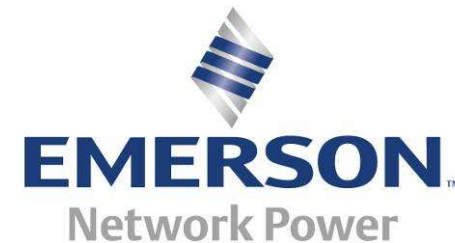


# ***Refrigeración de precisión para salas tecnológicas***

**Últimos avances y tendencias en la  
refrigeración de precisión de las salas  
críticas**

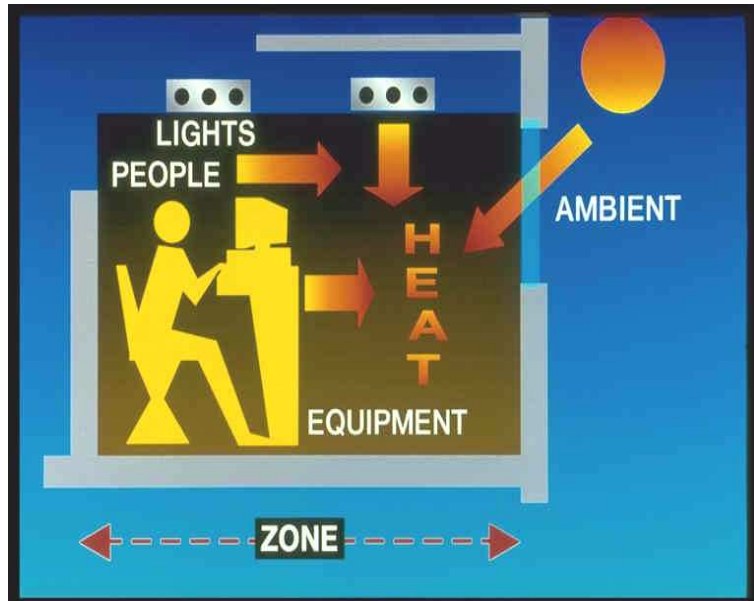


# ***Agenda***

---

- **Salas de tipo tecnológico y sus necesidades de refrigeración**
- **Las mejoras en la distribución de aire y su influencia en los ahorros energéticos**
- **Soluciones actuales de refrigeración de alta precisión.**

# ¿De dónde procede la carga térmica? El caso típico

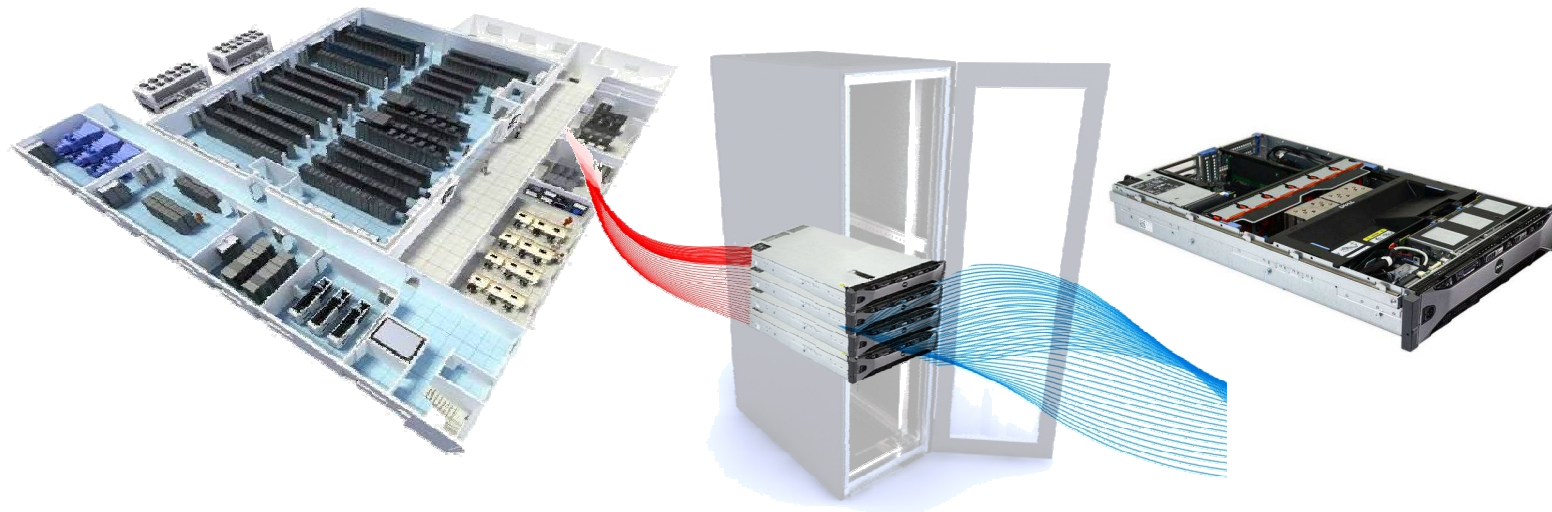


- **Personas**
- **Temperatura exterior**
- **Ventilación**
- **Dispositivos Electrónicos/Eléctricos**

Todo el calor necesita ser eliminado del Centro de Datos para evitar un incremento de temperatura indeseado

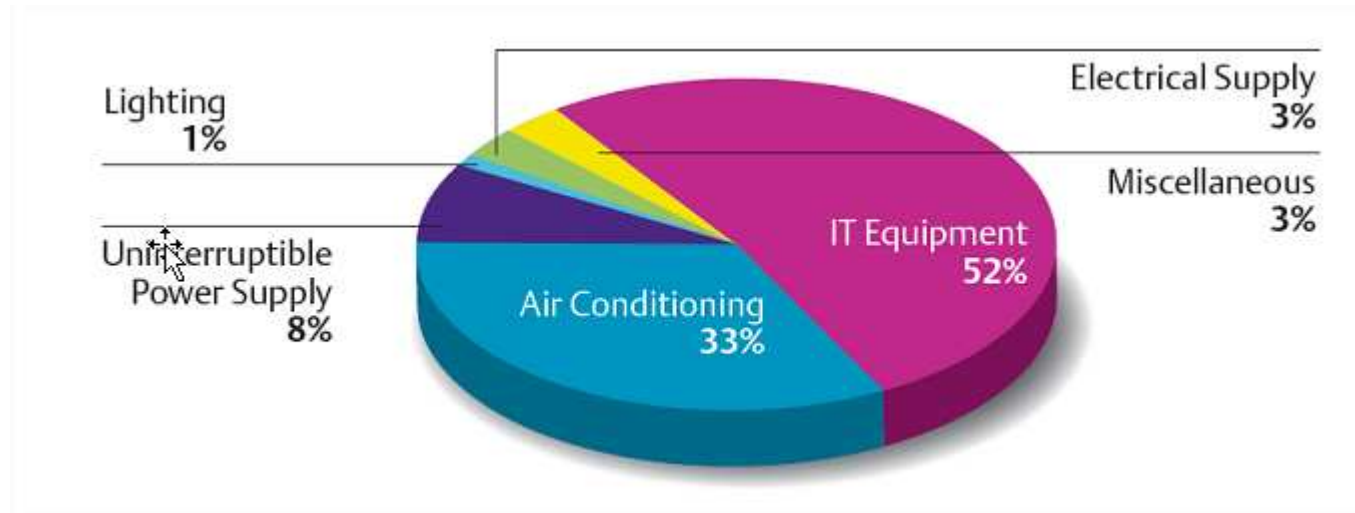
# Carga térmica en un CPD

- La mayor parte procede de los servidores



- Podemos considerar que todos los kW de Energía eléctrica consumidos en el interior del CPD son convertidos en calor.

# Consumo Energético de un Data Center



$$\text{PUE} = \frac{\text{Cons Energía total Instalación}}{\text{Cons Energía Equipamiento IT}}$$

Power Usage Effectiveness

PUE = 1.9: ¡Casi el 50% de la Potencia del Equipamiento IT!

