

# Conceptos básicos sobre el control de flujo de aire en los centros de datos: Economía de los sistemas de contención

Editado por David Knapp  
Gerente de Marketing de Productos

Publicado: Enero de 2017

**Estados Unidos y Canadá**  
+1-800-834-4969  
Toronto, Ontario, Canadá  
+905-850-7770

**Latinoamérica**  
+52-55-5203-7525  
Línea sin costo en México  
01-800-01-7592

**Europa**  
+44-1628-524-834

**Oriente Medio y África**  
Dubái, EAU  
+971-4-2602125

**Asia-Pacífico**  
+86 21 6880-0266

[techsupport@chatsworth.com](mailto:techsupport@chatsworth.com)



## Conceptos básicos sobre el control de flujo de aire en los centros de datos: Economía de los sistemas de contención

### Introducción

Conforme a la información extrapolada en el Informe de consumo de energía del Centro de datos de los Estados Unidos de junio de 2016<sup>1</sup>, la densidad promedio de bastidor individual para un bastidor lleno de servidores tendrá una variación de entre 4 kW y 11 kW para el año 2020. Es importante reconocer que dado que las densidades de los bastidores exceden los 4 kW, las configuraciones tradicionales de pasillo caliente/pasillo frío se vuelven menos efectivas. El aire caliente recircula por y a través del gabinete, causando puntos calientes, que normalmente se mitigan con la costosa sobrealimentación de aire frío.

Puede disipar el calor de forma confiable en estos bastidores utilizando un sistema de contención que aisle de forma efectiva el aire caliente del aire frío y conduzca el flujo de aire de escape caliente lejos del equipo y de regreso a los acondicionadores de aire. Aún más importante, el cuidadoso control del flujo de aire a través del uso de los sistemas de contención permite diversos ajustes a los sistemas de enfriamiento que pueden reducir los costos generales de enfriamiento a cualquier densidad de bastidor.

Esta nota técnica de Chatsworth Products (CPI) evalúa la forma en que la implementación de un sistema de contención completo contribuye a la reducción general de los costos de energía del sistema de enfriamiento del centro de datos y prepara su sitio para un aumento anticipado en la densidad del bastidor.

#### Dato útil

Para más información sobre los tres tipos básicos de sistemas de contención, incluida la comparación de las consideraciones de arquitectura y diseño, lea el documento complementario [\*Conceptos básicos sobre el control del flujo de aire en los centros de datos: Comparación de los sistemas de contención.\*](#)

### Eficiencia energética a través de la contención del flujo de aire

Los sistemas de contención que aíslan el aire caliente y frío de forma efectiva permiten el control estricto de las temperaturas de entrada, el ajuste óptimo del volumen de flujo de aire y el aumento de temperaturas de aire de retorno, permitiendo el incremento de las temperaturas ambiente de forma confiable. A su vez, se mejora la eficiencia de los sistemas de enfriamiento, y se aumenta la cantidad de días en que se pueden utilizar economizadores para un "enfriamiento libre". El volumen del flujo de aire óptimo significa que se necesitan operar menos acondicionadores de aire, se pueden aumentar las temperaturas de agua refrigerada, lo cual conduce a eficiencias de refrigeración adicionales y la eficacia de la utilización de energía (PUE) será inferior debido a la reducción de la energía general utilizada para el equipo de enfriamiento.

Todo esto comienza con la estricta separación del aire frío y el caliente dentro del centro de datos con un sistema de contención completo, tanto dentro del bastidor como en la sala.

Un sistema de contención completo permite:

- Mantener el estricto control sobre la temperatura de entrada
- Reducir el volumen del aire de suministro
- Aumentar la temperatura del aire de suministro
- Aumentar la temperatura del agua refrigerada

Estos ajustes dan como resultado:

- Mejoras de la eficiencia de la unidad de enfriamiento
- Mejoras de la eficiencia de refrigeración
- Acceso a más horas de enfriamiento libre al utilizar economizadores
- Menor PUE

### Dato útil

"Enfriamiento libre" se refiere a la cantidad de horas en que se puede utilizar un economizador en lugar de un equipo de refrigeración. El "enfriamiento libre" no es gratis, pero en general la operación de los economizadores es menos costosa que la de los equipos de refrigeración. El economizador rechaza el calor hacia fuera cuando la temperatura exterior es menor a la temperatura del circuito de agua refrigerada. Entonces, cuando la temperatura del circuito de agua refrigerada aumenta, normalmente el economizador se puede operar por más horas en lugar del equipo de refrigeración. Como capacidad adicional, la temperatura del agua refrigerada más alta también mejora la eficiencia del equipo de refrigeración.

