,467 veces más eficaz que el aire para disipar calor. Por ejemplo, un ventilador enfriador de aire de ¼ HP, provee de 1,000 PCM en un ducto de 20" (50 cm, que equivale a enfriamiento líquido con una bomba de 1/10 HP que suministra 2 GPM en un tubo de 1" (2.54 cm).
- Las mayores temperaturas de agua congelada evitan los problemas de humidificación, que disminuye la eficiencia e incrementa los costos de energía

### DESVENTAJAS Y CONSIDERACIONES AL DISEÑO

- Preocupación por tener agua en el centro de datos
- La inversión inicial de los gabinetes es alta

- La inversión inicial del gabinete y el mantenimiento en curso

### TIPOS DE SOLUCIONES CON ENFRIAMIENTO LÍQUIDO

- Gabinetes de soporte independiente
  - Gabinetes completamente cerrados, sellados desde el exterior
  - Intercambiadores de calor líquido a aire, se localizan dentro del gabinete y produce una gran cantidad de aire frío con propósitos de enfriamiento
  - Los sonidos generados por los servidores se contienen dentro de un gabinete sellado, produciendo un sistema sumamente silencioso
  - Pueden usarse como gabinetes a distancia localizados afuera del centro de datos.
- Enfriamiento de las filas por encima del gabinete
  - Los intercambiadores de calor están ubicados para atrapar las emisiones de aire caliente, eliminar el calor vía agua helada y/o refrigerante, y depositar el aire frío dentro de las tomas de aire de los servidores
  - Puede usarse como un sistema complementario o primario de enfriamiento
  - Puede usarse en piso de concreto
  - Capacidad de modernización para los centros de datos existentes
- Enfriamiento en línea con contención
  - El aire frío es suministrado a la cámara fría
  - Puede usarse como sistema de enfriamiento complementario o primario. Esta solución requiere de espacio en el piso para instalar la unidad de enfriamiento en línea.
  - No es necesario el piso elevado para el sistema de enfriamiento cuando se usa como sistema primario

El enfriamiento líquido no es un sistema independiente diseñado a la vanguardia para manejar todas las cargas de calor de un centro de datos, sino que forma parte de un sistema completo de enfriamiento. Muchos usuarios finales agrupan las

**Humidificación,** el proceso de agregar o eliminar agua del aire, consume energía. Mientras que la ASHRAE recomienda una humedad relativa del 40% al 55%, una temperatura más alta de agua helada muchas veces evita la necesidad de humidificación.

cargas de calor extremo en un área limitada del centro de datos para que las áreas restantes tengan cargas de bajo calor, haciendo que los gabinetes estándar sean aceptados para estas áreas. Los gabinetes de enfriamiento líquido casi siempre proveen una solución idónea en configuraciones donde un centro de datos ya existente está cerca de su capacidad máxima de enfriamiento y cuando existe una línea de suministro de agua. En estas situaciones, para alojar las altas cargas de calor, se puede agregar una hilera de gabinetes con enfriamiento líquido. Las aplicaciones de alta densidad deben estar dirigidas, la carga de enfriamiento para todo el resto del centro de datos habrá disminuido y en el futuro los incrementos podrán ser manipulados.

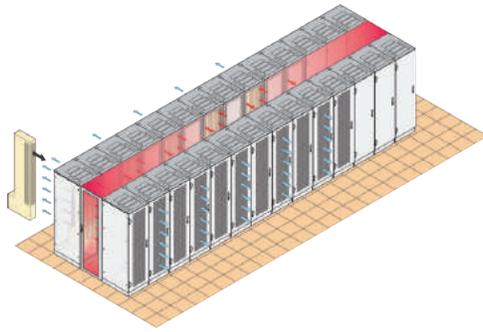


### SISTEMAS DE CONTENCIÓN CÁMARA DE CALOR/CÁMARA DE FRÍO

Ambos sistemas, contención por cámara de calor (*Hot Aisle Containment*, HAC por sus siglas en inglés) y contención por cámara de frío (*Cold Aisle Containment*, CAC por sus siglas en inglés), mejoran en gran medida la eficiencia de la climatización del centro de datos al separar las corrientes de aire frío y caliente, evitando que se mezclen. Pueden utilizarse en pisos elevados o al ras del piso, dependiendo de las necesidades del centro de datos. El uso de sistemas de contención reduce dramáticamente los costos de energía, disminuye los puntos de calor y optimiza la huella de carbón producida por el centro de datos. El principio básico de diseño es el de encapsular dentro del gabinete las cámaras de calor o de frío empleando puertas para cada cámara, plafones y sellado interno.