***Para optimizar debemos primero dar un paso hacia atrás...***

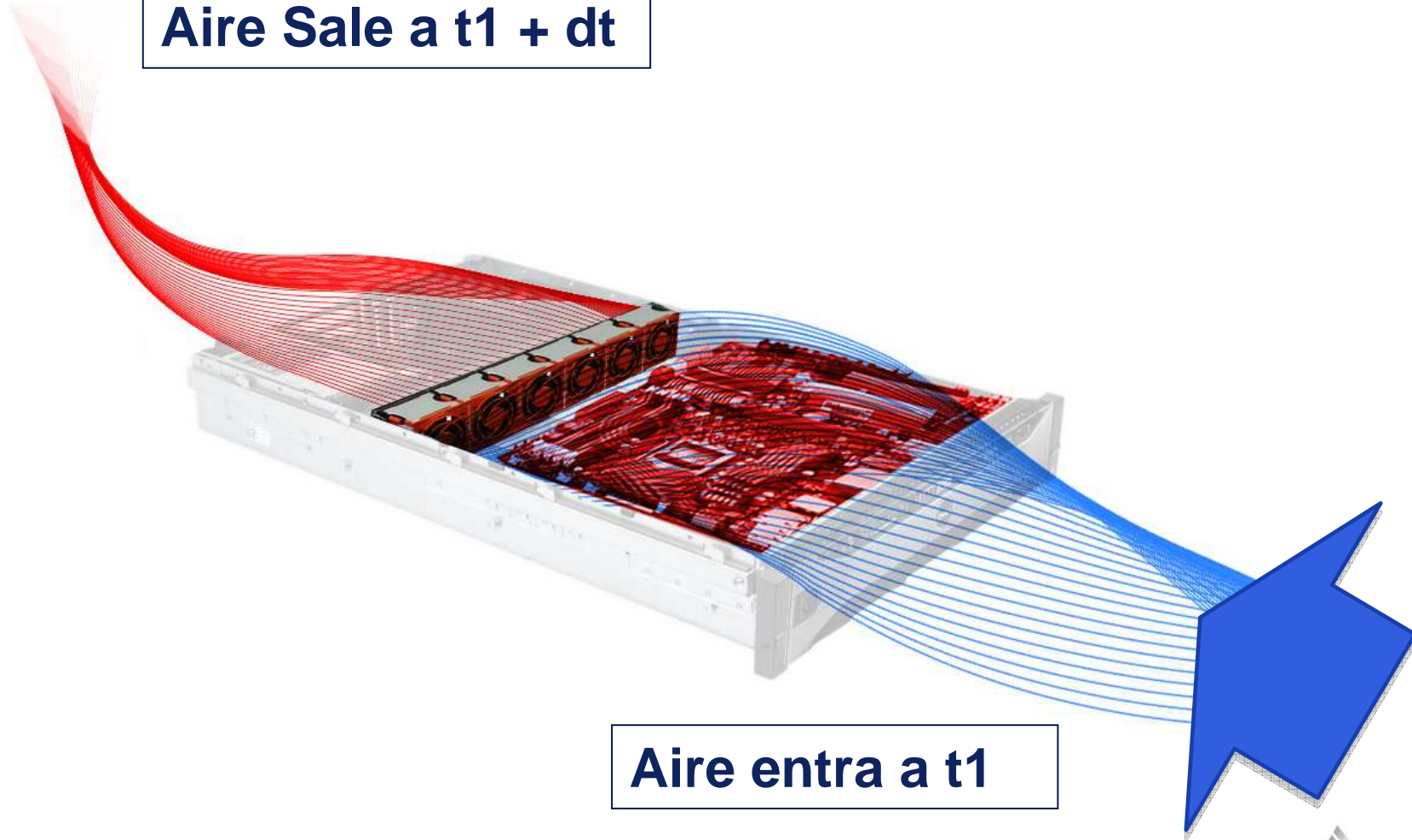
# *Empezando por el servidor...*



7

# ***Cuando trabaja, Genera Calor***

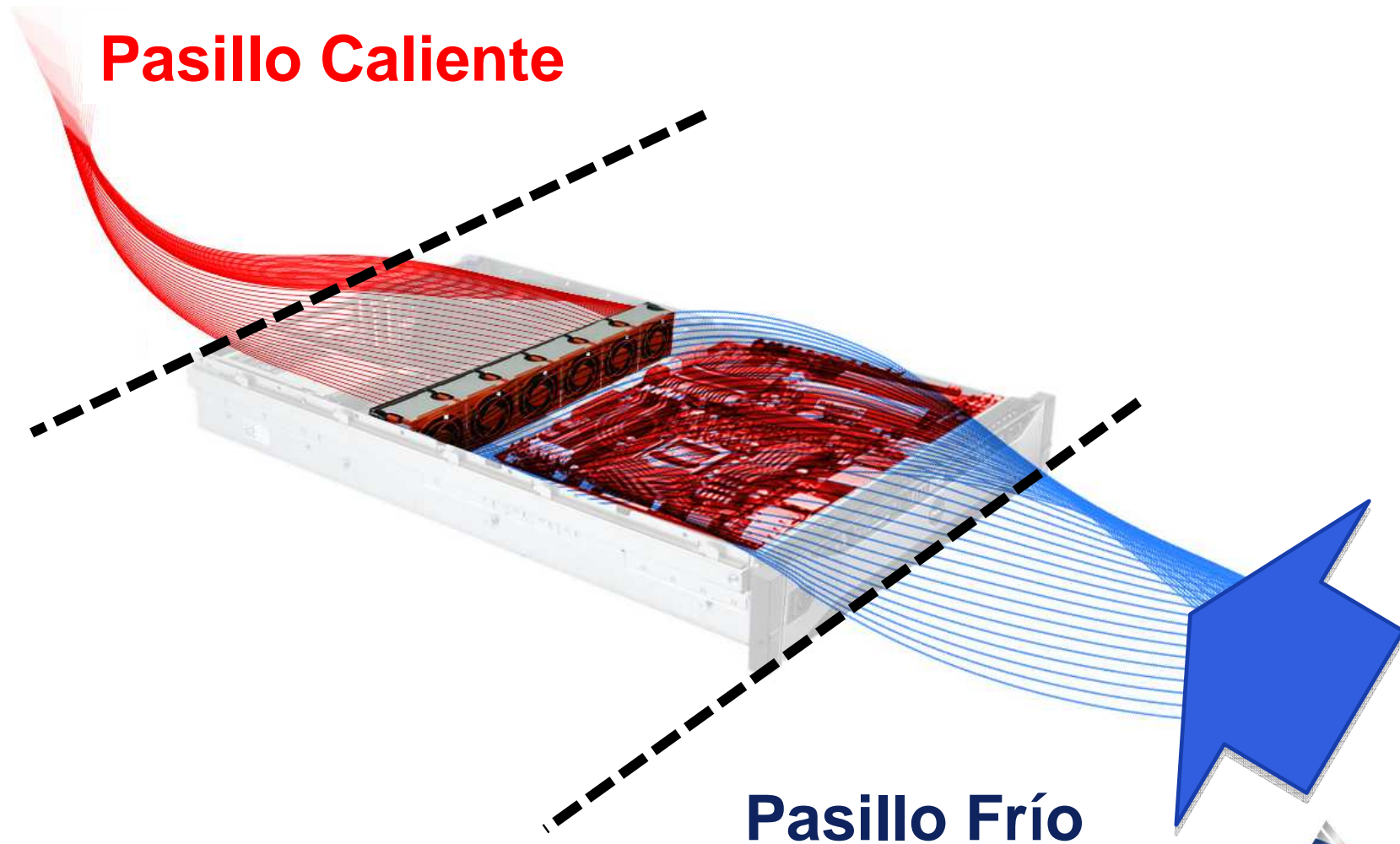
**Aire Sale a  $t_1 + dt$**



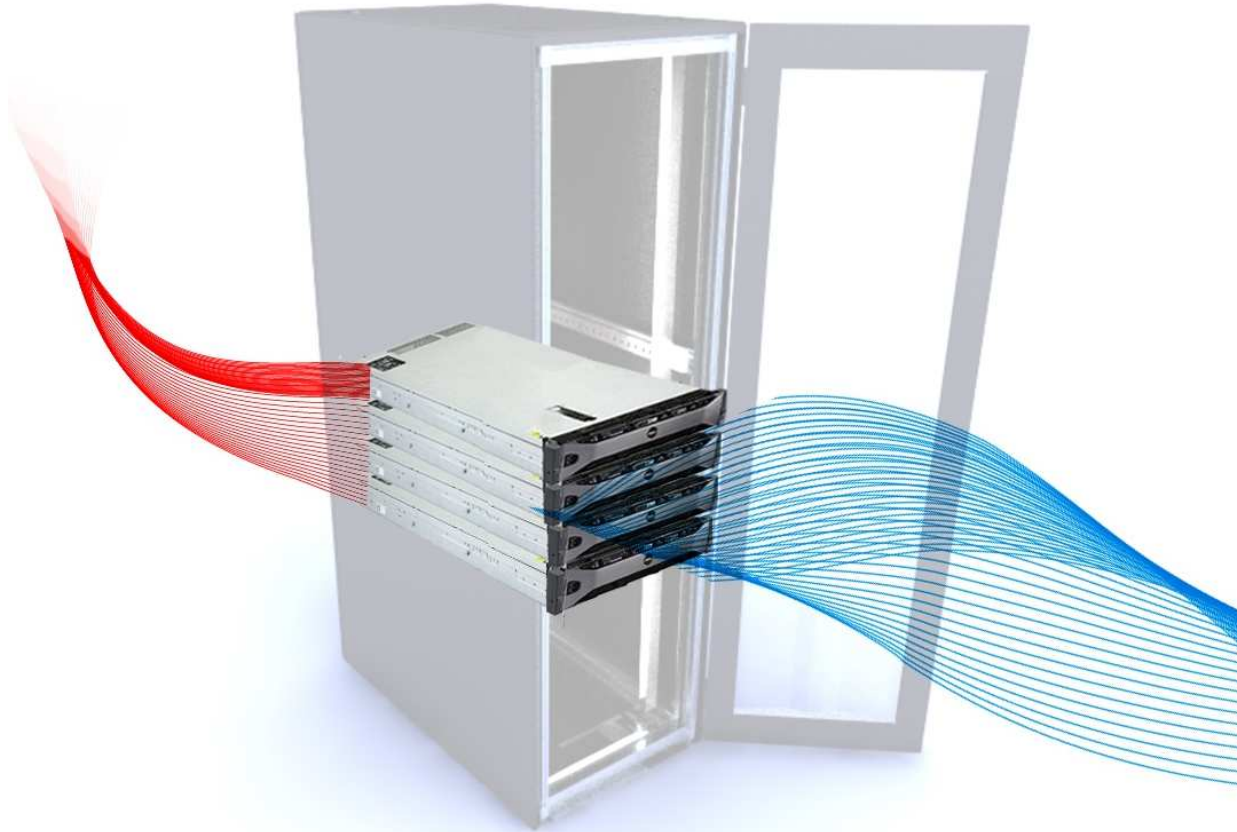
**Aire entra a  $t_1$**



# *Cuando trabaja, Genera Calor*



# *Condiciones Ideales*



# *Si el Caudal No es Suficiente*

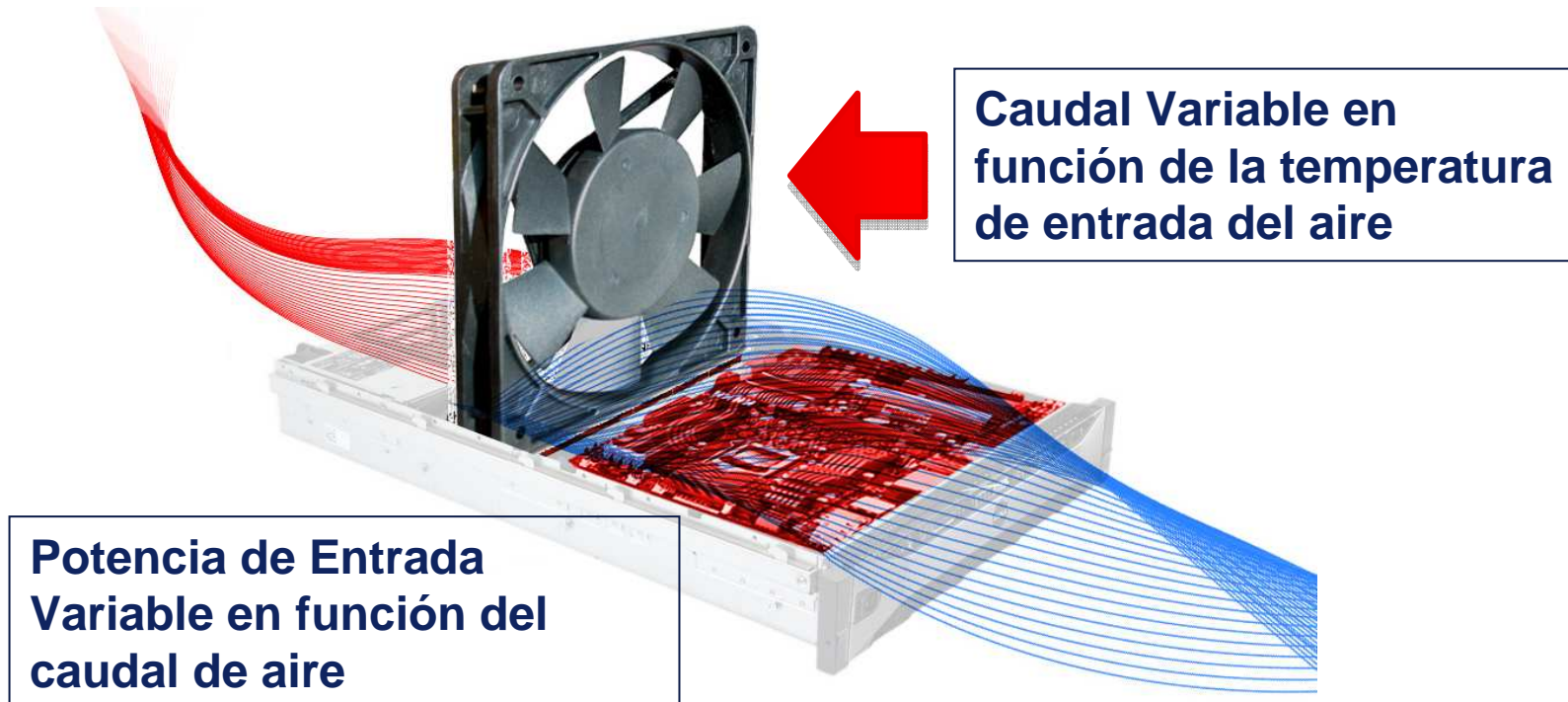
**Pasillo Caliente**



**¡Recirculación!**

**Pasillo Frío**

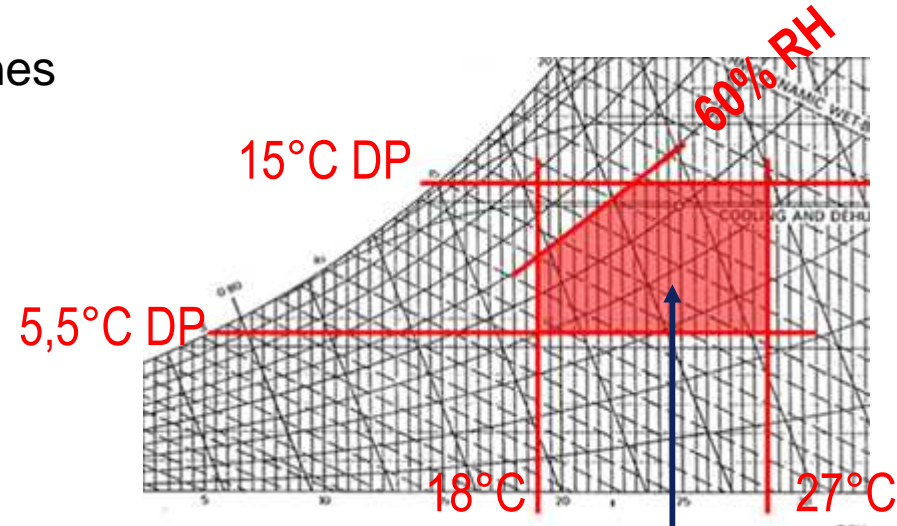
# “Circuito Equivalente”