### Mantener el estricto control sobre la temperatura de entrada

El primer efecto visible cuando se implementa un sistema de contención completo es el cambio en la temperatura ambiente. La contención del aire de escape caliente reduce o elimina los puntos calientes al bloquear la recirculación y evitar la combinación del aire de suministro y el aire de escape. Como resultado, la variación de la temperatura en la parte delantera de los bastidores se reduce como se muestra en la siguiente [Figura 1].

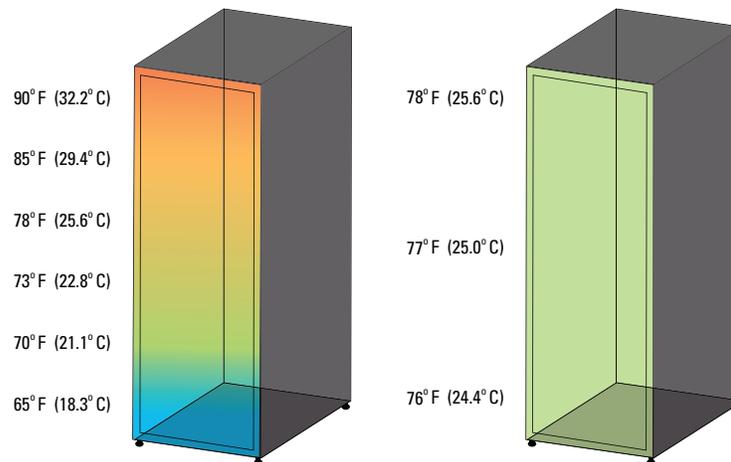


FIGURA 1: Variaciones de temperatura del aire de entrada en las aplicaciones de pasillo caliente/pasillo frío tradicionales (lado izquierdo) y el sistema de contención típico (lado derecho). Nota: Se observa una variación de temperatura mucho mayor en la aplicación de pasillo caliente/pasillo frío.

### Reducir el volumen del aire de suministro

Generalmente, la contención completa también permite que se reduzca el volumen de aire enviado al equipo. Con frecuencia, los sistemas de pasillo caliente/pasillo frío tradicionales se sobrealimentan en un intento de combatir el flujo de aire de desvío sobre y alrededor de los gabinetes. Normalmente, el volumen del flujo de aire se puede reducir una vez que la contención esté instalada.

En sitios existentes con acondicionadores de aire que no tengan ventiladores de velocidad variable, esto significa que se pueden apagar algunas unidades, lo cual resulta en ahorros debido al consumo de energía reducido. En sitios con unidades que tengan ventiladores de velocidad variable, se pueden reducir las velocidades de los ventiladores para aprovechar las leyes de afinidad de ventilación. Los ventiladores utilizan menos energía general a una velocidad reducida (capacidad parcial) dado que movilizan menos cantidad de aire. Esencialmente, se ejecutan todas las unidades a una capacidad parcial baja en lugar de varias unidades a plena capacidad. La configuración aún proporciona capacidad para la redundancia N+1 o mejor, si es necesario, mientras se mantienen los costos de energía reducidos.

Es importante tener una diferencia de presión suficiente entre el espacio abierto y el contenido para que el aire se escape hacia los acondicionadores de aire. Con automatización, esta diferencia se puede ajustar a una mínima cantidad para reducir aún más el costo de energía.

## Aumentar la temperatura del aire de suministro

Dado que la contención resulta en una menor variación de temperatura en el suministro de aire, los operadores pueden aumentar de forma confiable las temperaturas ambiente para aproximarse más a las temperaturas de entrada requeridas en el equipo. Las *Pautas Térmicas para los Entornos de Procesamiento de Datos, Serie Datacom 1 de la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE), Cuarta edición (RP-1499)* define las especificaciones ambientales de equipos recomendados y permitidos para el enfriamiento de aire en las salas de computadoras de centros de datos, vea la [Tabla 1] a continuación.

Especificaciones ambientales de equipos para el enfriamiento de aire y condiciones de operación de 2015				
Clase	Baja °F (°C)	Alta °F (°C)	Rango de humedad	Punto de condensación máxima °F (°C)
Recomendado (A1-A4)	64.4 (18)	80.6 (27)	PD de 15.8 °F (-9 °C) a PD de 59 °F (15 °C) y HR de 60%	
Permitido A1	59 (15)	89.6 (32)	PD de 15.8 °F (-9 °C) y HR de 8% a PD de 80.6 °F (27 °C) y HR de 80%	62.6 (17)
Permitido A2	50 (10)	95 (35)	PD de 10.4 °F (-12 °C) y HR de 8% a PD de 80.6 °F (27 °C) y HR de 80%	69.8 (21)
Permitido A3	41 (5)	104 (40)	PD de 10.4 °F (-12 °C) y HR de 8% a PD de 80.6 °F (27 °C) y HR de 85%	75.2 (24)
Permitido A4	41 (5)	113 (45)	PD de 10.4 °F (-12 °C) y HR de 8% a PD de 80.6 °F (27 °C) y HR de 90%	75.2 (24)