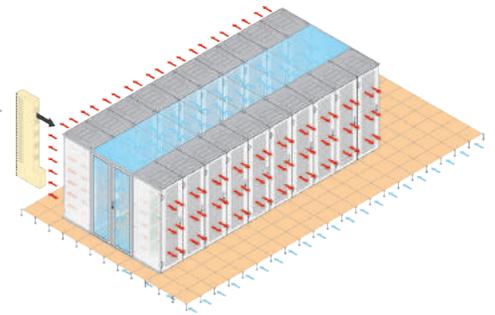
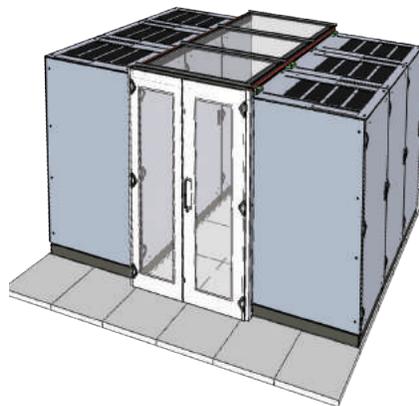
#### VENTAJAS DE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN:

- Los sistemas de enfriamiento pueden programarse a una temperatura mayor y aún con ello suministrar suficiente aire frío a los servidores ya que el aire frío y las emisiones de aire caliente no se mezclan. Varios estudios estiman que en un sistema tradicional de cámaras de calor/frío, hasta un 40% del aire frío suministrado es desperdiciado porque el aire caliente pasa por alrededor y entre los gabinetes, reduciendo su aprovechamiento.
- Una vez que la contención se lleva a cabo, el incremento en la capacidad de la climatización —gracias a la separación entre aire caliente y aire frío— hace posible aumentar la cantidad de cargas de calor por estantería (es decir, es posible el enfriamiento de más servidores).
- Los sistemas de contención son capaces de controlar los flujos de aire y permitir una mayor entrada de temperaturas en operación, reduciendo y, en muchos casos, eliminando, la necesidad de humidificación. A menor humidificación mayor eficiencia y menor uso de energía.



#### CONTENCIÓN DE LA CÁMARA DE CALOR (HAC)

El aire caliente es contenido en la cámara de calor y redirigido a las unidades de enfriamiento. Las emisiones de aire caliente son retornadas a las unidades CRAC/CRAH por medio de ductos o acondicionadas localmente por una fila de unidades de enfriamiento primario. Las HAC pueden ser usadas tanto en pisos elevados como no elevados. Ahora es común que algunos centros de datos de alta densidad ubicados al ras de piso cuenten con ductos para la cámara de calor en la parte superior y exterior de las unidades de enfriamiento, ubicados en el techo o en una pared externa. En el enfriamiento en línea las unidades se instalan cerca de la fuente de calor, lo que mejora la eficiencia del manejo de aire en general ya que el aire debe recorrer menos distancia. El escenario de la página 7 muestra los ahorros anuales de \$175,600 USD gracias a la contención por cámara de calor.



#### CONTENCIÓN POR CÁMARA DE FRÍO (CAC)

El aire frío es contenido en la cámara de frío, asegurando que todo el equipo utiliza este aire en el enfriamiento. Se evita que el aire caliente entre a la cámara. Las CAC pueden utilizarse con pisos elevados o no elevados y pueden actualizarse fácilmente. Esta configuración puede complementarse con climatización externa, en donde el aire frío es suministrado por unidades CRAC/CRAH perimetrales —comunemente utilizadas a través de pisos elevados— o por climatización interna, un método que incluye la instalación de una fuente de enfriamiento entre o arriba de las estanterías.