No es un requerimiento, es la realidad. ASHRAE aporta datos en relación a este punto

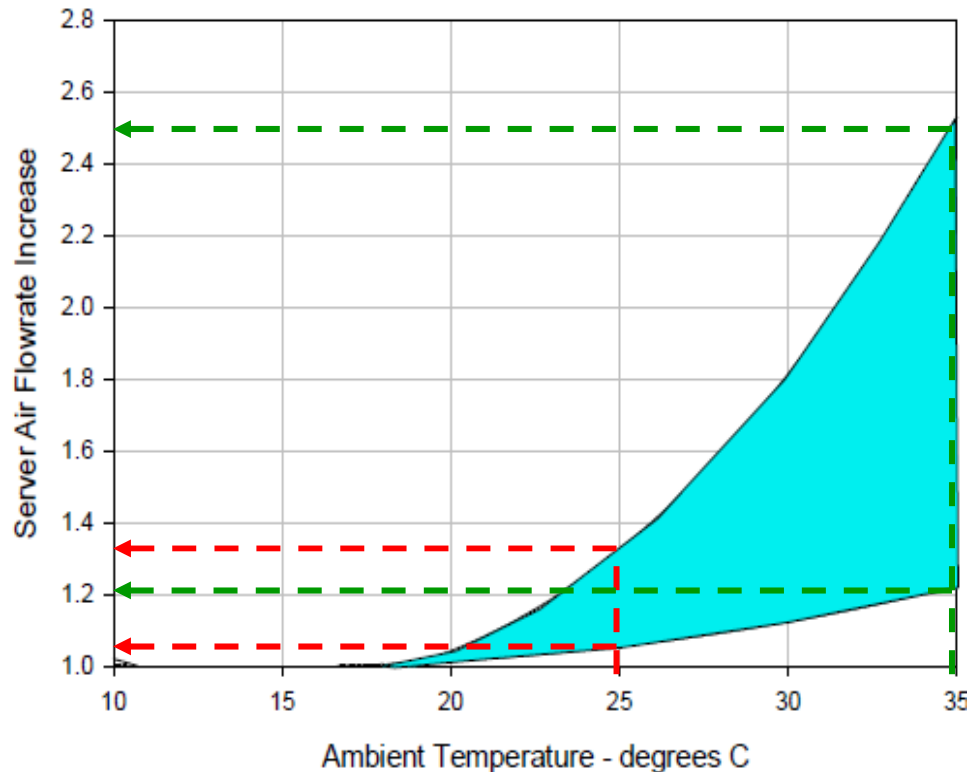
# Valores recomendados por ASHRAE

- ASHRAE recomienda las condiciones de trabajo que debería tener el servidor:
  - Óptimas prestaciones
  - Bajo Consumo Energético
  - Tiempo de vida
  - Alta Fiabilidad



	2004 Version	2008 Version	2011 Version (Recomendados)
Mínima Temperatura	20°C (68°F)	18°C (64.4°F)	18°C (64.4°F)
Máxima Temperatura	25°C (77°F)	27°C (80.6°F)	27°C (80.6°F)
Nivel Bajo de Humedad	40% RH	5.5°C DP (41.9 F)	5.5°C DP (41.9 F)
Nivel Alto de Humedad	55% RH	60% RH & 15°C DP (59°F DP)	60% RH & 15°C DP (59°F DP)

# Temperatura Entrada Servidor vs Caudal Servidor



Data collected by ASHRAE from various server manufacturers covering a wide range of products

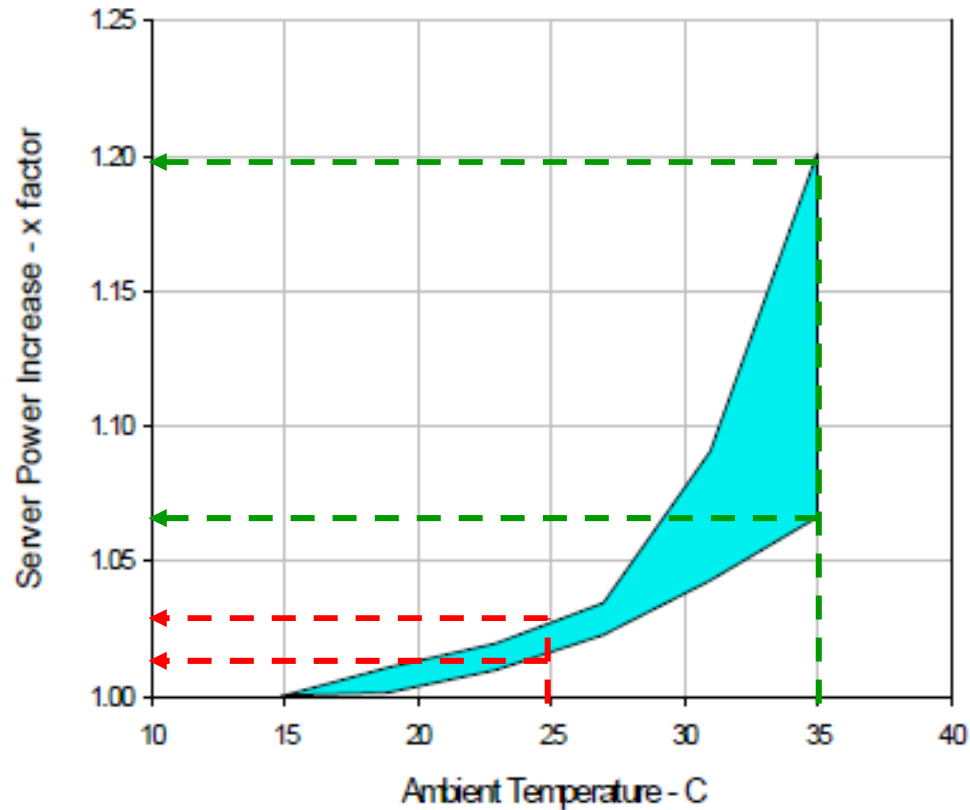
## Caso 1

- Incremento Temp Impulsión :
  - Desde 15 a 25 °C
- Caudal de Aire de los Servidores:
  - Incremento de 5 – 35%

## Caso 2

- Incremento Temp Impulsión:
  - Desde 15 a 35 °C
- Caudal de Aire de los Servidores:
  - Incremento de 20 – 150%

# Temperatura Entrada Servidor vs Consumo Servidor



Data collected by ASHRAE from various server manufacturers covering a wide range of products

## Caso 1

- Incremento Temp Impulsión:
  - Desde 15 a 25 °C
- Consumo Potencia Servidores:
  - Incremento en 2 – 3%

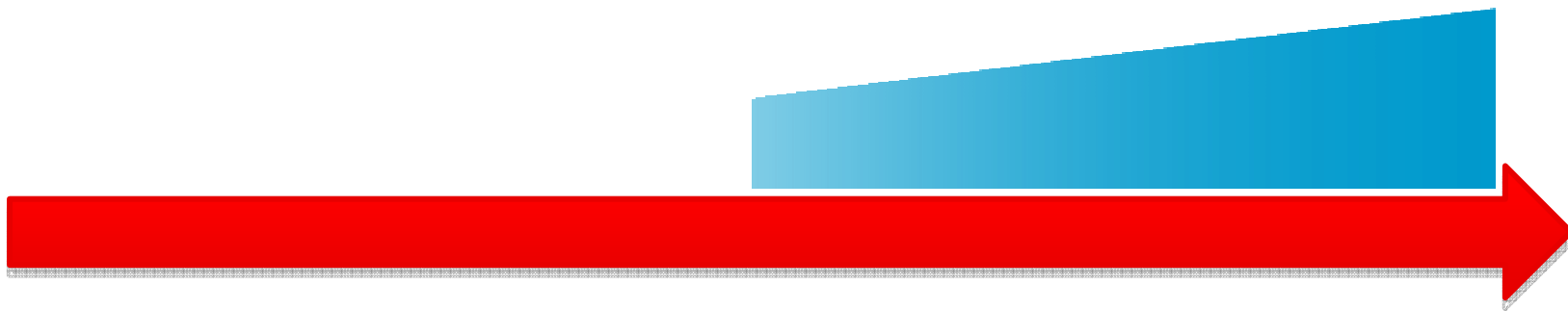
## Caso 2

- Incremento Temp Impulsión:
  - Desde 15 a 35 °C
- Consumo Potencia Servidores:
  - Incremento en 7 – 20%

# Temperatura Entrada Servidor vs Ruido Servidor

Niveles de Ruido del Servidor aumenta con la temperatura

Expected Increase in A-Weighted Sound Power Levels (in decibels)				
25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
0 dB	4.7 dB	6.4 dB	8.4 dB	12.9 dB





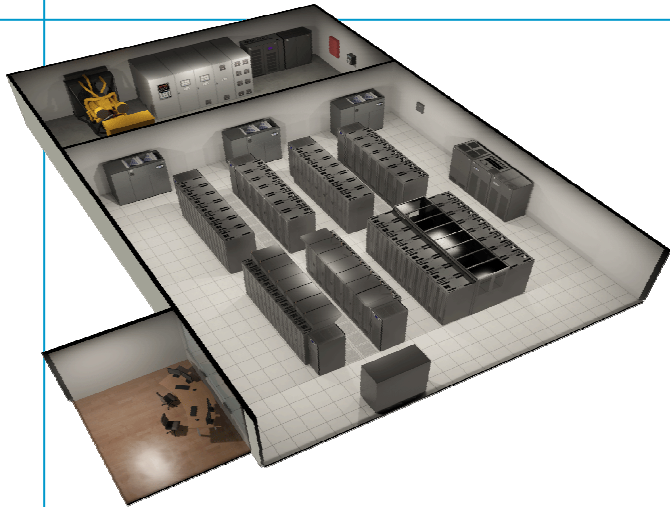


# *Acerca de la distribución de aire en el interior de las salas...*

# *La optimización del flujo de aire en sus orígenes...*

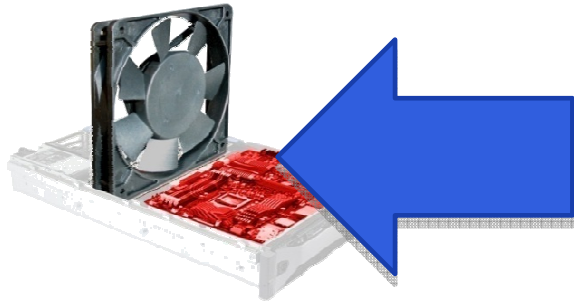


# Cerramientos de pasillo frío



Cerramientos de pasillo frío

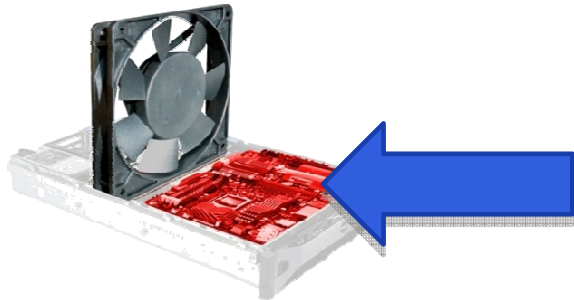
# El Caudal Puede Variar, ¡Siempre hay que manejarlo!