*Nota: La elevación máxima es de 10.000 pies (3050 metros) sobre el nivel del mar y la tasa máxima de variación es de 9 °F sobre 36 horas (5 °C sobre 20 horas).*

*TABLA 1: Resumen de las Pautas Térmicas de 2015 de las Pautas Térmicas para los Entornos de Procesamiento de Datos, Serie Datacom 1 de ASHRAE, Cuarta Edición (RP-1499). Refiérase a las pautas para las recomendaciones ambientales completas.*

La pauta actual recomienda que el aire de suministro refrigerado se entregue al entorno de centro de datos en el rango recomendado de 64.4 °F a 80.6 °F (de 18 °C a 27 °C) con un punto de condensación de 5.8 °F a 59 °F (de -9 °C a 15 °C) y una humedad relativa del 60 por ciento para garantizar un enfriamiento adecuado.

En las configuraciones tradicionales de pasillo caliente/pasillo frío abierto, el aire refrigerado se puede enviar a una temperatura mucho menor, por ejemplo a 55 °F (12.8 °C), para superar la combinación de aire de suministro y aire de retorno. Sin embargo, cuando se consigue un aislamiento completo entre los pasillos calientes y fríos, se elimina la recirculación del aire de retorno caliente. Ya no es necesario un aire de temperatura mucho más baja para superar la combinación de aire, y es posible aumentar la temperatura del aire de suministro de manera segura hasta el rango recomendado de 64.4 °F a 80.6 °F (de 18 °C a 27 °C).

En general, el equipo del servidor ahora también puede operar de forma eficiente a temperaturas más altas. Las especificaciones de servidor típico<sup>3</sup> ahora mencionan temperaturas de operación continua de 50 °F a 95 °F (10 °C a 35 °C) por arriba del rango recomendado en la pauta de ASHRAE. Algunos fabricantes de servidores incluso incluyen información de rendimiento para la operación por arriba del rango de especificación del servidor estándar a >95 °F (>35 °C). Asimismo, la pauta también define cuatro rangos permitidos y las clases de equipos que separan los umbrales de temperaturas altas de 80.6 °F (27 °C) a 113 °F (45 °C). Cuando la operación del equipo se especifica en los rangos permitidos (Clase A1, A2, A3, A4), algunos de los operadores eligen establecer los entornos en los rangos permitidos, al menos parte del año, para lograr ahorros de energía adicionales.

La ventaja de aumentar la temperatura del aire de suministro es una mejor eficiencia de la unidad de enfriamiento como resultado de las más altas temperaturas de aire correspondientes y el acceso a más horas de "enfriamiento libre" cuando se utilicen los economizadores.

### Aumentar la temperatura del agua refrigerada

En sistemas de agua refrigerada, el fluido se utiliza para transferir el calor entre los acondicionadores de aire y los equipos de refrigeración y/o economizadores. Según las condiciones requeridas y el diseño del sistema, también puede ser beneficioso aumentar la temperatura del agua refrigerada (fluido).

La ventaja de aumentar la temperatura del agua refrigerada es una mejor eficiencia del equipo de enfriamiento cuando se utilice el enfriamiento mecánico y el acceso a más horas de "enfriamiento libre" cuando se utilicen los economizadores.

### Mejoras de la eficiencia de la unidad de enfriamiento

Con las unidades de enfriamiento de agua refrigerada, el aumento de la temperatura del aire de retorno en general resulta en un aumento del enfriamiento sensible. Vea la [Tabla 2] a continuación. Los sistemas de contención aíslan y conducen el aire de escape caliente de regreso a las unidades de enfriamiento, lo que normalmente aumenta la temperatura del aire de retorno.

		Enfriamiento sensible neto en MBH para varias temperaturas de aire de retorno para unidad de flujo descendente, incluye calor de motor a CFM y ESP nominal A 50 °F EWT, solución de glicol 0%, 14 °F ΔT <sub>w</sub>		
Capacidad kW	Número de modelo Stulz	75 °FDB/62.5 °FWB HR50%, PD55 °F	80 °FDB/64.2 °FWB HR42%, PD55 °F	85 °FDB/65.9 °FWB HR36%, PD55 °F
60	CFD-060-C1	124	185	242
90	CFD-090-C1	141	208	270
120	CFD-120-C1	167	254	332
150	CFD-150-C1	171	251	327
180	CFD-180-C1	223	324	416

Nota: Los valores son en MBH (mil BTU/h), así que 124 MBH es 124,000 BTU/h. Para conversión: 12 MBH (o 12,000 BTU/h) = 3.5 kW (o 3516 W) = 1 t (enfriamiento).

TABLA 2: La tabla compara la capacidad de enfriamiento de las unidades de enfriamiento del agua refrigerada mientras la temperatura de aire de retorno aumenta (de izquierda a derecha). Fuente: Manual de ingeniería de STULZ CyberAir CW<sup>®</sup>.

En las instalaciones existentes, normalmente esta relación permite densidades más altas en el centro de datos una vez que la contención permite una separación del flujo de aire y el control de temperaturas confiables. En la nueva construcción, esta relación se puede utilizar para optimizar la dimensión de las unidades para las cargas de calor anticipadas, reduciendo el primer costo y el gasto capital del proyecto.

### Mejoras de la eficiencia de refrigeración

Mientras que la temperatura del suministro de aire se eleva y resulta en el aumento de la temperatura del aire de retorno, también se puede aumentar la temperatura del agua refrigerada en el circuito de agua refrigerada correspondiente. La temperatura más alta en el circuito del agua refrigerada resulta en una mejor eficiencia de refrigeración al utilizar el enfriamiento mecánico. El resultado es un bajo costo de energía relativo por el enfriamiento del agua refrigerada, vea la [Figura 2] a continuación.

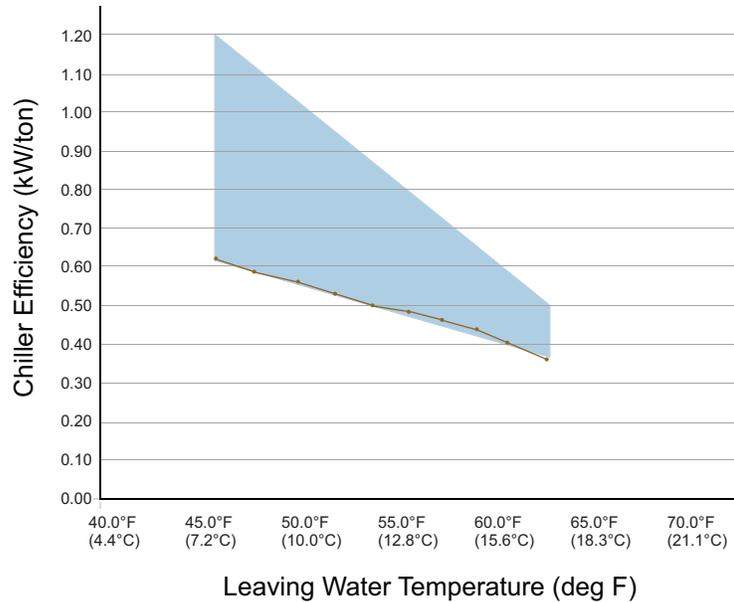


FIGURA 2: El rango de eficiencia de enfriamiento (kW/ton) como una función de la temperatura del agua saliente, con todos los otros parámetros conservados esencialmente constantes. Basado en *Buenas Prácticas para la Eficiencia de la Energía en Instalaciones de Comunicación de Datos, Serie Datacom 6 de ASHRAE, Segunda Edición (2009)*.<sup>5</sup>

### Acceso a más horas de enfriamiento libre cuando se utilicen economizadores

Asimismo, si se utiliza un economizador para expulsar el calor hacia el exterior, normalmente las temperaturas ambiente más altas y las temperaturas más altas del circuito de agua refrigerada correspondientes equivalen a más horas de "enfriamiento libre".

La siguiente tabla [Tabla 3] compara las condiciones operativas para las configuraciones de pasillo caliente/pasillo frío tradicionales y las de contención cuando se combinan con varios tipos de economizadores. Este escenario se basa en un gabinete con salida mediante conductos de CPI: gabinete TeraFrame™ Serie F con sistema de ducto de escape vertical. Tenga en cuenta que las temperaturas de suministro de aire (segunda fila) son de 20 °F (11.1 °C) mayores para el gabinete con salida mediante conductos, pero aún se encuentran en el rango de temperatura recomendada de 64.4 °F a 80.6 °F (18 °C a 27 °C) de acuerdo a las pautas de ASHRAE. Además, existe una diferencia significativa en las temperaturas del aire exterior (última fila) para escenarios con o sin contención. (La temperatura del aire exterior es el umbral de temperatura debajo del cual se pueden utilizar los economizadores). Como resultado, en la mayoría de las locaciones, la combinación de la contención y los economizadores se traduce en más horas de "enfriamiento libre" al año, reduciendo la cantidad de horas que requieren más enfriamiento mecánico costoso.

Diferencias de temperatura operativa típicas para varios sistemas					
	Configuración de pasillo caliente/pasillo frío Con retorno de aire abierto		Configuración del gabinete con conducto de escape TeraFrame™ Serie F Gabinete con ducto de escape vertical		
	Mayoría de centros de datos	Buenas prácticas TIA -942	CRAC con economizador	Enfriamiento Kyoto	Economizador de aire evaporativo
<b>Aire de sala</b>	60 °F a 85 °F (16 °C a 29 °C)	68 °F a 77 °F (20 °C a 25 °C)	77 °F (25 °C)	77 °F (25 °C)	77 °F (25 °C)
<b>Aire de suministro</b>	52 °F a 55 °F (11 °C a 13 °C)	52 °F a 55 °F (11 °C a 13 °C)	77 °F (25 °C)	77 °F (25 °C)	77 °F (25 °C)
<b>Agua refrigerada</b>	42 °F (6 °C)	42 °F (6 °C)	65 °F (18 °C)	N/D	65 °F (18 °C)
<b>Aire externo</b>	37 °F (3 °C)	37 °F (3 °C)	60 °F (16 °C)	72 °F (22 °C)	77 °F (25 °C)

*Nota: La temperatura de aire es la temperatura en la admisión de aire de los equipos. La temperatura de suministro de aire es la temperatura en la salida del suministro de CRAC/CRAH. La temperatura de agua refrigerada es la temperatura de agua requerida para producir la temperatura de aire de suministro requerida. La temperatura de aire exterior es la temperatura de aire exterior requerida para utilizar los economizadores para refrigerar el agua durante las horas de "enfriamiento libre". La temperatura del economizador de aire evaporativo es la temperatura de bulbo húmedo, las demás temperaturas son temperaturas de bulbo seco.*

*TABLA 3: Condiciones operativas estimadas para las configuraciones de pasillo caliente/pasillo frío tradicionales y las de contención cuando se combinan con varios tipos de economizadores.*

La cantidad de horas de "enfriamiento libre" disponible para su sitio tendrá una variación que depende de la ubicación (condiciones climáticas típicas), el tipo de economizador y sus parámetros operativos. En cualquier caso, el uso de economizadores con un sistema de contención incrementará la cantidad de horas de "enfriamiento libre" y los ahorros correspondientes. Además, la implementación de un sistema de contención hace del uso de un economizador una alternativa para el enfriamiento mecánico práctico en más ubicaciones.

#### Dato útil

Para estimar los ahorros de energía desde el "enfriamiento libre" para su sitio, utilice la herramienta de ahorro estimado de enfriamiento en línea desarrollada por The Green Grid (TGG) (<http://cooling.thegreengrid.org/>).

#### Menor PUE

La Eficacia en la Utilización de Energía (PUE), una medida publicada por TGG para medir la eficiencia de la energía de la infraestructura en los centros de datos, es una relación que compara la energía total del sitio con la energía utilizada para alimentar el equipo de TI. Los efectos combinados de los ajustes del sistema de enfriamiento, descritos en este documento y posibilitados por la implementación de un sistema de contención completo, resultan en un valor general inferior de energía de sitio, el cual reduce la PUE.

Muchas organizaciones, incluidos los gobiernos, han establecido objetivos de PUE específicos. Por ejemplo, el gobierno de los Estados Unidos<sup>7</sup> anunció en marzo de 2016 que los centros de datos federales escalonados ahora deben realizar una PUE inferior a 1.5 para las instalaciones existentes y 1.4 o incluso menor en los nuevos edificios. Beijing<sup>8</sup>, un centro de fabricación sólido en China, recientemente prohibió que cualquier centro de datos de la ciudad opere con una PUE superior a 1.5.

#### Dato útil

Explicación detallada de PUE disponible en la nota técnica N° 49 de TGG, *PUE: Una Evaluación integral de la medida*<sup>9</sup> o en la guía de pautas de ASHRAE TC9.9 *Serie Datacom 11 de ASHRAE, PUE™: Una Evaluación Integral de la Medida. (2013)*<sup>10</sup>.

## Gastos reducidos, aumento de capacidad y más eficiencia de energía

Para las instalaciones de centros de datos existentes, el control eficaz del flujo de aire con un sistema de contención ofrece dos beneficios generales:

1. Disminuye los gastos operativos (OpEx) al reducir el consumo de energía necesario para proporcionar un enfriamiento al entorno del centro de datos. A su vez, los índices PUE se ven afectados de forma favorable.
2. Permite que los operadores de centro de datos aumenten la capacidad del servidor en el centro de datos. Mientras haya un aislamiento completo entre el aire caliente y el aire frío, al igual que la potencia, enfriamiento y flujo de aire necesarios, es posible ejecutar cargas de servidor de alta densidad a temperaturas más altas mientras se proporciona a los servidores un enfriamiento adecuado para evitar el sobrecalentamiento y los apagones.

Para nuevas instalaciones, existen unos ahorros adicionales en los gastos de capitales (CapEx) que se requieren para construir un centro de datos. El diseño de una estrategia adecuada de contención de flujo de aire elimina la necesidad de unidades de enfriamiento extras y pisos elevados.

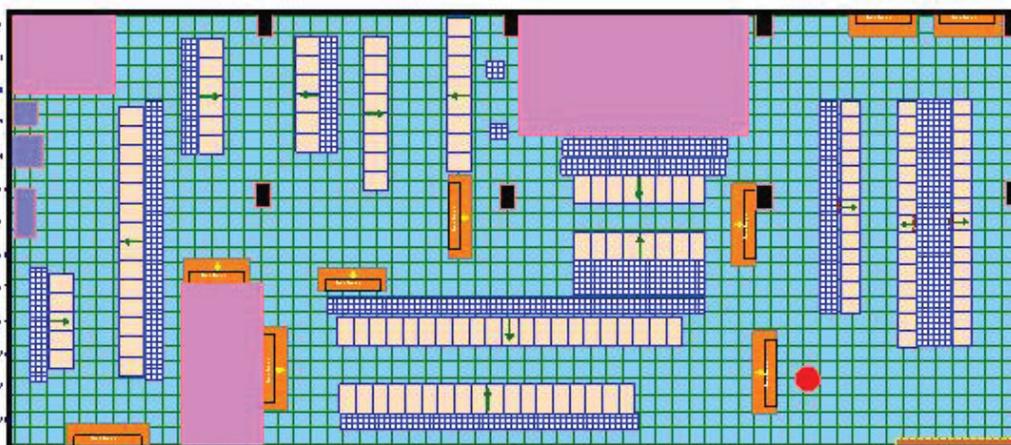


FIGURA 3: La conversión de los gabinetes de alta densidad en las cuatro filas horizontales de este centro de datos en gabinetes con salida mediante conductos con ductos de escape vertical dio como resultado la eliminación de más de la mitad de las unidades de enfriamiento de agua refrigerada. Fuente: Modelo CFD creado con CPI utilizando TileFlow.

La figura [Figura 3] anterior muestra la disposición de un centro de datos que ha sido modelado con contención de aire de retorno con salida mediante conductos. Las dos filas horizontales cortas de gabinetes soportan una carga promedio de 8 kW y las dos filas horizontales más largas soportan cargas mayores, que promedian alrededor de 16 kW. Las filas verticales están compuestas por gabinetes de baja densidad (2 a 2.5 kW cada uno) o por bastidores de conectividad. Los gabinetes de 8 kW y 16 kW se conducen a una cámara del techo con retorno de aire suspendida, con rejillas añadidas en el techo sobre los pasillos calientes para los gabinetes de baja densidad con el fin de evitar la recirculación del aire en la sala.

La disposición elimina puntos calientes graves en los gabinetes de alta densidad y el aumento suficiente de la temperatura del aire de retorno para aumentar la eficiencia de la unidad CRAC. Como resultado, el operador del centro de datos puede reducir la cantidad de unidades CRAC en este entorno de doce a siete, vea la [Tabla 4] a continuación. (Existen dos de unidades CRAC inactivas en la sala para garantizar la redundancia en el sistema de enfriamiento).

Reducción de la capacidad de enfriamiento requerida que resulta de la implementación de un sistema de contención				
Unidad de enfriamiento Marca/modelo	Pasillo caliente/pasillo frío abierto		Gabinete con salida mediante conductos	
	Cantidad	Capacidad total	Cantidad	Capacidad total
Stulz CCD-600-CWE	2	40 toneladas	0	0 toneladas
Stulz CCD-900-CWE	7	210 toneladas	3	90 toneladas
Stulz CCD-1800-CWE	2	60 toneladas	3	90 toneladas
Stulz CCD-2300-CWE	1	40 toneladas	1	40 toneladas
<b>Capacidad total</b>	Antes	350 toneladas	Después	220 toneladas

TABLA 4: Casi la mitad de las unidades de enfriamiento de agua refrigerada se pueden eliminar después de la conversión de los gabinetes de alta densidad en el centro de datos que se muestran en la [Figura 3] en gabinetes con salida mediante conductos. Fuente: Modelo CFD creado con CPI utilizando TileFlow.

Como resultado de la contención, el requisito de energía de HVAC para este espacio se reduce a 700,000 kW horas por año, y eso es antes de que se contabilice cualquier ahorro de energía adicional a partir del uso de un economizador. Los ahorros anuales en el costo de electricidad para ese espacio con una carga de calor real de 800 kW es superior a \$60,000, más los ahorros adicionales de capital para la reducción de unidades CRAC necesarias frente a los costos extras para los ductos de escape verticales en las cuatro filas de gabinetes.

## Conclusión

La contención de flujo de aire efectiva alcanzada a través del aislamiento completo de los pasillos calientes y fríos proporciona diversos beneficios como:

- Las temperaturas de aire en la sala se pueden aumentar al rango recomendado de 64.4 a 80.6 °F (18 °C a 27 °C) de acuerdo a las pautas de ASHRAE.
- La eficiencia de energía de las unidades de enfriamiento de agua refrigerada se puede mejorar al retornar el aire de escape de la temperatura más alta a las unidades. Esto causa que algunas unidades dispongan de toneladas adicionales de capacidad de enfriamiento sin aumentar los niveles de energía para proporcionar dicho enfriamiento.
- Cuando aumente la temperatura de aire en la sala, es posible que se aumente la temperatura del agua del condensador en el circuito de agua refrigerada para que las unidades de enfriamiento alcancen una temperatura aproximada de 65 °F (18.3 °C).
- Si la temperatura del agua del condensador aumenta a 65 °F (18.3 °C), el economizador puede proporcionar un "enfriamiento libre" cuando la temperatura exterior disminuya por debajo de 60 °F (15.6 °C). Esto aumenta la cantidad de horas de "enfriamiento libre" para los centros de datos en la mayoría de las ubicaciones.
- Cuando los economizadores están proporcionando "enfriamiento libre" a los centros de datos, los equipos de refrigeración se pueden apagar, por lo tanto se ahorra energía.
- En las instalaciones de los centros de datos existentes, los sistemas de contención disminuyen los gastos operativos (OpEx) al reducir el consumo de energía necesario para proporcionar enfriamiento al entorno del centro de datos.
- En las nuevas instalaciones de los centros de datos, los sistemas de contención disminuyen la inversión de capital (CapEx) al reducir la dimensión de algunos componentes de los sistemas de enfriamiento y eliminar la necesidad de adquirir unidades de enfriamiento adicionales, incluido el costo de energía relacionado, para operar las unidades o construir un piso elevado.
- Los sistemas de contención permiten que los operadores de centros de datos aumenten la capacidad del servidor en el centro de datos mientras aún se proporciona un enfriamiento adecuado.
- A través del rendimiento de enfriamiento y el uso de energía mejorados, los valores de PUE se pueden reducir considerablemente para cumplir con los objetivos organizacionales y las nuevas regulaciones.
- Si bien este documento se centra principalmente en soluciones de agua refrigerada, las soluciones de enfriamiento en base a un refrigerante (DX) también podrían lograr un ahorro de costos de enfriamiento mucho mayor al desplegar soluciones de contención. Los sistemas de enfriamiento DX también se pueden configurar con economizadores para aumentar los ahorros de enfriamiento.

Los resultados precisos de la contención variarán para cada sitio. El rendimiento general, el costo inicial del sistema (CapEx), el costo operativo estimado (OpEx), los ahorros resultantes y el retorno en la inversión también tendrán variaciones.

Si está interesado en aprender más sobre la forma en que el sistema de contención mejorará su sitio, por favor comuníquese con CPI. Nuestros ingenieros de aplicaciones de campo lo ayudarán a determinar cuál es la solución correcta para su sitio, hacer recomendaciones específicas y brindar análisis sobre cómo la implementación de la contención afectará su rentabilidad. 

## Referencias

- <sup>1</sup>Departamento de Energía de los Estados Unidos, Centro de Expertos en Eficiencia de Energía en Centros de Datos, Laboratorio Nacional Ernest Orlando Lawrence Berkeley. Junio de 2016 *LBNL-1005775 United States Data Center Energy Usage Report*. <https://datacenters.lbl.gov/>; <https://datacenters.lbl.gov/sites/all/files/DataCenterEnergyReport2016.pdf>
- <sup>2</sup>ASHRAE. 2015. *ASHRAE Datacom Series 1: Thermal Guidelines for Data Processing Environments, Fourth Edition*. Comité Técnico 9.9.
- <sup>3</sup>Dell. 2016. Especificación de ejemplo para el servidor de medio rango Dell PowerEdge R630. Manual de usuario Dell PowerEdge R630, Especificaciones ambientales. Descargado el 11/2016 Sitio web: [http://www.dell.com/support/manuals/us/en/19/poweredge-r630/R630\\_OM\\_Pub/Environmental-specifications?guid=GUID-793BAFD0-26C6-4B75-B4BD-4BE1224591F6&lang=en-us](http://www.dell.com/support/manuals/us/en/19/poweredge-r630/R630_OM_Pub/Environmental-specifications?guid=GUID-793BAFD0-26C6-4B75-B4BD-4BE1224591F6&lang=en-us)
- <sup>4</sup>STULZ. 2016. *STULZ CyberAir CW Engineering Manual, QECS009D, Performance Data*. Descargado el 11/2016 Sitio web: <https://www.stulz-usa.com/en/precision-cooling-indoor/cyberair-cw-and-dx/>; Document: <http://repository.stulz.com/7A83AF13/>
- <sup>5</sup>ASHRAE. 2009. *ASHRAE Datacom Series 6: Best Practices for Datacom Facility Energy Efficiency, Second Edition*. Comité Técnico 9.9.
- <sup>6</sup>The Green Grid. 2009. *Free-Cooling Estimated Savings tool*. Sitio web: <http://cooling.thegreengrid.org/>.
- <sup>7</sup>Gobierno Federal de los Estados Unidos. Casa Blanca. Agosto de 2016. *Memorandum M-16-19. Subject: Data Center Optimization Initiative (DCOI)* [https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/memoranda/2016/m\\_16\\_19\\_1.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/omb/memoranda/2016/m_16_19_1.pdf)
- Gobierno Federal de los Estados Unidos. Casa Blanca. Junio de 2015 *Implementing Instructions for Executive Order 13693 Planning for Federal Sustainability in the Next Decade*
- US Federal Government. Casa Blanca. Orden Ejecutiva 13693. Marzo de 2015 *Planning for Federal Sustainability in the Next Decade*. <https://www.whitehouse.gov/the-press-office/2015/03/19/executive-order-planning-federal-sustainability-next-decade>
- <sup>8</sup>Yale Environment 360 (e360 digest). Agosto de 2016. *For China's Massive Data Centers, A Push To Cut Energy and Water Use*. Sitio web: [http://e360.yale.edu/digest/china\\_data\\_centers\\_cut\\_energy\\_water\\_use\\_alibaba/4786/](http://e360.yale.edu/digest/china_data_centers_cut_energy_water_use_alibaba/4786/)
- <sup>9</sup>The Green Grid. Octubre de 2012. *White paper #49. PUE: A Comprehensive Examination of the Metric*. Sitio web: <http://www.thegreengrid.org/en/Global/Content/white-papers/WP49-PUEAComprehensiveExaminationoftheMetric>
- <sup>10</sup>ASHRAE. 2013. *ASHRAE Datacom Series 11: PUE™: A Comprehensive Examination of the Metric*. Comité Técnico 9.9.

## Agradecimientos

Este documento presenta los conceptos básicos de control de flujo de aire y los consolidados, resume y actualiza contenido de notas técnicas de CPI anteriores del autor Ian Seaton, quién está jubilado.

Seaton, Ian. Marzo de 2008 *La mejor oportunidad de ahorrar energía en el centro de datos*. Notas técnicas.

Seaton, Ian. Abril de 2009. *Soluciones Passive Cooling de CPI: El camino hacia una mayor densidad y un menor costo total*. Notas técnicas.

Seaton, Ian. Mayo de 2009 *Gabinete con salida mediante conductos – Control del flujo de aire de salida más allá del pasillo caliente/pasillo frío*. Notas técnicas.

Seaton, Ian. Mayo de 2012 *¿Cuánto aislamiento es suficiente?*. Notas técnicas.

## Colaboradores



### David Knapp, gerente de Marketing de Productos

David Knapp tiene más de 18 años de experiencia en el sector de telecomunicaciones con CPI como experto en aplicación de producto y comunicador técnico en los puestos de Soporte Técnico, escritor técnico y gerente de Marketing de Productos. Actualmente, se concentra en soluciones de centros de datos, redes empresariales y administración de la energía.



CHATSWORTH PRODUCTS

A pesar del esfuerzo realizado para garantizar la precisión de toda la información, CPI no se responsabiliza por errores u omisiones y se reserva el derecho de modificar la información y las descripciones de los servicios o productos presentados.  
©2016 Chatsworth Products, Inc. Todos los derechos reservados. Chatsworth Products, CPI, Passive Cooling de CPI, eConnect, RMR, GlobalFrame, MegaFrame, Saf-T-Grip, Seismic Frame, SlimFrame, TeraFrame, GlobalFrame, CUBE-iT PLUS, Evolution, OnTrac, QuadraRack y Velocity son marcas comerciales registradas federalmente de Chatsworth Products. Simply Efficient, Secure Array, EuroFrame, Klik-Nut y Motive son marcas comerciales Chatsworth Products. Todas las otras marcas comerciales pertenecen a sus respectivas empresas. 1/17 MKT-60020-678.es-CO