Los resultados de numerosos estudios apoyan este acercamiento. En 2007 un estudio de *Pacific Gas and Electric* indicó que es posible un ahorro del 20% en el costo de la operación de enfriamiento gracias al uso del sistema de CAC en comparación con los diseños tradicionales de cámaras de calor/frío, mientras que el laboratorio *Lawrence Berkley National* descubrió que la electricidad utilizada para transportar el suministro de aire frío podría reducirse hasta en un 75%.<sup>1</sup>

Adicionalmente, muchos estudios independientes muestran que los costos de energía relacionados con la climatización pueden disminuir hasta un 30% con un sistema CAC. Con base en el escenario presentado en la página 7, La contención por cámara de frío provee un ahorro anual de \$135,600 USD.

<sup>1</sup>Gartner, 2008. McGuckin, Paul. *Cool More With Less in Your Data Center*.

## 7. CONFIGURACIONES DEL GABINETE (CONTINUÍA)

Contención por cámara de calor		Contención por cámara de Frío		
	Enfriamiento externo – unidad CRAC perimetral	Enfriamiento interno – unidad instalada dentro de la estructura de contención	Enfriamiento externo – unidad CRAC perimetral	Enfriamiento interno – unidad instalada dentro de la estructura de contención
Solución de climatización enfocada	Distribución abierta de aire frío – sujeta a mezclas e interrupciones	Distribución abierta de aire frío – sujeta a mezclas e interrupciones	Enfriamiento enfocado a la toma de aire de los servidores	Enfriamiento enfocado a la toma de aire de los servidores
Eficiencia de la energía	Mejora en comparación a las soluciones HACA tradicionales	Mejora en comparación a las soluciones HACA tradicionales – enfriador instalado cerca de la fuente de calor	Normalmente mejora la eficiencia de la energía en un 30%	La mejor solución para lograr la eficiencia de la energía – puede mejorar la eficiencia total del sistema entre un 30 y un 40%
Requerimientos de actualización	Se requieren de plafones, puertas y ductos hacia las entradas de la unidad CRAC/CRAH	De entre las cuatro, es la solución más difícil de actualizar	De entre las cuatro, es la solución más fácil de actualizar. Se requieren plafones y puertas.	Se proveen plafones, puertas y unidades de enfriamiento.
Capacidad de manejo de aplicaciones de alta densidad	Depende del diseño – normalmente es posible de 10-15 kW por estantería	Es posible alcanzar más de 30 kW por estantería	Depende del diseño – normalmente es posible alcanzar 10-15 kW por estantería	Es posible alcanzar más de 30 kW por estantería
Uso de agua	No requiere agua	Requiere de bombeo de agua hacia el intercambiador de calor a través del centro de datos	No requiere agua	Requiere de bombeo de agua o refrigerante a la unidad de enfriamiento
Requerimientos de espacio de piso	No requiere espacio adicional	Requiere espacio adicional en pisos para las unidades de los gabinetes de montaje lateral	No requiere espacio adicional	Requiere espacio adicional en pisos para las unidades de los gabinetes de montaje lateral
Transmisión térmica	Limitada por la reducción del espacio aéreo disponible	Limitada por la reducción del espacio aéreo disponible	Limitada por la reducción del espacio aéreo disponible	Limitada por la reducción del espacio aéreo disponible
Flexibilidad en la configuración	Servicio limitado al panel lateral debido al ambiente con altas temperaturas	Servicio limitado al panel lateral debido al ambiente con altas temperaturas	Sin limitantes	Sin limitantes

### VENTAJAS DE LOS SISTEMAS

#### HAC Y CAC

- El HAC produce un incremento en la eficacia de la unidad de enfriamiento toda vez que el aire caliente se envía por medio de un ducto directamente a la unidad CRAC/CRAH
- Los HAC y CAC reducen el costo de la energía y la transforman en una solución verde de climatización
- Es posible utilizar equipos con densidades más altas (mayor carga de kW por gabinete), liberando espacio para una futura expansión
- Proveen un diseño de centro de datos planeado para el futuro; elimina la necesidad de comprar unidades CRAC/CRAH adicionales y evita requerimientos de expansión costosos
- Disminuye la acústica

#### DESVENTAJAS DE LOS SISTEMAS

#### HAC Y CAC

- El HAC requiere de canalización completa del aire caliente hacia la toma de aire de la unidad CRAC/CRAH
- El HAC requiere espacio en la parte superior para instalar el plenum/ductos, lo que podría convertirse en una dificultad al momento de necesitar actualizar el diseño
- Los sistema CAC con enfriamiento interno adicional ocupan espacio que se resta del de las unidades de enfriamiento adicionales montadas en los laterales

- El CAC requiere que el área encapsulada sea provista de suficiente CPM de aire frío para cumplir con las necesidades del equipo

#### CONSIDERACIONES DEL DISEÑO

- Existen requerimientos que solicitan la colocación de dispositivos contra incendios (supresores/aspersores), varían de región en región; las cortinas de plástico cada vez son más populares ya que tienen la capacidad de separar el flujo de aire, además de que en el caso de un incendio se derriten a 54°C
- Estética y accesibilidad, el diseño de las cámaras contenidas desafían las imágenes tradicionales de los centros de datos
- Ambiente para los empleados: dentro del CAC, el nivel de sonido será mucho más alto; dentro del HAC, la temperatura será significativamente más elevada
- El tiempo de falla en el sistema de climatización de un centro de datos es impactado por el tipo de sistema de contención implementado. Los sistemas HAC suministran grandes volúmenes de aire frío, permitiendo que la operación continúe mientras el sistema de climatización es diagnosticado y reparado. Los sistemas CAC tienen menos aire frío en su área contenida que, una vez agotado, causará el sobrecalentamiento del equipo

Los **sistemas de contención** permiten temperaturas más altas definidas por ASHRAE y  $\Delta T$ , optimizando los sistemas de climatización y disminuyendo los costos de operación.

LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN AUMENTAN LA EFICIENCIA EN EL USO DE ENERGÍA HASTA UN 70% COMPARADO CON LOS SISTEMAS TRADICIONALES DE CÁMARA DE CALOR/FRÍO

## 8. SOLUCIONES DE CLIMATIZACIÓN ADICIONALES

### PUERTAS INTERCAMBIADORAS DE CALOR

Las puertas intercambiadoras de calor colocadas a espaldas de los gabinetes del servidor enfrían el aire caliente al momento en el que la corriente de aire se mueve del gabinete a la cámara de calor. Se consideran una medida de enfriamiento complementaria que mejora la capacidad del gabinete al poder acomodar mayor cantidad de equipo –y por lo tanto, más calor. Las puertas tienen líneas de refrigerante líquido que transportan el calor absorbido del flujo de aire caliente emitido. Sin embargo, existe preocupación debido a que las uniones flexibles en las bisagras de las puertas son puntos potenciales de fuga. Esta solución es generalmente un proyecto grande y difícil.

### ENFRIAMIENTO EN LÍNEA

El enfriamiento en línea utiliza unidades de enfriamiento colocadas entre los gabinetes que atrapan las emisiones de aire caliente dentro de la cámara de calor y lo neutralizan antes de que se mezcle con el aire frío. Este aire enfría el equipo de sistemas de forma tal que el ciclo se repite por sí mismo. Las unidades de climatización usan el enfriamiento por medio de una compresora o enfriamiento líquido por medio de “agua helada”, que elimina el calor y lo dirige hacia afuera del cuarto. Esta solución provee una disipación de calor muy alta y, cuando es utilizada junto con los sistemas de contención, es capaz de alcanzar al menos 20 kW a 30 kW de enfriamiento por gabinete.

### VENTAJAS

- Alta capacidad de disipación de calor
- Es posible contar con enfriamiento adicional en caso de que la unidad CRAC/CRAH sea utilizada por completo
- Técnica complementaria de enfriamiento para aplicaciones de alta densidad

### DESVENTAJAS

- Confiabilidad reducida debido al número de puntos con fallas potenciales
- Costos de mantenimiento más altos que los centros de datos con diseños tradicionales CRAC/CRAH
- El acceso a la unidad de enfriamiento es limitado debido a su ubicación entre gabinetes
- Las unidades ocupan un espacio importante del piso, normalmente un tercio del ancho del gabinete
- Para evitar lecturas falsas de enfriamiento, las unidades de enfriamiento en línea deben ubicarse una frente a otra; los resultados óptimos se alcanzan al instalar filas iguales

### UNIDADES DE CLIMATIZACIÓN DE MONTAJE EN TECHO

Las unidades de climatización de montaje en techo se instalan sobre la cámara de frío para suministrar el aire frío. Estas unidades usan sistemas de enfriamiento con compresora, freón líquido o agua helada. Debido a que el aire frío tiene mayor densidad que el aire caliente, se almacena en la cámara fría. El lado de entrada de las unidades de enfriamiento se encuentra frente a la cámara de calor y constantemente suministra aire caliente para que sea enfriado. Estas unidades pueden usarse en pisos elevados o al ras del suelo. Sirven como sistemas de enfriamiento primarios o complementarios, dependiendo de la cantidad de unidades utilizadas. Las limitaciones más importantes de esta solución son la alta inversión inicial para la instalación y la disminución en su confiabilidad. Las líneas de enfriamiento líquido instaladas sobre el gabinete se convierten en una preocupación debido al potencial en las fugas de fluidos. Un gran número de puntos de conexión deberá ser monitoreado y se requiere de gran cantidad de mantenimiento preventivo. Además, los costos de operación pueden resultar mucho más altos que los de las unidades tradicionales CRAC/CRAH.



### APLICACIONES A DISTANCIA

Las aplicaciones fuera del centro de datos dependen en parte del mismo equipo y de los métodos de enfriamiento utilizados en el centro de datos. La función básica de estos gabinetes es la de proveer un centro de datos en el interior del gabinete.

Los gabinetes de soporte independiente con aire acondicionado incluyen un aire acondicionado dedicado para proveer el enfriamiento necesario a la aplicación remota. El gabinete está completamente cerrado al medio ambiente externo –no se permite la entrada de aire. El AC reacondiciona las emisiones de aire caliente transfiriendo el calor hacia afuera del gabinete.

Los gabinetes con ventiladores de filtro se usan cuando la temperatura ambiente del aire es suficiente para enfriar el equipo, pero es necesario filtrar el aire, por ejemplo, del polvo que hay en el medio ambiente. Los ventiladores montados en la cubierta dirigen las emisiones de aire caliente fuera del gabinete al mismo tiempo que un filtro inferior toma aire del exterior, elimina los contaminantes y lo envía hacia el piso. Como se ha mencionado anteriormente, los ventiladores sólo pueden enfriar a la temperatura ambiente, sin importar la cantidad de flujo de aire. Esta solución es ideal para bodegas, fábricas, escuelas, etc.

## 8. SOLUCIONES DE CLIMATIZACIÓN ADICIONALES (CONTINÚA)

### INTERRUPTORES DE REDES

No todo el equipo en un centro de datos emplea flujo de aire del frente hacia atrás. Algunos equipos utilizan diseños con flujos de aire alternados que pueden ser implementados a través de numerosas técnicas.

### EQUIPO DE SISTEMAS ESPECIALIZADO

Ciertos equipos de sistemas especializados requieren de vías específicas para el paso de aire caliente y frío. Dispositivos como los interruptores del núcleo de red CISCO modelos 6509 y 6513 utilizan un flujo de aire de derecha a izquierda. Para poder ser usados junto con otros servidores en los centros con cámaras de contención de calor/frío estos equipos requieren de ductos especializados que provean tanto de aire frío a los equipos como de una ruta de salida para las emisiones de aire caliente. Esta técnica asegura que los equipos como los interruptores de núcleos de red utilicen las mismas estrategias de enfriamiento instaladas para todos los servidores.

Sin estos ductos, las emisiones de aire caliente de uno de los interruptores serían dirigidas a la toma de aire del gabinete adyacente, provocando un

sobrecalentamiento. Un diseño óptimo del sistema no sólo incluye el flujo de aire específico que el interruptor requiere sino que también considera el cableado de alta densidad que estas aplicaciones utilizan.

### GABINETES INTERRUPTORES

Relativamente nuevos en los centros de datos, los gabinetes interruptores pueden usarse para alojar y soportar grandes interruptores de núcleo, paneles parche y cables. El rápido ascenso en su importancia es el resultado directo de la virtualización de los servidores, lo que permite que los servidores sean agrupados y utilizados con mucho mayor eficiencia. Hay factores importantes a considerar, incluyendo el suministro suficiente de disipación de calor, la capacidad de cableado superior para los cables de alta densidad y el manejo de cables apropiado.

### ESPECIFICACIONES TÍPICAS DE UN GABINETE INTERRUPTOR

- Ancho: 800 mm (32"), cumple con los requerimientos de operación CISCO
- Alto: 2000 mm (84"), 42-45 RU
- Profundidad: 1000 mm (39.4"), mientras más profundidad, mejor

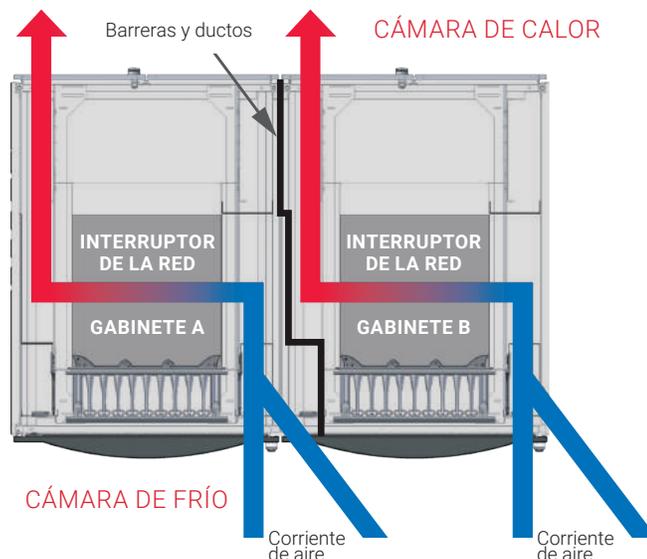


Evite los gabinetes con un ancho menor a 32." CISCO requiere de seis pulgadas libres entre los lados de los interruptores de la Serie 6500 y las paredes del gabinete.

### ATRIBUTOS IMPORTANTES PARA LOS INTERRUPTORES DE REDES

- Manejo individual de cables provisto al frente del gabinete más manejo de los grupos de cables en la parte trasera
- Barreras frontales para aire y paneles ciegos son usados para prevenir la recirculación de las emisiones de aire caliente
- Debe evitarse la instalación y apilado de dos interruptores de núcleo grandes dentro de un gabinete debido al gran volumen de cables que deben enrutarse a los gabinetes adyacentes, así como a la necesidad de suministrar aire frío a las tomas de aire del interruptor
- El interruptor presenta un manejo de cables en ambos lados, lo que permite enrutarlo en dos partes, si así se desea; también facilita la ruta en un sólo sentido para ocasiones en los que el usuario debe asegurarse que la charola del ventilador sea accesible (para el caso de una falla en el interruptor)
- Algunos centros de datos emplean estanterías abiertas para colocar los interruptores de red. Aunque esta práctica permite un fácil acceso a los cables y su manipulación, implica problemas en la operación térmica, lo que se traduce en desconfianza y corta vida para el equipo.

**Flujo de aire**  
**Corte transversal:**  
**Gabinetes**  
**agrupados**



## 9. RESUMEN Y GUÍA PARA SELECCIÓN

### MEJORES PRÁCTICAS

#### GABINETE PARA CENTRO DE DATOS

- Todos los espacios no utilizados en las estanterías deberán ser clausurados. Pueden usarse paneles ciegos para tapar los espacios vacíos y aumentar la eficacia del flujo de aire.
- Use barreras laterales para prevenir corrientes de aire indeseadas, incluyendo las fugas de aire caliente y frío de los gabinetes adyacentes.
- Use cepillos o cualquier otro tipo de bloqueadores para prevenir el flujo de aire caliente o frío a través de las aperturas para el paso de los cables.
- La puertas deben cumplir con los requerimientos de espacio abierto establecidos por el fabricante del equipo para evitar problemas con las garantías.

El espacio abierto por arriba del 60% cumple con los requerimientos de la mayoría de los fabricantes.

- Las puertas separadas ubicadas en la parte posterior mejoran el acceso del gabinete al equipo y proveen de espacio para caminar alrededor del sistema.
- Monte los servidores y otros equipos mínimo a cuatro pulgadas del interior de la puerta frontal para permitir que haya suficiente flujo de aire y espacio para las manijas del equipo.
- Mantenga los cables enrutados de la manera más ordenada posible, alejados de la entrada de aire o de las corrientes existentes para evitar interferencias.
- Los servidores generalmente requieren del espacio universal EIA para perforaciones cuadradas (.375" x .375").
- Ordene los gabinetes usando el máximo

de profundidad disponible para asegurar espacio suficiente a PDUs, cables y equipo. Evite las profundidades de menos de 1000 mm (39").

- Instale ventiladores en las ubicaciones en donde no sea posible obtener aire frío de las corrientes de aire caliente.
- Instale los PDUs en los espacios verticales y horizontales disponibles.
- Instale el equipo buscando las rutas de conexión más cortas. Evite los grandes atados de cables que adsorben calor y bloquean el paso del aire.
- Evite los soportes para cable que puedan bloquear la salida de aire en la parte posterior.
- Use esta fórmula  

$$PCM = \text{Watts} / (.316 \times \Delta T F)$$
 para establecer el tamaño apropiado de la solución de climatización

### ESTRATEGIAS PARA CENTROS DE DATOS - ENFRIAMIENTO

Estrategia	Costo de la inversión	Piso elevado	Costos de Operación/kW	Promedio max kW por gabinete	Confiabilidad (Complejidad)
Aleatoria (caos)	\$	Sí	Muy altos	2,500 kW	Muy baja
Cámara de calor / Cámara de frío	\$	Sí	Altos	6 kW – 8 kW	Baja
Chimenea	\$\$	Sí o No	Moderados	10 kW – 20 kW	Moderada
Contención (piso elevado)	\$\$\$	Sí	Moderados	15 kW – 20 kW	Moderada / Alta
Circulación cerrada, ductos, contención calor y frío	\$\$\$\$	Sí o No	Bajos	10 kW – 20 kW	Moderada
Enfriamiento en línea y contención (intercambiador de calor)	\$\$\$\$\$	No	Altos	10 kW – 20 kW	Alta
Enfriamiento líquido (intercambiador de calor)	\$\$\$\$\$	No	Bajos	20 kW – 40 kW	Alta
Enfriamiento líquido con uso de chip	\$\$\$\$\$\$\$	No	Muy bajos	+40 kW	Muy alta

### ESTRATEGIAS PARA CENTROS DE DATOS - PISO ELEVADO

Enfriamiento con piso elevado	Porcentaje de desperdicio de aire frío	Costos de operación / kW	Confiabilidad (Complejidad)	Costo de inversión inicial
Aleatoria (caos)	40%	Altos	Baja	Bajo
Cámara de calor / Cámara de frío	25% +	Altos	Baja / Moderada	Bajo / Moderado
Chimenea	3%	Bajos	Moderada	Moderado
Contención	1%	Bajos	Moderada / Alta	Moderado
Enfriamiento en línea y contención	1%	Moderados	Moderada / Alta	Alto

### ESTRATEGIAS PARA CENTROS DE DATOS - AL RAS DEL PISO (PLANCHA DE CEMENTO)

Al ras del piso (plancha)	Porcentaje de desperdicio de aire frío	Costos de operación / kW	Confiabilidad (Complejidad)	Comparación del costo de inversión inicial
Unidades de enfriamiento montadas en la cubierta del gabinete	20%	Altos	Baja	Bajo
Unidades con ductos para la cámara de calor / enfriamiento externo	5%	Bajos	Moderada	Muy alto
Chimenea	3%	Bajos	Moderada	Moderado
Enfriamiento en línea	1%	Bajos	Moderada / Alta	Moderado / Alto



Nuestra poderosa cartera de marcas:

nVent.com

CADDY

ERICO

HOFFMAN

RAYCHEM

SCHROFF

TRACER