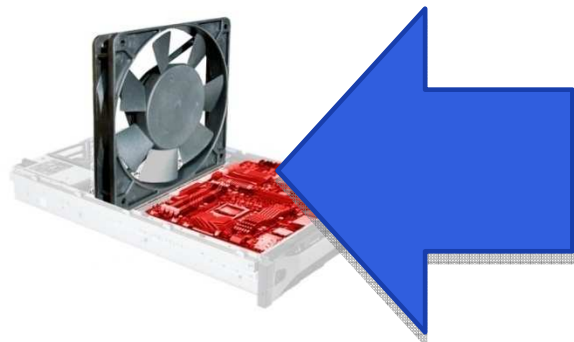
$q_n$

Caudal de servidores

$$q_{\text{servers}} = q_1 + q_2 + \dots + q_n$$



$q_2$

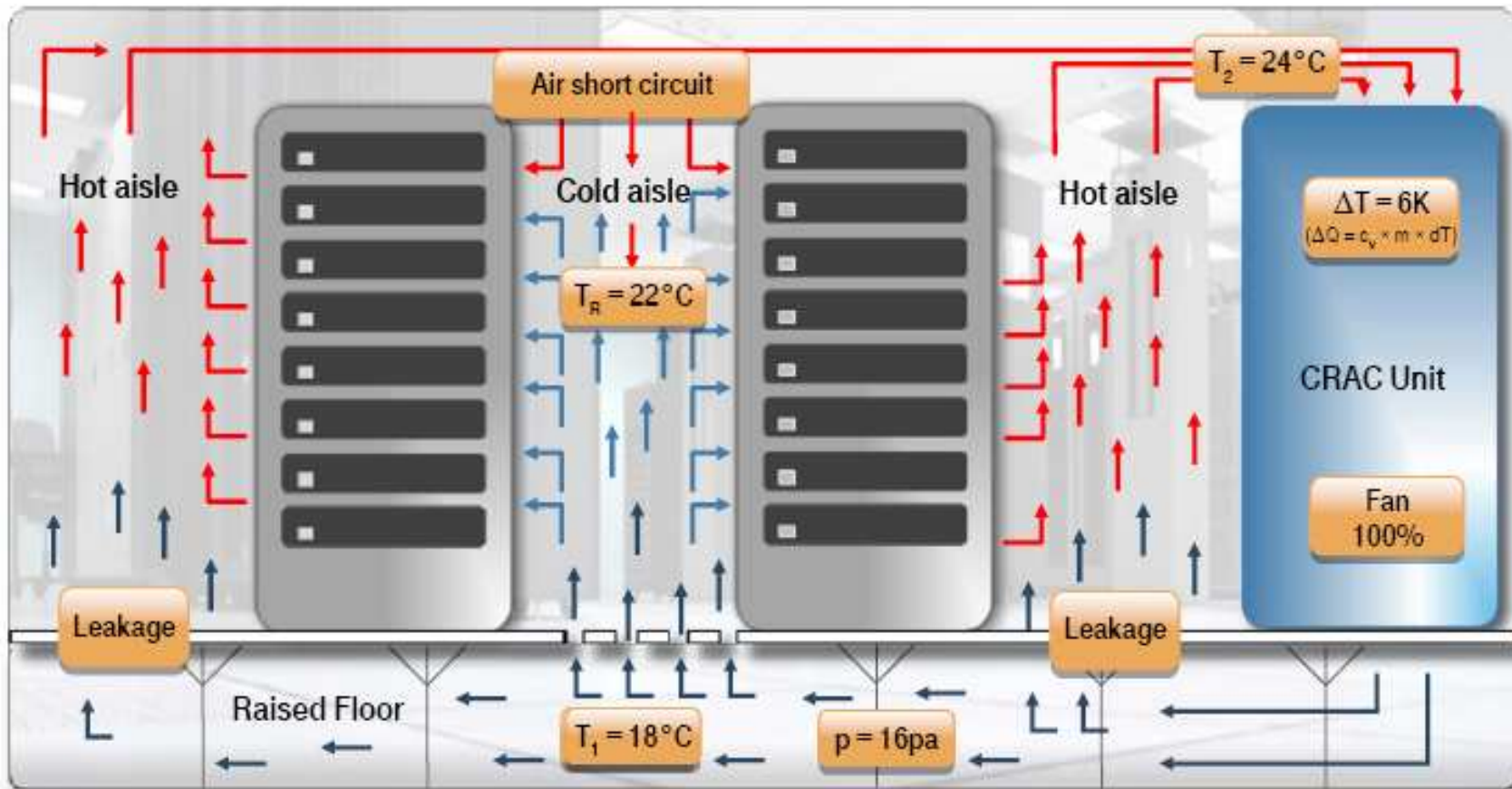


$q_1$

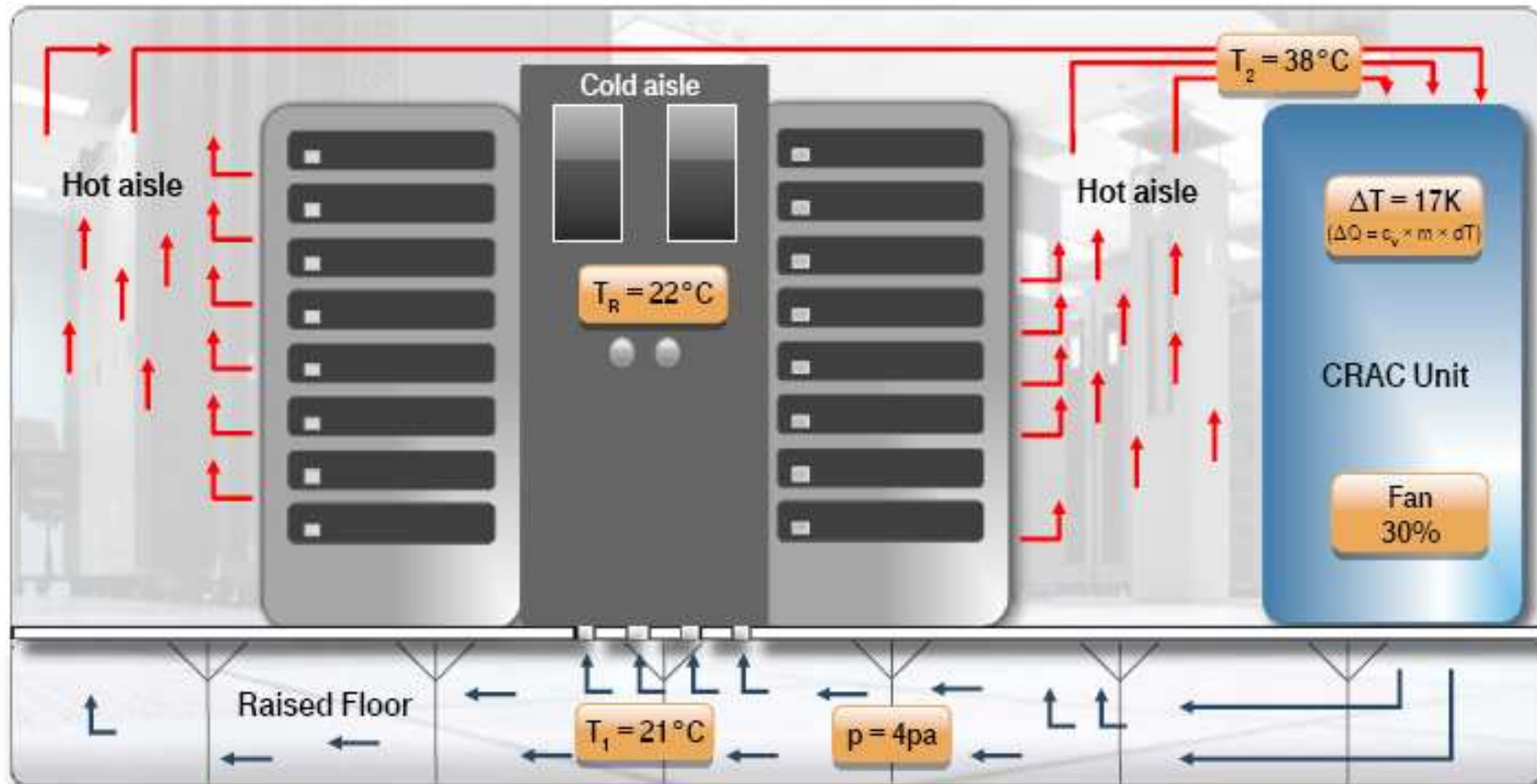
Caudal de la  
unidad

$$q_{\text{cooling}} = q_{\text{servers}}$$

# ¿Cómo optimizamos la sala?

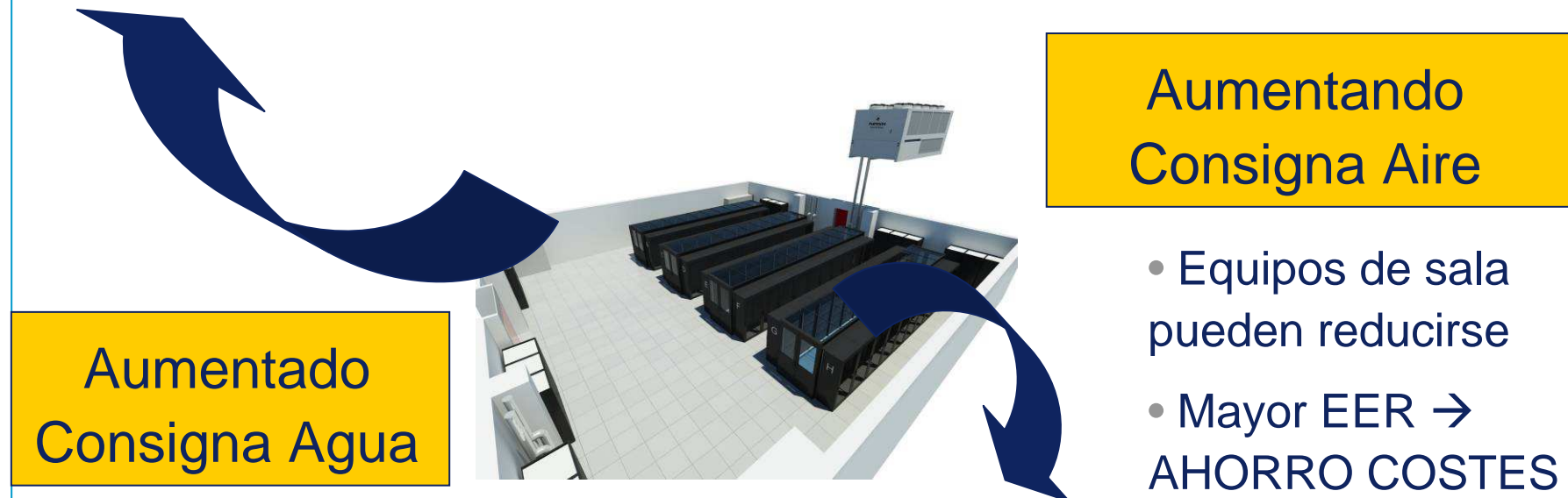


# ¿Cómo optimizamos la sala?

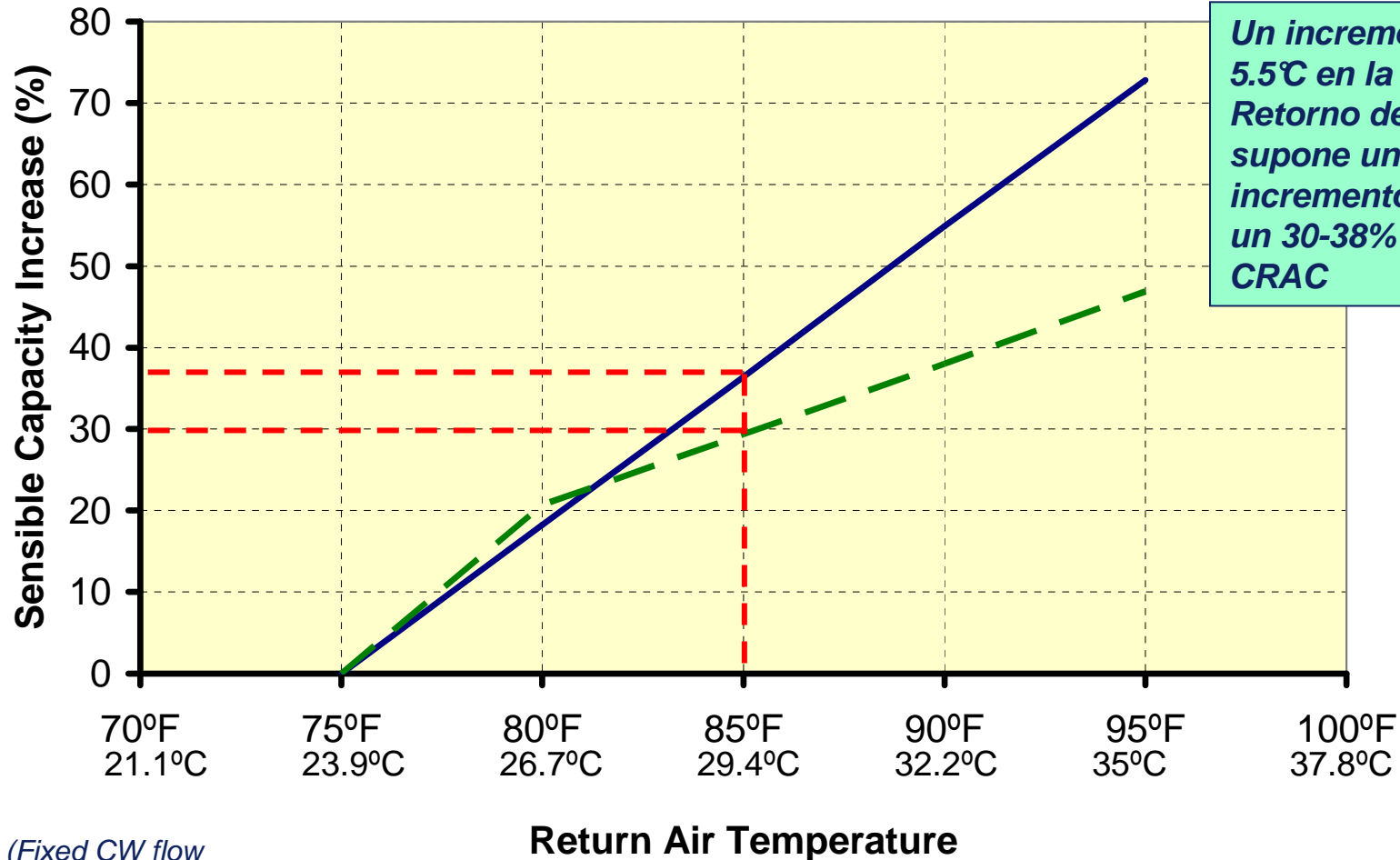


# Cerramientos de pasillo frío: Efecto en el Sistema

- Chiller puede reducirse → menor CAPEX
- Mayor Eficiencia
- Aumento de Capacidad Free Cooling
- Reducción Número de horas Compresor → Más Fiabilidad
- Total EER [kWh/kWh] aumenta → AHORRO COSTES



# Mayor Capacidad del sistema de refrigeración



Un incremento de 5.5°C en la Temp de Retorno del Aire supone un incremento de entre un 30-38% en los CRAC

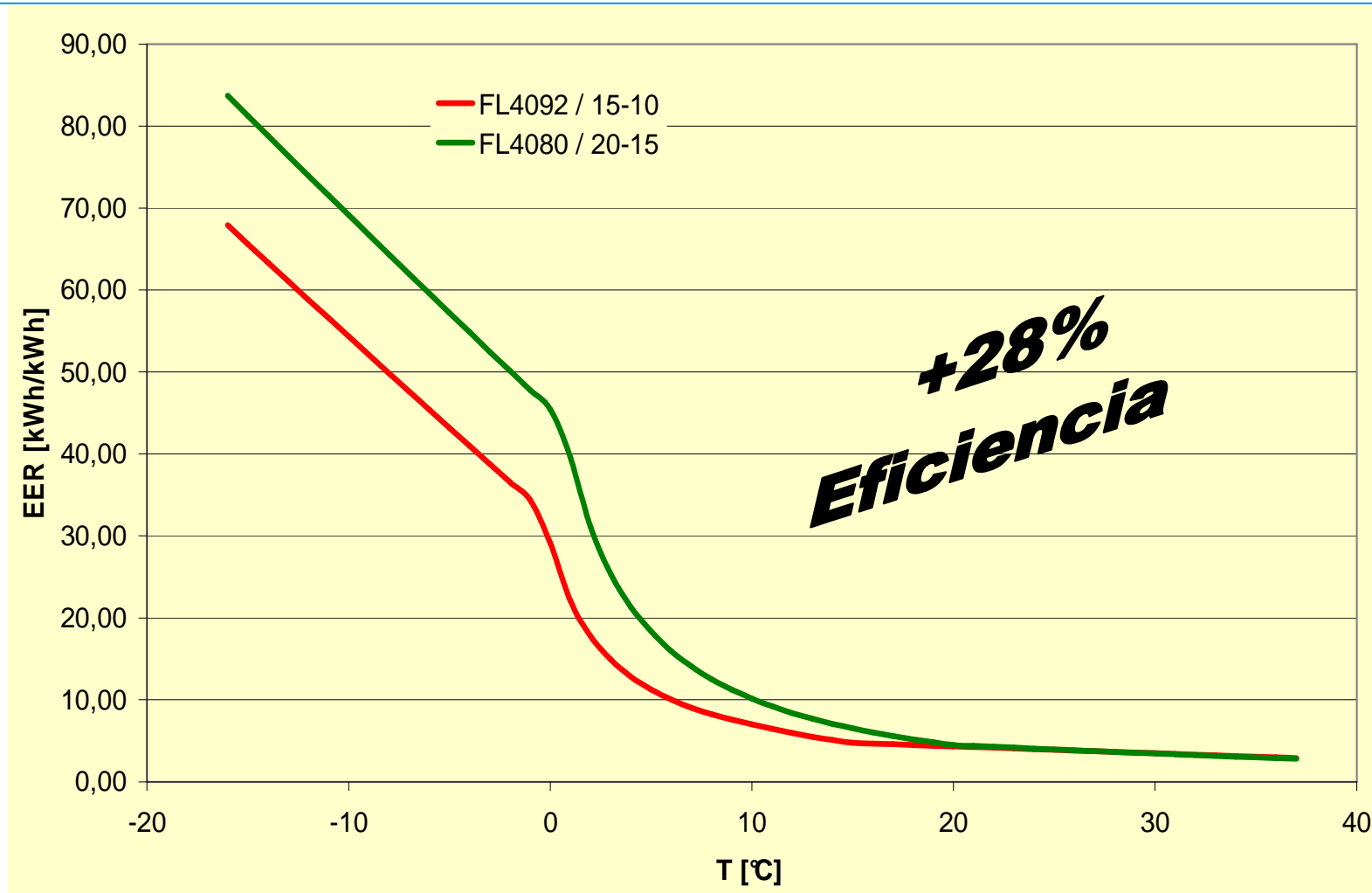
(Fixed CW flow rate for the CW CRAC)

— Chilled Water CRAC — Direct Expansion CRAC

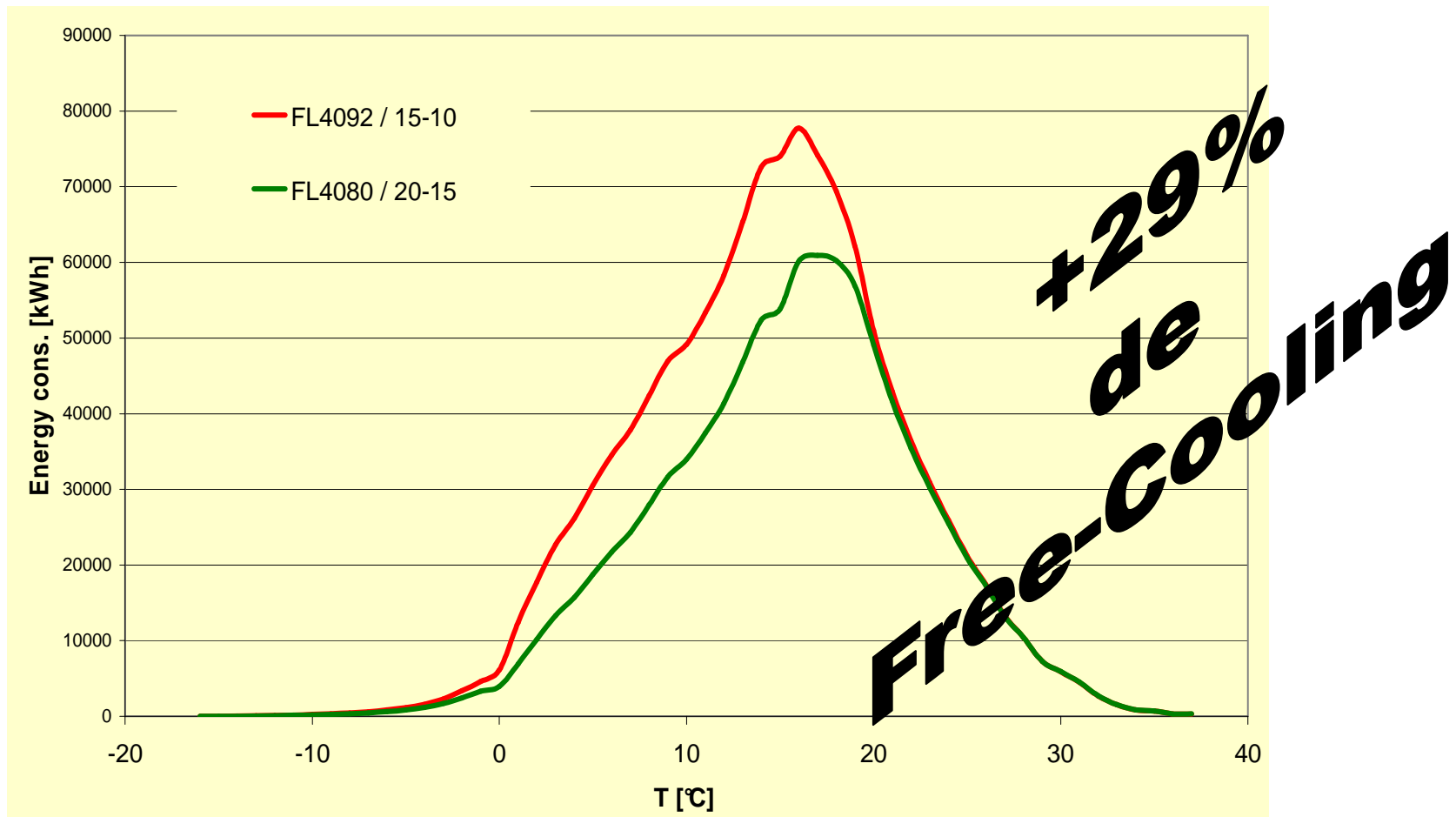




# Mayor EER de la Enfriadora



# Más Free-Cooling → Ahorros energéticos



# Ahorro de *Espacio en el Exterior* & *Costes de Inversión*



11.580 mm



9.590 mm

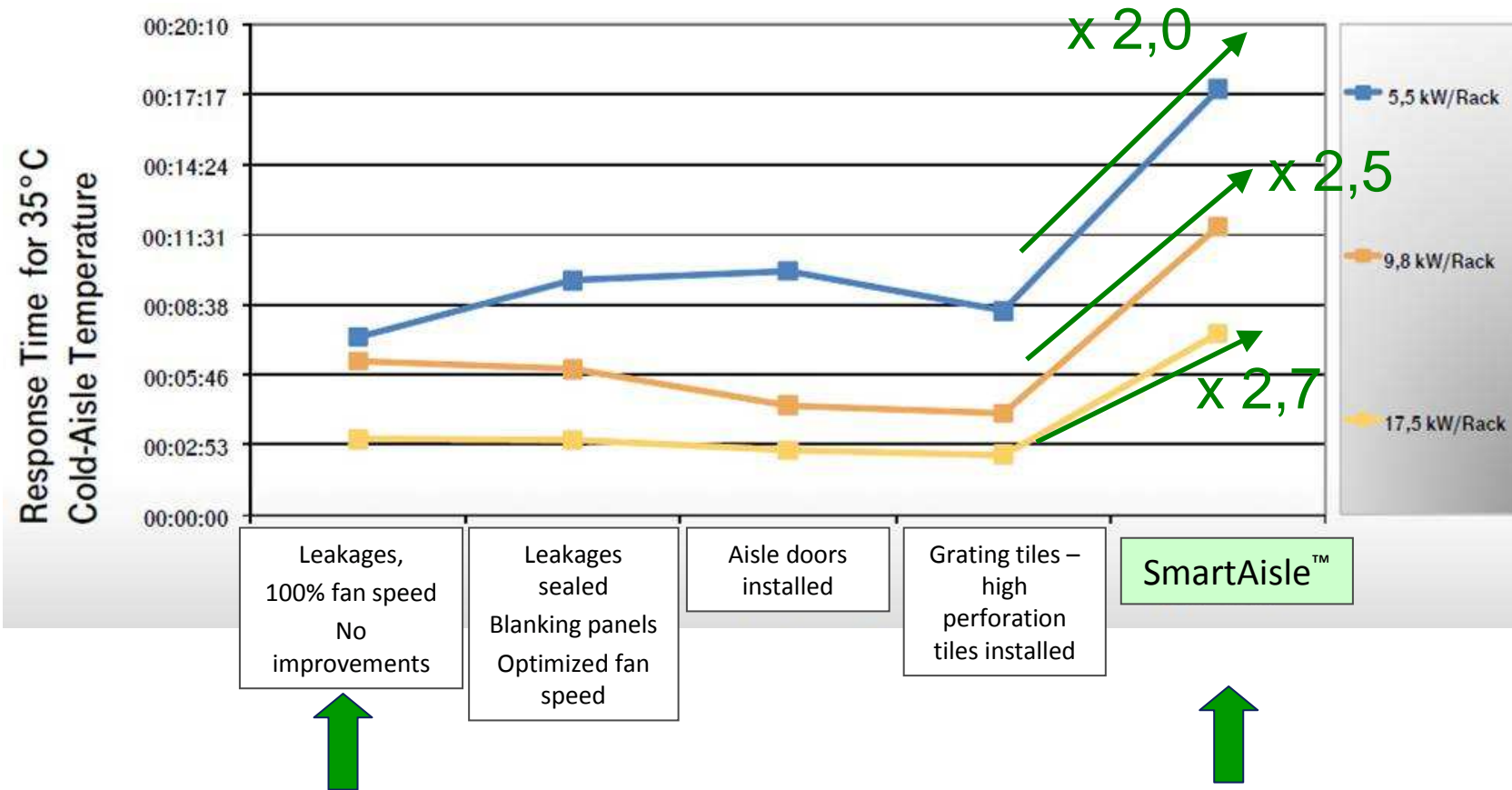
**-2 metros de longitud**

# Ahorro de Espacio Interior & Costes de Inversión



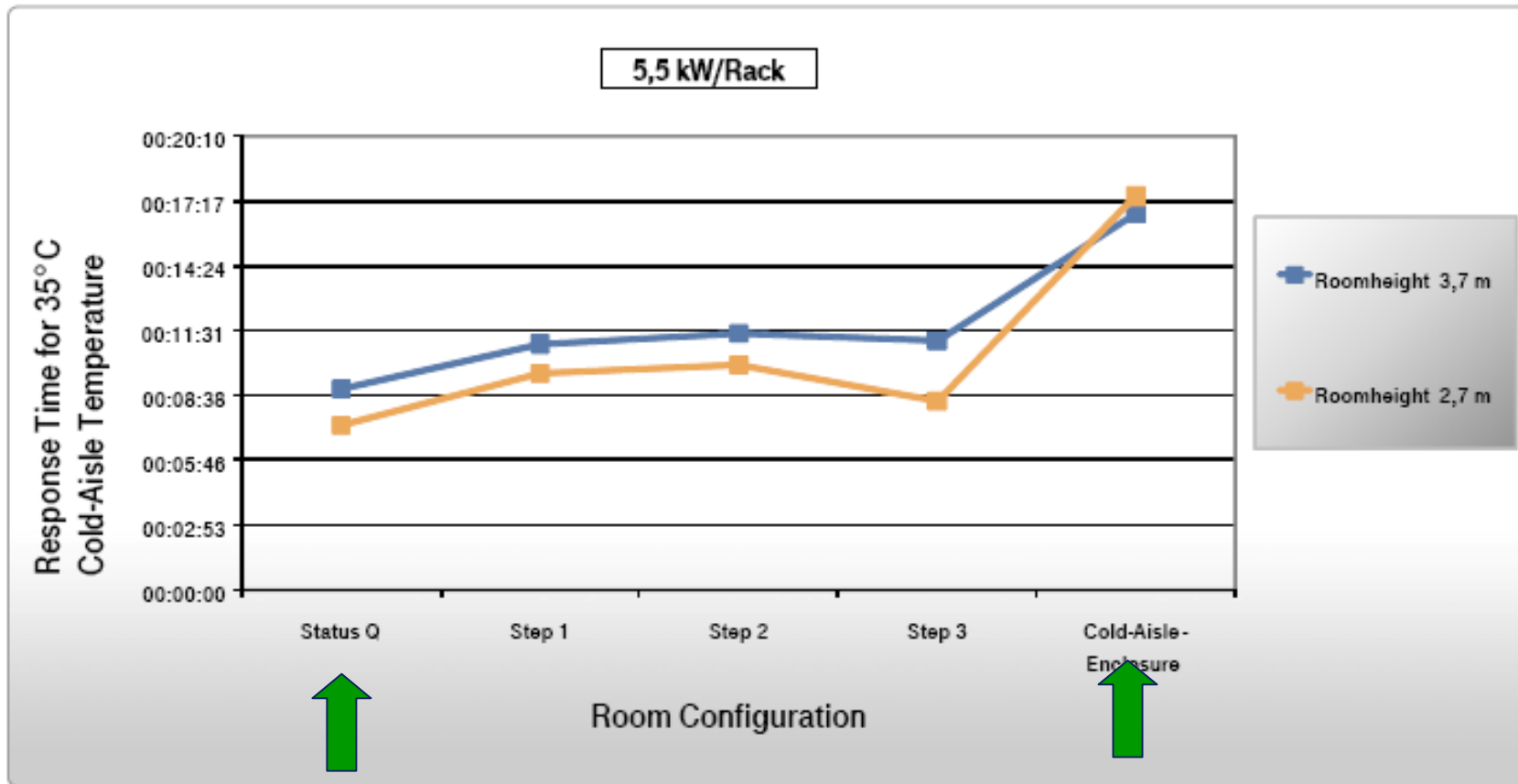
**-0.71 m<sup>2</sup> en cada equipo**

# Acerca de Disponibilidad - Evolución de la temperatura



Evolución térmica en el tiempo 22°C ⇒ 35°C Aislamiento pasillo frío

# Acerca de Disponibilidad - Evolución de la temperatura

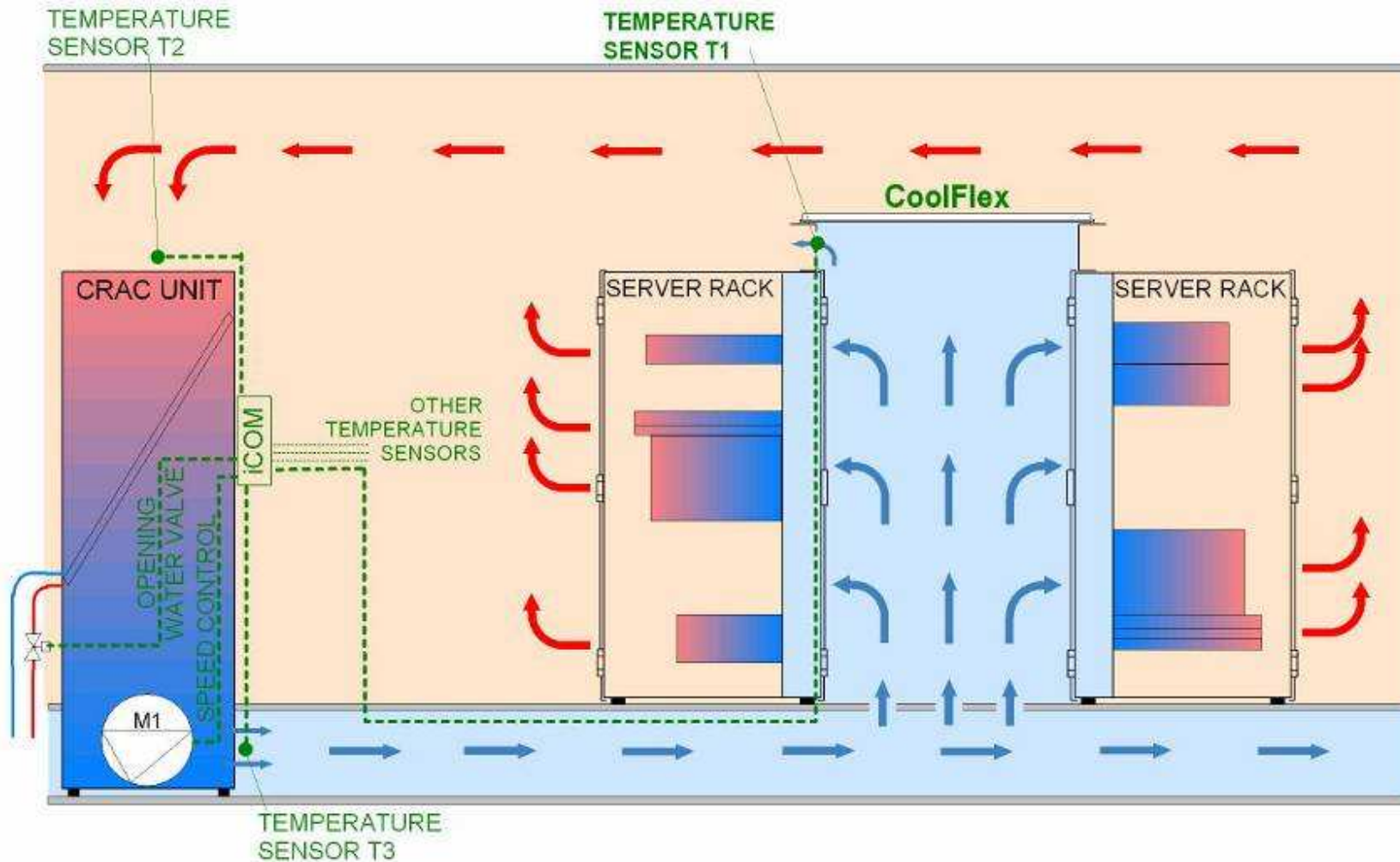


La influencia de la altura de la sala



# *Acerca del control de los recursos de refrigeración*

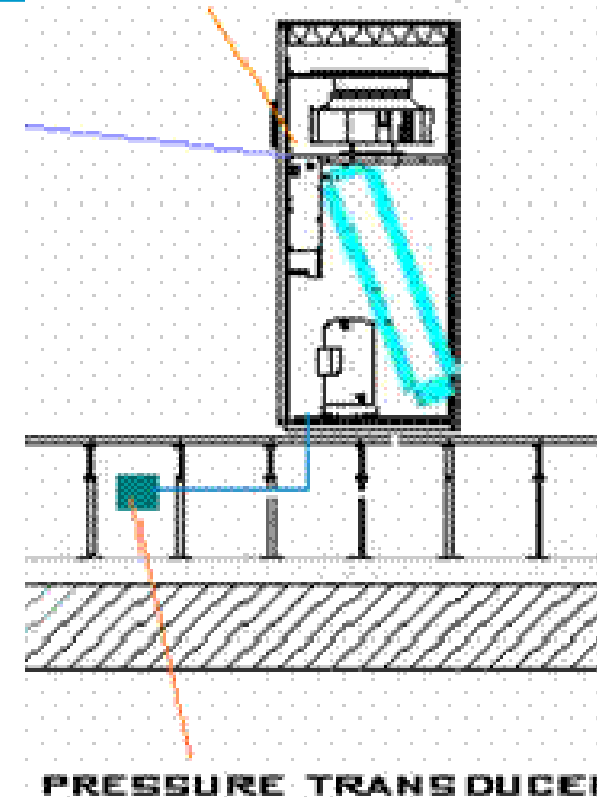
# Variación de caudal según la temperatura del pasillo frío





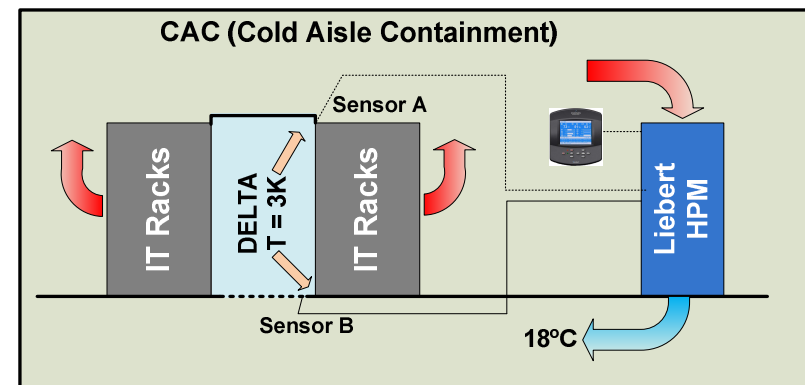
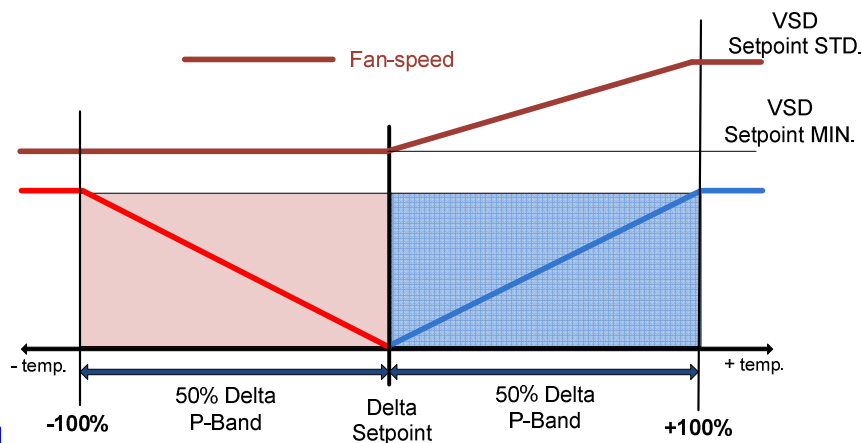
# Variación de caudal según la presión.

- **Cada Unidad equipada con transductor de presión**
  - Lectura de presión en suelo técnico
  - Ajuste de Presión puede ser modificado
- **El conjunto es controlado en base a la media de lecturas de los diferentes transductores de presión**
- **En caso de fallo en un transductor / unidad, se considera el valor medio del resto**
- **En caso de alguna modificación como: Marcha / Paro de unidades, modificación de rejillas, o cualquier cambio en la presión de sala**
  - Ventiladores EC modificarán su velocidad y caudal para garantizar una presión constante en el suelo técnico



# Variación de caudal según la diferencia de dos temperaturas medidas en el pasillo frío

- Control de Caudal
  - Delta: Sensor de Temperatura A y Sensor de Temperatura B
    - El caudal garantiza una diferencia de temperatura entre sensor A y B.
    - Si delta T (Sensor “A” – Sensor “B”) = menor que el set-point, se reduce el caudal
    - Si delta T (Sensor “A” – Sensor “B”) = mayor que el set-point, se aumentará el caudal



# AHORROS gracias a los cerramientos

- Efecto del SmartAisle™ en CRAC



Coste Energía 30.092 €/año

**-62%**

Pot entrada

## Caso Clásico:

Aire Retorno: 24°C –50%RH

Impulsión Aire: 14°C

Agua dT: 10°C - 15°C

SmartAisle™:  
Aire Retorno: 36°C–28%RH  
Impulsión aire: 21°C  
Agua dT: 18°C - 24°C



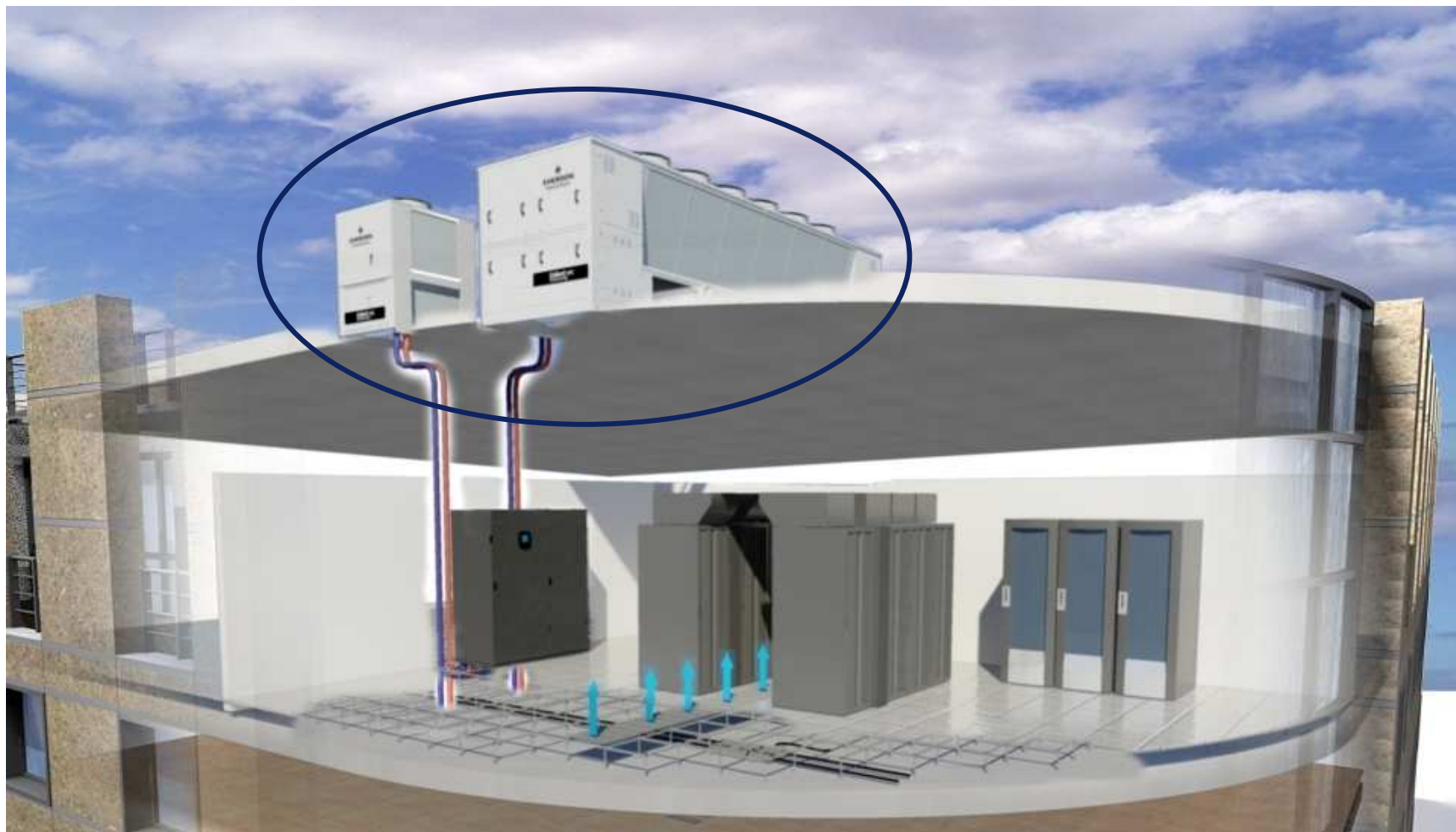
Coste Energía 11.300 €/año

Carga térmica 500kW – 30% Glicol, 5x Liebert PCW de 100KW (0.1€/kWh)



## ***En relación a los equipos de aire acondicionado de precisión***

# Ahorrar energía y mejorar la fiabilidad en producción

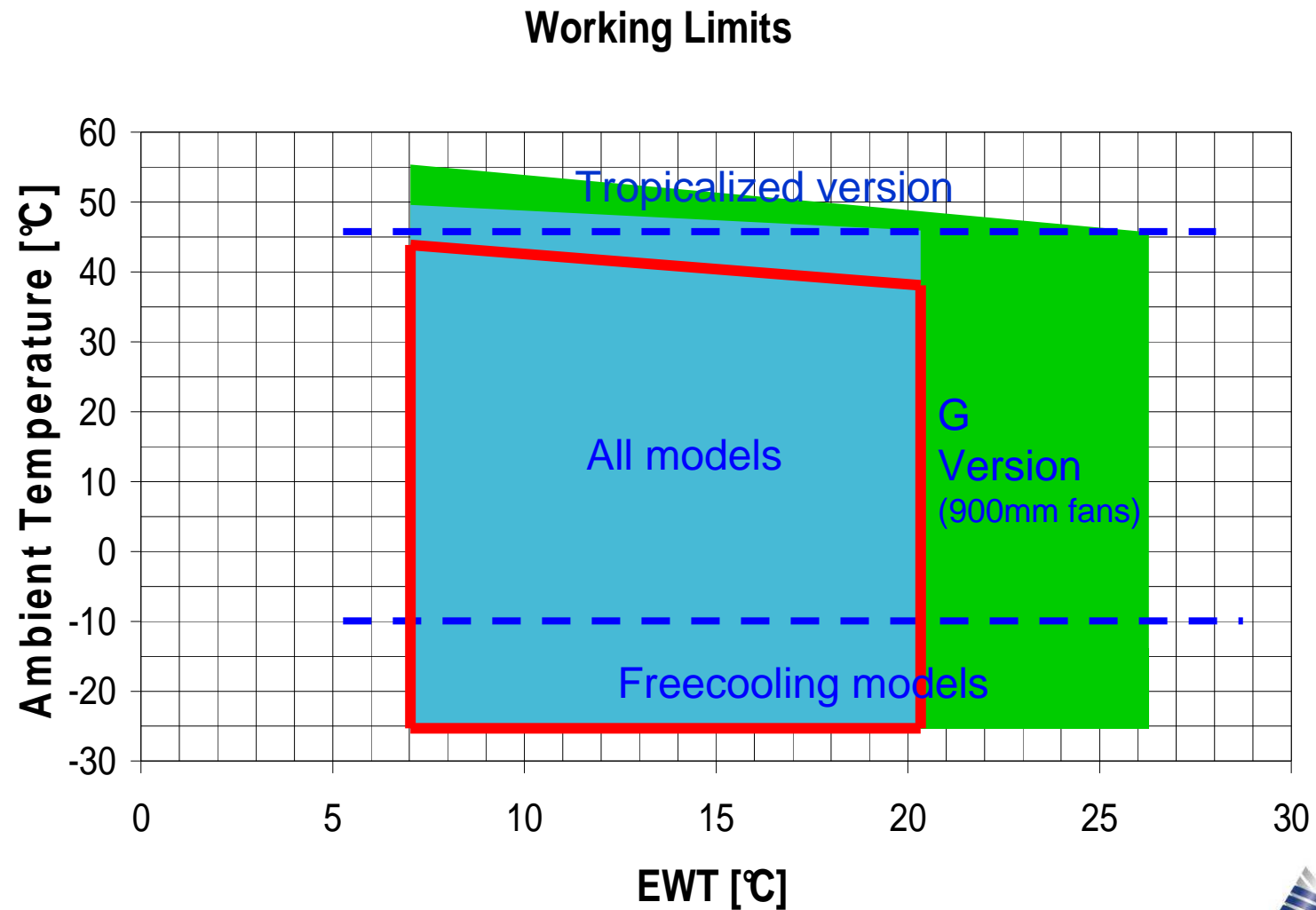


# Produciendo agua enfriada



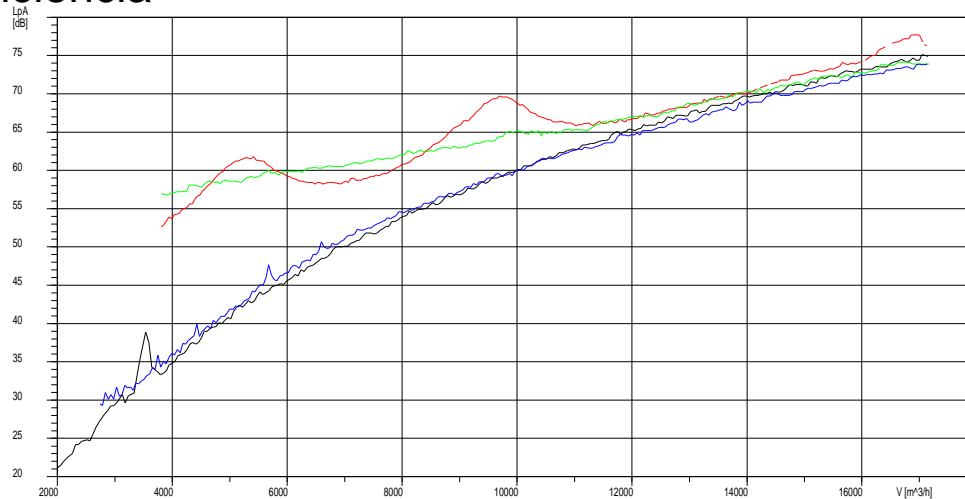
- Diseñar para la máxima eficiencia y el más amplio rango de temperaturas de funcionamiento
- **T entrada de agua hasta 26°C**
  - El mejor diseño en aplicaciones equipadas con Smart Aisle
- **Número máximo de horas de funcionamiento en modo Freecooling**
- **T ambiente hasta 52°C**
- **Ventiladores EC**
- **Válvulas de expansión electrónica**

# Enfriadoras diseñadas para la Máxima Eficiencia y Amplios límites de Funcionamiento



## Uso de ventiladores EC. Bajo nivel sonoro

**EC fans:** Nuevos HyBlade EC fans son el “estado del arte” de esta tecnología y aseguran reducción de ruidos, menor consumo energético. Álabes con perfiles Ultra eficientes. Bajo nivel de emisión de ruidos en todo el rango de trabajo, mucho menor que cualquier otro regulador de velocidad (sin EMC). Motores de alta eficiencia



### Consumo energético:

- Versus un motor de AC estándar es entre un 25 y un 30% inferior



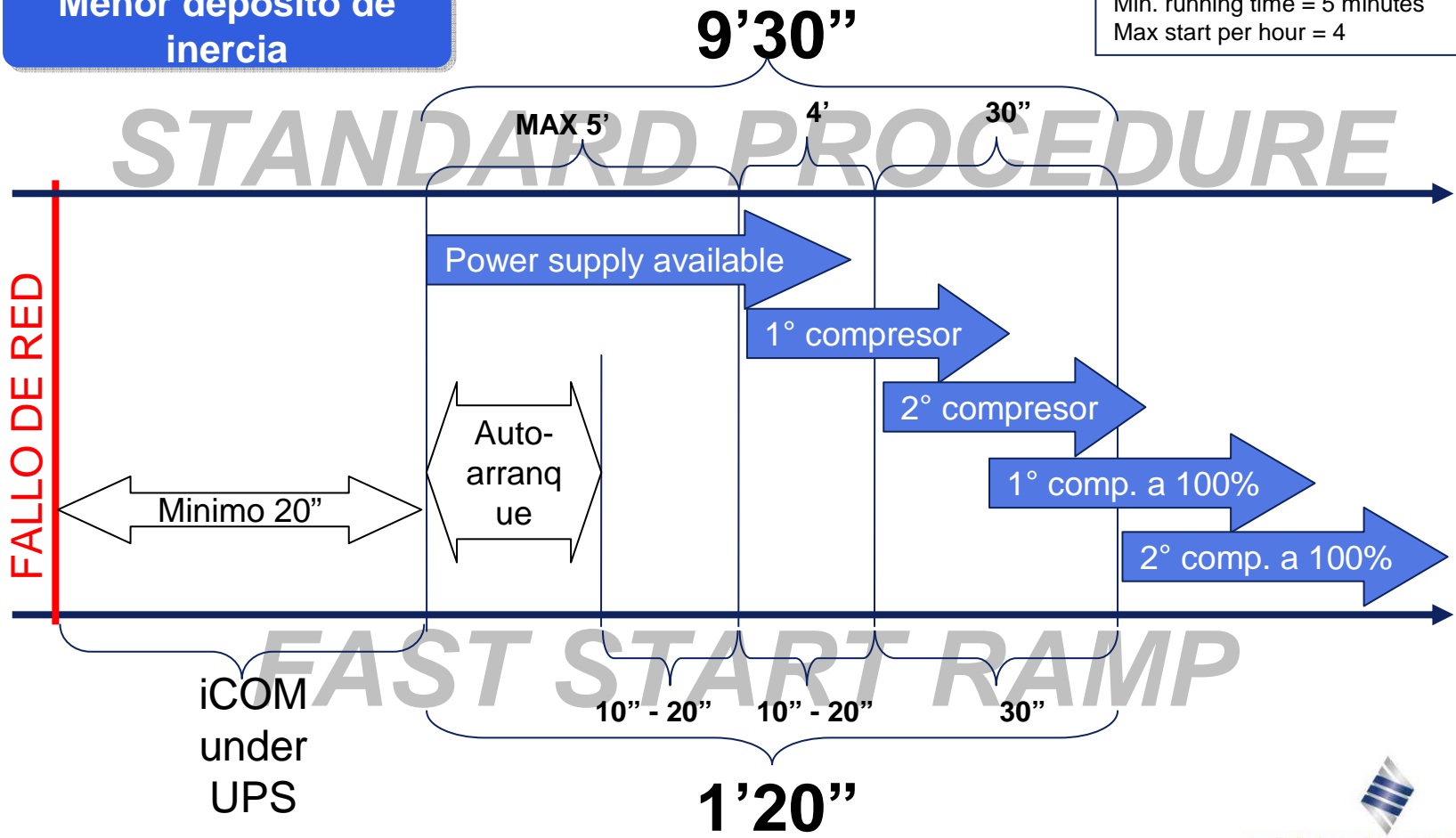
# Liebert® HPC Fast start ramp

Crece la disponibilidad del equipamiento IT del cliente

Menor depósito de inercia

**Scroll compressors rules**  
 Min. standstill = 2 minutes  
 Min. running time = 2 minutes  
 Max start per hour = 10

**Screw compressors rules**  
 Min. standstill = 5 minutes  
 Min. running time = 5 minutes  
 Max start per hour = 4

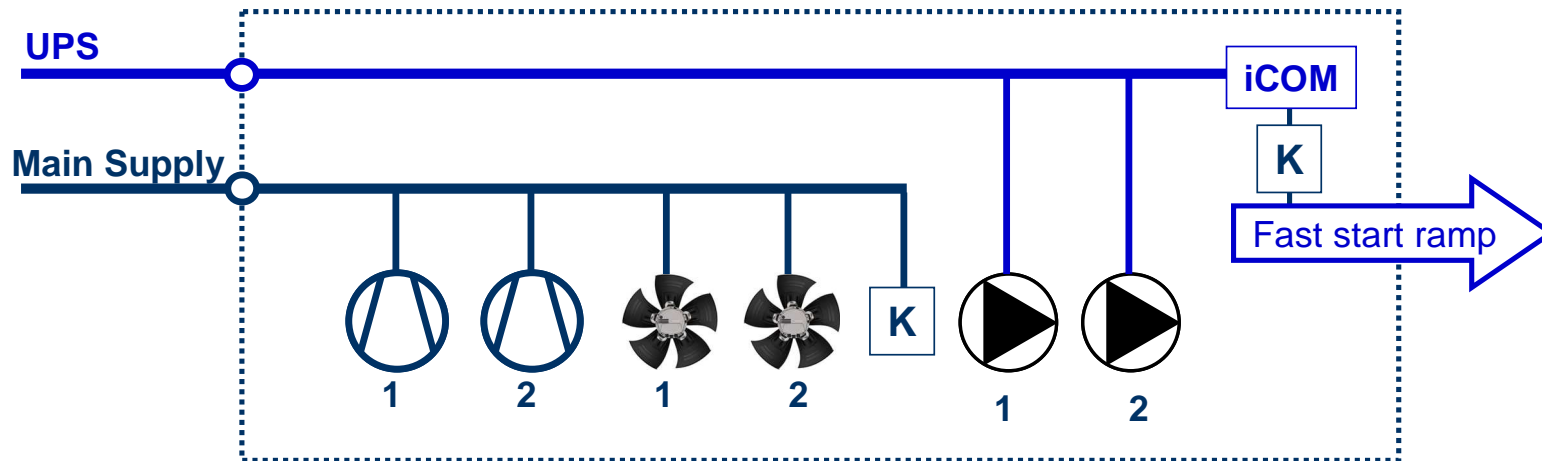


# Liebert® HPC

## Doble suministro de energía



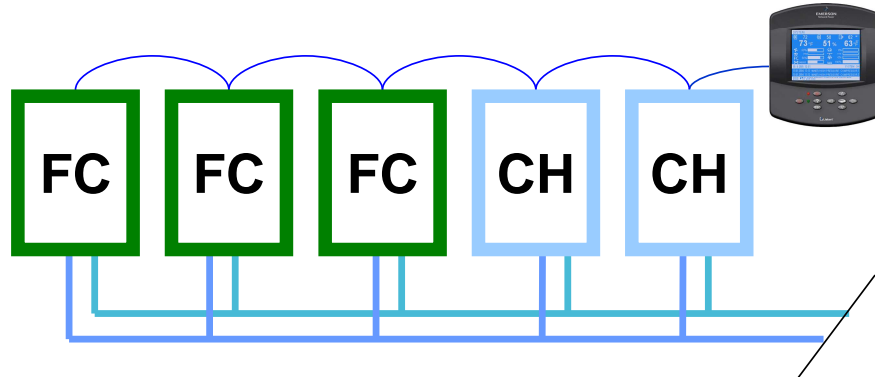
...To Increased Availability...



En caso de fallo de red:

- La bomba aún funciona, explotando la inercia del sistema
- Se garantiza la protección Antihielo
- Cuando vuelve la red, se activa el fast start ramp

# Liebert® HPC Sistema Mixto



## Modo Invierno:

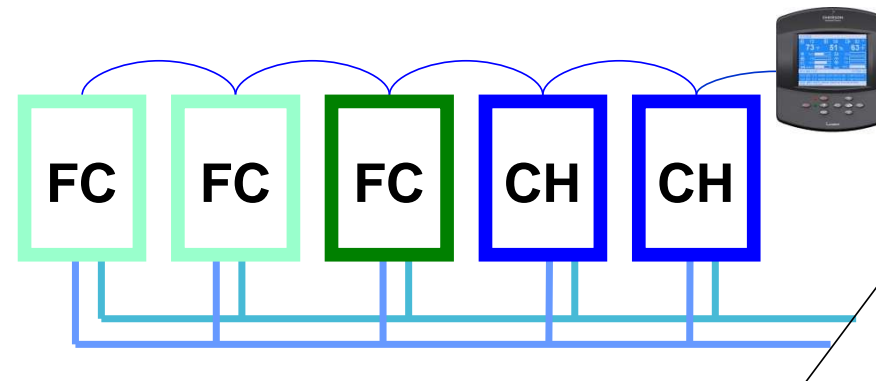
Todos los Chillers a stand-by.

Chiller puede ser activado paso a paso si:

- Todos los Freecooling Chillers están a ON
- Uno o más Freecooling está en alarma
- Si la temp. ambient  $< -10\text{C}^\circ$  los Chillers no pueden activarse

## Modo Verano:

- