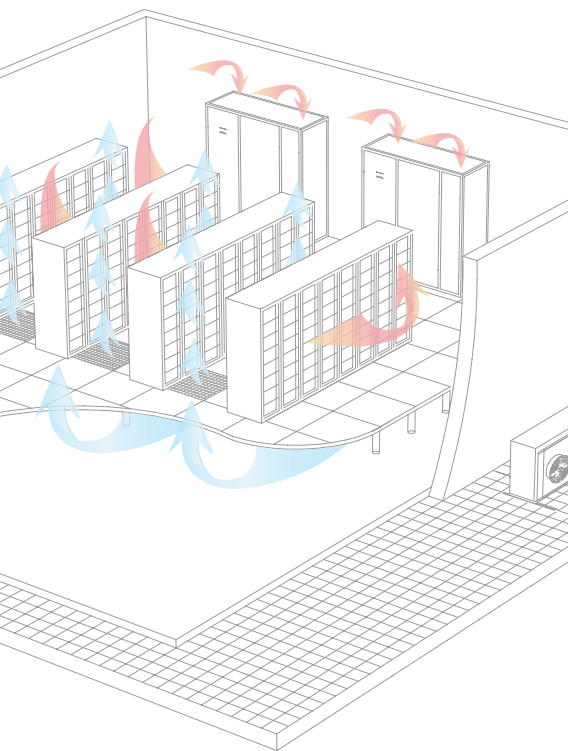


## TECHNICAL **FOCUS**

# ACONDICIONADORES DE PRECISIÓN: LA SOLUCIÓN AERMEC PARA LOS CENTROS DE DATOS



### LA TECNOLOGÍA AERMEC APLICADA A LOS CENTROS DE DATOS

Este documento ofrece una panorámica sobre las soluciones Aermec para el acondicionamiento de las salas de servidores. La refrigeración de los servidores representa una parte significativa del consumo total de un CED, pero los sistemas actuales son a menudo ineficientes debido a las dimensiones inadecuadas de la instalación. Por lo tanto, dimensionar y gestionar correctamente el equipo de acondicionamiento puede llevar a ahorros energéticos y económicos importantes.

## ÍNDICE

<b>Introducción</b> .....	3
<b>Capítulo 1</b> Características de los Centros de Datos.....	4
<b>Capítulo 2</b> Acondicionadores de precisión .....	5
<b>Capítulo 3</b> Soluciones de instalaciones.....	7
<b>Capítulo 4</b> Aermec para los centros de datos .....	11
<b>Capítulo 5</b> Casos de estudio.....	12



La colección “Technical Focus” tiene el objetivo de dar una ejemplificación puramente indicativa de las posibles ventajas derivadas del uso de las soluciones innovadoras Aermec.

Dado que los datos y los resultados presentados en la publicación se refieren a edificios y situaciones específicas, éstos también pueden variar sustancialmente dependiendo de las aplicaciones y del destino de uso. Por esta razón, los cálculos y las consideraciones realizadas en este documento, de ninguna manera pueden sustituir a la actividad de diseño del profesional termotécnico

Aermec se reserva el derecho de realizar en cualquier momento todas las modificaciones que considere necesarias para mejorar el producto con la posible modificación de los datos publicados.

© 2013 Aermec, Todos los derechos reservados.

## CENTROS DE DATOS: TERMINOLOGÍA

### RACK

estructura en forma de estante que contiene componentes hardware (servidor, conmutador y enrutador)

### CRAC

(Computer Room Air Conditioning)

Unidades modulares para el control de las condiciones ambientales, diseñadas de manera específica para mantener constante la temperatura del aire y la humedad en locales que normalmente contienen equipos de elaboración de datos.

### IT

Information Technology  
Conjunto de sistemas y de equipos para el tratamiento de los datos y de la comunicación.

### Centro de datos o CED

Edificio que tiene como función principal la de contener servidores de altas prestaciones y equipos electrónicos delicados.

### Servidor

Componente o subsistema informático de elaboración. Ofrece tanto a nivel lógico como a nivel físico cualquier tipo de servicio a otras componentes que lo requieran a través de la red.

### PAC

(Precision Air Conditioning)  
Unidad de acondicionamiento de precisión.

## INTRODUCCIÓN

Los centros de elaboración de datos y los ambientes tecnológicos en general representan aplicaciones críticas porque requieren fiabilidad absoluta, seguridad y eficiencia.

Entre las características distintivas de los Centros de Datos están, sobre todo, los consumos significativos de energía, a menudo junto a las densidades elevadas de potencias térmicas instaladas (la densidad de potencia de los Centros de Datos puede ser expresada por superficie unitaria de suelo o por unidad rack).

Otra característica es que éstos tienen que asegurar la continuidad del funcionamiento durante todo el año, sin interrupciones.

ES sobre todo en la eficiencia energética de las máquinas y de las instalaciones donde se concentra la demanda de comitentes y diseñadores, a la que Aermec quiere responder con soluciones nuevas y más avanzadas.

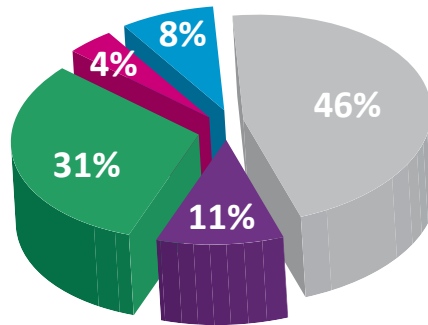


**Capítulo 1**  
**CARACTERÍSTICAS DE LOS CENTROS DE DATOS**

Los centros de datos representan una tipología de construcción de alta densidad energética: un centro de datos consume, de media, 10-15 veces más energía que un edificio normal dedicado a oficinas, llegando incluso en ocasiones a 40 veces. Además, el sector de la “Information and Communication Technology (ICT)” constituye una de las principales causas del crecimiento de los consumos energéticos en Europa. De hecho, la densidad de los servidores está en continuo crecimiento y, en consecuencia, la demanda de potencia de los equipos de acondicionamiento dedicados a ellos está aumentando notablemente.

A la refrigeración de una sala de servidores se destina una parte significativa del consumo energético total del propio centro de datos, por esta razón dimensionar y gestionar correctamente el equipo de acondicionamiento puede llevar a ahorros energéticos importantes.

- Acondicionamiento de
- otros
- servidores (HVAC)
- Iluminación
- UPS



*Distribución de los consumos de energía en un centro de datos*

**PUE**  
Power Usage Effectiveness

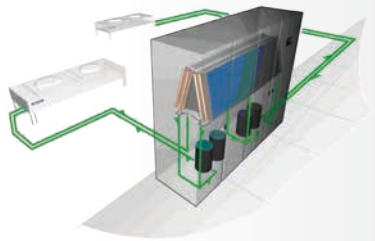
$$PUE = \frac{\text{Potencia total centro de datos}}{\text{Potencia dispositivos IT}}$$

De la misma manera que existen parámetros que definen la eficiencia del refrigerador o de la bomba de calor, es decir, el EER o el COP, también para el servidor de ventas se ha definido una magnitud que evalúa la eficiencia energética. Este parámetro es el PUE, definido como la relación entre el consumo de energía eléctrica total del centro de datos y la energía utilizada por los equipos informáticos. Cuanto más se acerque este valor a la unidad, más eficiente será el centro de datos.

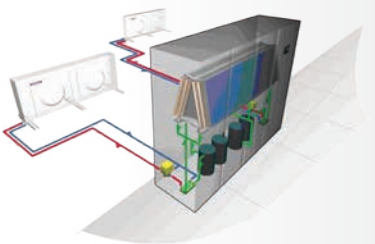
A día de hoy, una gran parte de los centros de datos presenta valores de PUE en torno a 2, por esta razón, es evidente que aún haya márgenes de mejora significativos, con una importante contribución que puede llegar precisamente del sistema de refrigeración.

El cada vez más creciente interés hacia los sistemas de acondicionamiento de los servidores, está evidenciando la ineficiencia del acercamiento tradicional a la refrigeración de los servidores de ventas, que si se mejorara ofrecería una gran oportunidad de ahorro energético (la segunda inmediatamente después de la reducción de la carga de los equipos de IT).

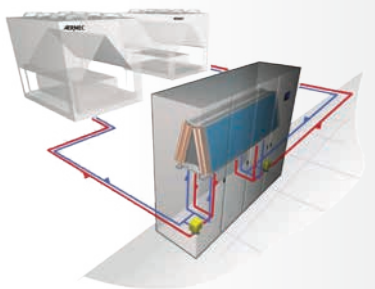
## Capítulo 2 ACONDICIONADORES DE PRECISIÓN



Configuración con expansión directa condensada con aire con circuito frigorífico doble



Configuración con expansión directa condensada con agua con circuito frigorífico doble



Configuración con agua refrigerada.

Las salas de servidores han de ser refrigeradas con "acondicionadores de precisión" adecuados, indicados a menudo con los acrónimos: CRAC (Computer Room Air Conditioning) PAC (Precision Air Conditioning)

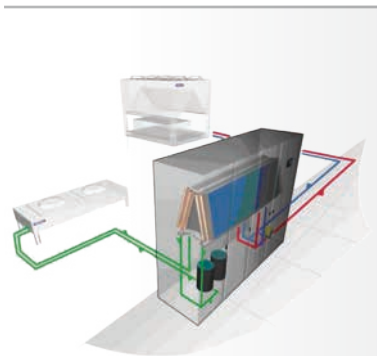
- CRAC (Computer Room Air Conditioning)
- PAC (Precision Air Conditioning)

Estos sistemas difieren de los acondicionadores tradicionales para el sector residencial en el control riguroso de las condiciones de temperatura y humedad, algo necesario para garantizar el buen funcionamiento del servidor.

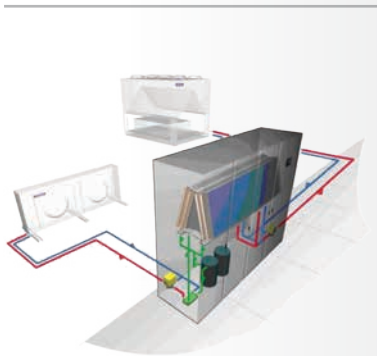
Los sistemas más utilizados para la refrigeración de los servidores son aquellos de aire. El aire puede ser distribuido a los aparatos electrónicos de diferentes maneras: a través de rejillas en el suelo alzado, desde arriba o mediante sistemas colocados entre los rack.

Los acondicionadores de precisión pueden ser:

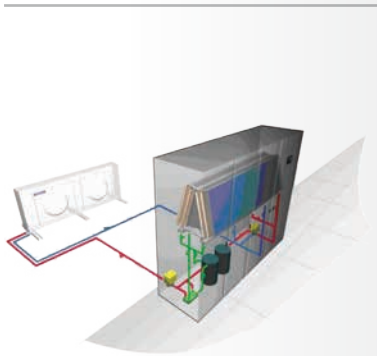
- **De expansión directa:** presentan a su interior uno o más circuitos frigoríficos condensados de agua o de aire. Una característica de las baterías de evaporación es la de estar dimensionadas para tratar principalmente cargas sensibles. Las unidades condensadas con agua se conectan a los refrigeradores de líquido instalados exteriormente, en los que circula una solución glicolada. La máquina condensada con agua ofrece la posibilidad de aprovechar el enfriamiento en seco: según la temperatura que la solución glicolada alcanza en el refrigerador de líquido, puede refrigerar el fluido en condensación, o puede alimentar directamente baterías de agua adecuadas colocadas en la parte interna de la máquina como alternativa a las de expansión directa.
- **De agua refrigerada:** en este caso la máquina no está equipada con el circuito frigorífico, presenta internamente una o más baterías alimentadas con agua refrigerada producida a través de un enfriador externo.



Configuración "dual-cool":  
expansión directa condensada con  
aire y agua refrigerada.



Configuración "dual-cool":  
expansión directa condensada con  
agua y agua refrigerada.



Configuración con expansión  
directa condensada con agua con  
opción enfriamiento en seco

Las máquinas para los centros de datos deben estar provistas de todos los componentes necesarios para garantizar un tratamiento termo-higrométrico completo del aire según requisitos que varían en función de la instalación: además de la refrigeración de la sala, también se puede requerir el postcalentamiento (realizado con batería eléctrica, con batería con agua, o para las máquinas con expansión directa también se puede obtener aprovechando la refrigeración del gas caliente), la humidificación (generalmente con electrodos introducidos) y grados de eficiencia de filtración del aire más o menos elevados.

Para ciertos aspectos, se trata de auténticas unidades de tratamiento de aire específicas para ambientes con alta densidad de cargas y con factores térmicos cercanos a uno.

En los centros de datos es necesario garantizar una adecuada redundancia de los sistemas de refrigeración, para evitar poner en riesgo el funcionamiento normal de salas de servidores en el caso de avería de un acondicionador.

La redundancia puede obtenerse dotando a la máquina de más circuitos frigoríficos independientes, en los cuales uno hace las veces de repuesto del otro. En instalaciones muy grandes se pueden colocar más máquinas de las necesarias con el fin de tener algunas de reserva.

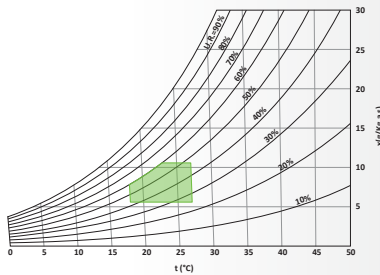
Otra solución puede ser la de emplear máquinas definidas como "dual-cool", es decir, con circuito de refrigeración doble y doble refrigeración. En este caso, la máquina está provista de dos circuitos frigoríficos separados, uno con expansión directa, y el otro con agua refrigerada, de manera que si el refrigerador que alimenta la batería con agua dejara de funcionar, intervendría el circuito frigorífico interno para garantizar que hubiera siempre una refrigeración adecuada.

### Condiciones termo-higrométricas en los centros de datos

Las condiciones de temperatura y humedad a mantener en un centro de datos son establecidas por elASHRAEen el documento “thermal guidelines for data processing enviroments” de 2011.

En este documento se individúan como “recomendadas” las siguientes condiciones:

- Temperatura comprendida entre 18°C y 27°C
- Humedad específica relativa comprendida entre 5,6 y 10,6 g/Kg con un límite máximo en términos de humedad relativa del 60%.



El contenido de humedad, en las salas de servidores, es muy importante. Unos valores de humedad demasiado altos pueden comportar errores de los soportes de cinta, un desgaste excesivo y la corrosión. Estos riesgos aumentan de manera exponencial cuando la humedad relativa supera el 55%. Por otra parte, unos valores de humedad relativa demasiado bajos (inferiores al 30%), aumentan el riesgo de descargas electrostáticas que pueden dañar los componentes y tener efectos negativos en el funcionamiento de la máquina.

### Capítulo 3 SOLUCIONES DE INSTALACIONES

La mejora de la eficiencia de la instalación de acondicionamiento es uno de los principales aspectos a acometer para la reducción significativa de los consumos del centro de datos. A este respecto, una de las estrategias para aumentar la eficiencia del sistema de acondicionamiento es la de optimizar los flujos de aire. Existen diferentes soluciones, la más generalizada prevé subdividir la sala en pasillos calientes y pasillos fríos. Esta solución aprovecha la característica constructiva de los servidores, que aspiran el aire frío frontalmente y lo expulsan posteriormente. Colocándolos después uno frente al otro en fila, se crean pasillos fríos de los cuales aspiran aire los servidores, y pasillos calientes en los cuales se expulsa el aire. Con respecto al enfoque tradicional, que pretende mantener constantes las condiciones medias de la sala, el enfoque basado en los pasillos calientes/fríos permite tener en cuenta las exigencias efectivas de los servidores asegurándoles una refrigeración adecuada.

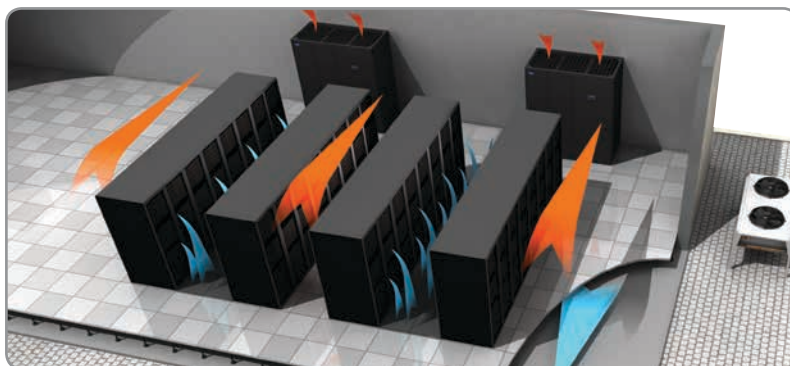
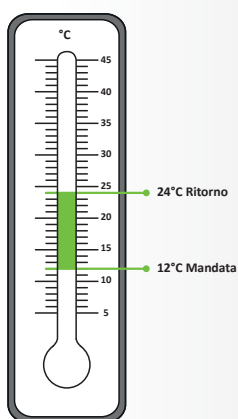
Por ello, un principio general en el diseño de un centro de datos es el de separar los flujos, evitando la mezcla entre impulsión y toma. Desde el punto de vista aplicativo, las soluciones de instalaciones pueden ser diferentes según las potencias en juego en la sala de servidores.

## DENSIDAD BAJA

Por aplicaciones con baja densidad se entienden aquellas en las que la densidad de potencia de los servidores es inferior a 5kW por rack. En este campo de potencias, la tendencia es la de realizar pasillos abiertos: el aire frío es introducido por la unidad de acondicionamiento en el pavimento flotante, y a través de unas rejillas adecuadas alcanza los servidores que lo aspiran expulsándolo después al pasillo caliente, desde donde vuelve a la unidad de acondicionamiento colocada perimetralmente a la sala.

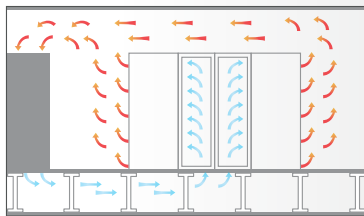
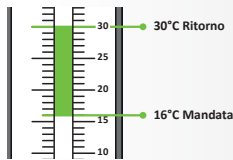
Este es solo un ejemplo de aplicación del concepto de “pasillos abiertos”, las soluciones pueden ser múltiples según las exigencias y los espacios que ofrezca la sala de servidores. Por este motivo, hay disponibles unidades de acondicionamiento de precisión con diversas configuraciones, por ejemplo, la impulsión puede ser desde abajo (down flow) o desde arriba (up flow).

La solución de los pasillos abiertos garantiza una buena separación entre los flujos de aire, aunque ésta no es absoluta. En aplicaciones en que las potencias en juego son contenidas, demuestra ser una buena solución porque cuesta poco, es rápida de realizar y flexible (el formato es fácilmente modificable en caso de futuras expansiones de la sala de servidores). Sin embargo, dicha función necesita producir aire a temperatura bastante baja: la temperatura de impulsión del aire es, generalmente, 12°C.



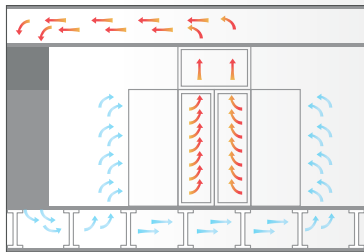
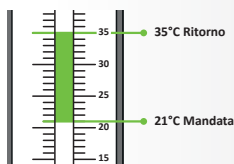
## pasillo frío:

Se cierra superior y lateralmente separando netamente el flujo de impulsión del de toma.



## pasillo caliente:

El pasillo caliente se canaliza confinando así el calor en la salida de los servidores.



## DENSIDAD MEDIO-ALTA

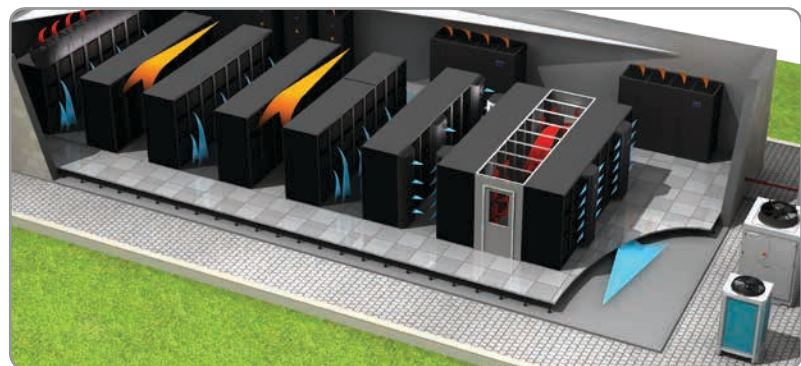
Al crecer la densidad de los servidores, es posible que una solución con pasillos abiertos no sea suficiente para garantizar la correcta refrigeración de los rack. De hecho, en estas aplicaciones aumenta el riesgo de mezcla entre los dos flujos que puede evitarse cerrando los depósitos y confinando los flujos de aire.

Si individualúan dos posibles soluciones:

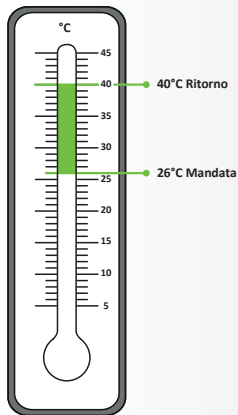
- **Compartimentación del pasillo frío:** el pasillo frío se cierra superior y lateralmente yendo a separar netamente el flujo de aire de impulsión y el de toma;
- **Compartimentación del pasillo caliente:** el pasillo caliente se canaliza confinando así el calor en la salida de los servidores.

Ambas soluciones comportan una separación entre los flujos de aire caliente y frío. El confinamiento de los flujos permite incrementar la temperatura del aire frío a enviar a los servidores, por lo que el riesgo de mezcla es prácticamente nulo. De hecho, en estas aplicaciones, se encuentran temperaturas más altas del aire de impulsión, comprendidas entre los 16°C y los 21°C. El aumento de la temperatura de impulsión, tiene como consecuencia el incremento de la eficiencia de los equipos de acondicionamiento: si es de expansión directa aumenta la temperatura de evaporación, si se trata de una unidad con agua refrigerada comporta el empleo de agua a temperatura más alta, en cualquier caso, mejora la eficiencia del sistema.

Un segundo aspecto, no menos importante, está relacionado con la deshumidificación: si en las salas de servidores el aporte latente de cargas externas es bajo, una temperatura baja de batería comporta una deshumidificación que no siempre es necesaria. Se consigue una posterior humidificación para poder mantener la humedad de la sala en los niveles deseados. Por lo tanto, la contención de los pasillos calientes y fríos es una solución óptima ya que permite operar a una temperatura de batería más alta, reduciendo o eliminando los fenómenos de deshumidificación incontrolada.



### Hot Aisle Containment HT



La solución con pasillos calientes prevé normalmente la impulsión del aire a 21°C y el retorno a 35°C. Una solución con temperaturas de funcionamiento más altas (27 / 40°C) puede llevar a un incremento de la eficiencia del sistema. De hecho, el ASHRAE, en sus normas para el diseño de los centros de datos (ASHRAE TC 9.9 – Thermal Guidelines for Data Processing Environments) establece como límite máximo para la temperatura de impulsión 27°C y 40°C para el retorno.

Por lo tanto, Aermec propone, para conseguir un mayor ahorro energético, la solución “Hot Aisle Containment HT (Alta temperatura)”, realizada manteniendo la arquitectura basada en filas y en la contención de pasillos calientes pero aumentando las temperaturas de funcionamiento.

## Capítulo 4

### AERMEC PARA LOS CENTROS DE DATOS

La solución que Aermec ha acuñado con el nombre de “Hot Aisle Containment HT” prevé el empleo de unidades de acondicionamiento de precisión con agua, instaladas en salas de servidores con configuración con pasillos calientes confinados. En este caso se prevé operar a una temperatura de impulsión del aire de 27°C, más alta con respecto a los aproximadamente 20°C de las aplicaciones tradicionales. Sin embargo, al aumento de la temperatura de impulsión requiere seguir medidas importantes: en este caso es importante operar con una capacidad de aire constante mediante valores que se evalúan con precisión, de manera especial, hay que individualizar cuál es la capacidad mínima necesaria en el servidor para evitar la formación de puntos calientes.

Frente a esto, las temperaturas más altas del agua tienen la ventaja de incrementarla eficiencia del refrigerador, y en segundo lugar la de aumentar las horas en las que es posible recurrir al enfriamiento en seco.

Para dicho propósito, Aermec optimiza la tecnología del enfriamiento en seco, realizando un “enfriamiento en seco modulante”: también cuando las condiciones externas garantizan una cobertura mínima de la carga térmica (es decir, cuando la temperatura externa es un poco más baja que la temperatura del agua), el sistema de enfriamiento en seco modulante permite aprovechar al máximo la fuente externa gratuita, según porcentajes crecientes en proporción a la diferencia de temperatura entre el agua en salida desde la unidad PAC y el ambiente externo, hasta anular la contribución de la refrigeración mecánica maximizando así la eficiencia del sistema. Por lo tanto, la conexión de una tecnología de este tipo, con la solución “Hot Aisle Containment HT” puede comportar enormes ventajas energéticas.

Ahora se presentan simulaciones numéricas con el fin de demostrar las ventajas energéticas que el incremento de la temperatura de impulsión del agua y del enfriamiento en seco pueden comportar.

Aermec define:

**pPUE**  
Partial Power Usage Effectiveness

$$PPUE = \frac{\text{Pot. Dispositivos IT} + \text{Inst. Acondicionamiento}}{\text{Potencia dispositivos IT}}$$

## CONDICIONES OPERATIVAS

### **soluciones A y C:**

temperatura impulsión 24°C  
 humedad relativa ambiente 45%  
 T. agua entrada PAC=15°C  
 T. agua salida PAC= 20°C

### **soluciones B y D:**

temperatura impulsión 27°C  
 humedad relativa ambiente 40%  
 T. agua entrada PAC=18°C  
 T. agua salida PAC= 23°C

## Capítulo 5 ESTUDIO DE CASOS

Se ha tomado en consideración un centro de datos con 14 rack de potencia total equivalentes a 35kW (2,5kW/rack). La solicitud de potencia para la refrigeración es de 80kW. Dicha solicitud se cumple mediante dos unidades de acondicionamiento de precisión con agua refrigerada capaz de dar, en las condiciones de funcionamiento, al menos 40kW de potencia frigorífica. Cada una de las dos unidades PAC está alimentada con una mezcla agua-glicol (20% de glicol etilénico) refrigerada por un refrigerador del tipo aria-agua, con potencia nominal 80kW (determinada con aire externo 35°C, agua producida 7°C, Dt 5°C). La elección de dividir la potencia solicitada en dos partes y dimensionar ambos refrigeradores para la carga total, está relacionada principalmente con razones de fiabilidad: en el caso de avería de un refrigerador, el otro es capaz de acondicionar autónomamente toda la sala de servidores. La carga del centro de datos es constante, 24 al día, 7 días a la semana. Por lo tanto, toda la energía consumida por el local durante el año, para su refrigeración, es igual a 700,8MWh (80kW x 8670h/año).

Las soluciones para el acondicionamiento que se han analizado son las siguientes:

- A** Temperatura agua de alimentación de la unidad de acondicionamiento 15°C ( $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$ )
- B** Temperatura agua de alimentación de la unidad de acondicionamiento 18°C ( $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$ )
- C** Temperatura agua de alimentación de la unidad de acondicionamiento 15°C ( $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$ ) producida con refrigerador con opción de enfriamiento en seco.
- D** Temperatura agua de alimentación de la unidad de acondicionamiento 18°C ( $\Delta T=5^{\circ}\text{C}$ ) producida con refrigerador con opción de enfriamiento en seco.

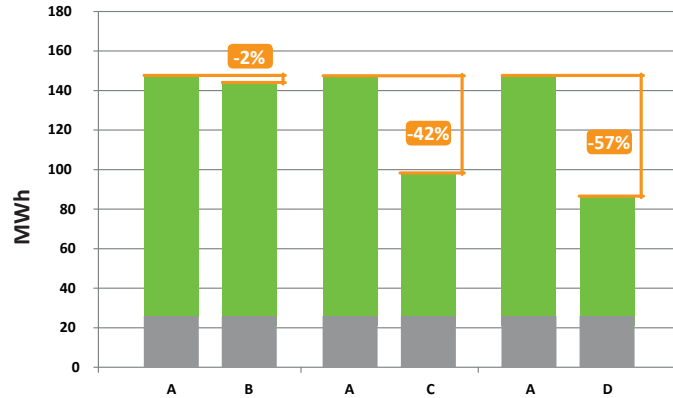
Se han realizado simulaciones para tres localidades diferentes: Milán, Londres y Ciudad del Cabo.

Los resultados ilustrados en las siguientes páginas destacan cómo el aumento de la temperatura del agua producida comporta efectivamente una reducción de los consumos: pasar de los 15°C a los 18°C de agua producida implica una reducción de la energía eléctrica absorbida durante el año de cerca del 2%, en los tres casos analizados. Porcentaje no muy elevado, pero significativo si se piensa que se ha obtenido modificando simplemente el set de trabajo de los refrigeradores.

En cambio, de mayor relieve son las ventajas que se obtienen aprovechando el enfriamiento en seco. En este caso, el ahorro energético obtenido varía según la incidencia del enfriamiento en seco para cada localidad: allá donde las temperaturas son más rígidas, la intervención del enfriamiento en seco será más frecuente y, por lo tanto, también será más importante el ahorro obtenido.

## ESTUDIO DE CASO 1: MILÁN

### Resultados de las simulaciones



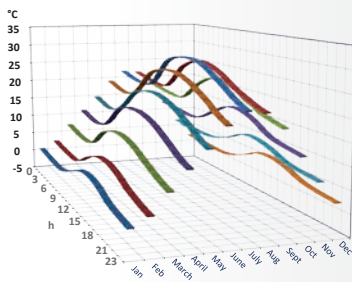
#### Consumos energía eléctrica:

- refrigerador + bombas
- PAC

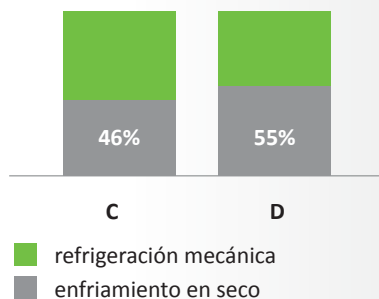
#### Leyenda

- A** T agua producida 15°C ( $\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$ )
- B** T agua 18°C ( $\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$ )
- C** T agua producida 15°C ( $\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$ ) con opción enfriamiento en seco
- D** T agua producida 18°C ( $\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$ ) con opción enfriamiento en seco

### Perfil climática de Milán



### Porcentaje de funcionamiento en modalidad Enfriamiento en seco en base anual



	CASO	A	B	C	D
Energía frigorífica requerida por el centro de datos	MWh	700,8	700,8	700,8	700,8
Energía eléctrica absorbida por los refrigeradores	MWh	132,7	129,7	85,91	74,99
Energía eléctrica absorbida por los PAC	MWh	26,30	26,30	26,30	26,30
EER (refrigerador + PAC)	-	4,41	4,49	6,25	6,92
pPUE	-	1,52	1,51	1,36	1,33

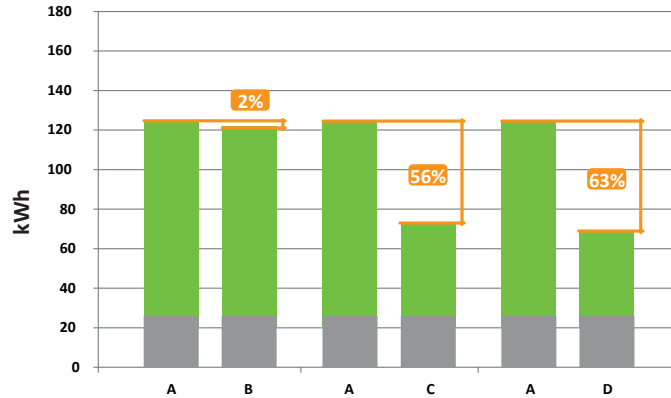
Para el cálculo de los pPUE se han tomado en consideración las potencias absorbidas por las unidades rack, por los refrigeradores (incluidas las bombas de circulación) y por los acondicionadores de precisión.

## ESTUDIO DE CASO 2: LONDRES

### Resultados de las simulaciones

#### Leyenda

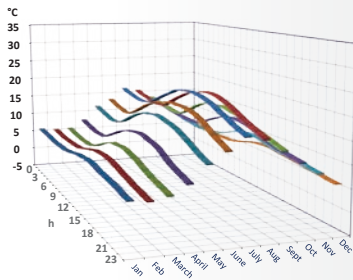
- A T agua producida 15°C ( $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ )
- B T agua 18°C ( $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ )
- C T agua producida 15°C ( $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ ) con opción enfriamiento en seco
- D T agua producida 18°C ( $\Delta t = 5^\circ\text{C}$ ) con opción enfriamiento en seco



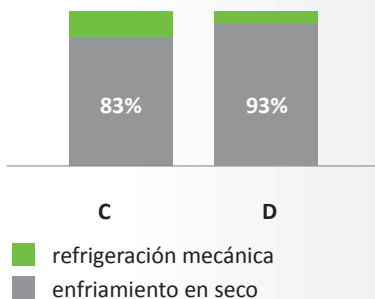
#### Consumos energía eléctrica:

- refrigerador + bombas
- PAC

### Perfil climática de Londres



### Porcentaje de funcionamiento en modalidad Enfriamiento en seco en base anual



	CASO	A	B	C	D
Energía frigorífica requerida por el centro de datos	MWh	700,8	700,8	700,8	700,8
Energía eléctrica absorbida por los refrigeradores	MWh	117,6	114,9	65,96	61,95
Energía eléctrica absorbida por los PAC	MWh	26,30	26,30	26,30	26,30
EER (refrigerador + PAC)	-	4,87	4,97	7,60	7,94
pPUE	-	1,47	1,46	1,30	1,29

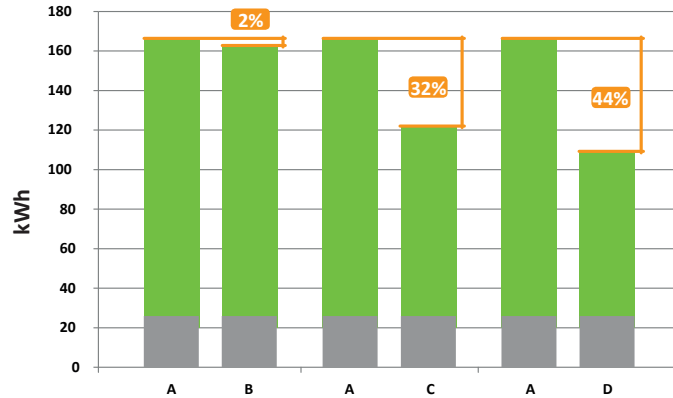
Para el cálculo de los pPUE se han tomado en consideración las potencias absorbidas por las unidades rack, por los refrigeradores (incluidas las bombas de circulación) y por los acondicionadores de precisión.

### ESTUDIO DE CASO 3: CIUDAD DEL CABO

#### Resultados de las simulaciones

##### Leyenda

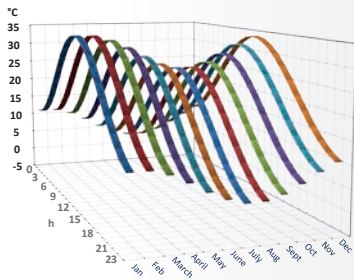
- A T agua producida 15°C ( $\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$ )
- B T agua 18°C ( $\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$ )
- C T agua producida 15°C ( $\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$ ) con opción enfriamiento en seco
- D T agua producida 18°C ( $\Delta t= 5^{\circ}\text{C}$ ) con opción enfriamiento en seco



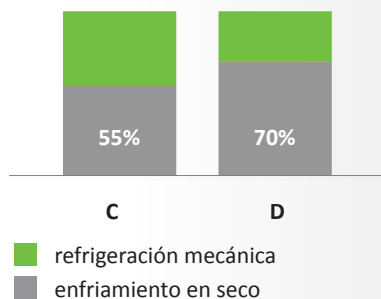
##### Consumos energía eléctrica:

- refrigerador + bombas
- PAC

#### Perfil climático de ciudad del Cabo



#### Porcentaje de funcionamiento en modalidad Enfriamiento en seco en base anual



	CASO	A	B	C	D
Energía frigorífica requerida por el centro de datos	MWh	700,8	700,8	700,8	700,8
Energía eléctrica absorbida por los refrigeradores	MWh	159,6	156,0	115,01	102,61
Energía eléctrica absorbida por los PAC	MWh	26,30	26,30	26,30	26,30
EER (refrigerador + PAC)	-	3,77	3,84	4,96	5,44
pPUE	-	1,60	1,59	1,46	1,42

Para el cálculo de los pPUE se han tomado en consideración las potencias absorbidas por las unidades rack, por los refrigeradores (incluidas las bombas de circulación) y por los acondicionadores de precisión.

De estos resultados es evidente que las temperaturas de funcionamiento más elevadas (27/40°C respecto a los 24/35°C) permiten conseguir importantes ahorros energéticos sin comprometer el correcto funcionamiento de los servidores, siempre que se preste una adecuada atención al aspecto de la instalación, confinando los flujos de aire y calculando adecuadamente las capacidades en juego

**Aermec S.p.A. via Roma 996 - 37040 Bevilacqua (VR) Italy**  
**T. +39 0442 633111 F. +39 0442 93577**  
**sales@aermec.com**  
**www.aermec.com**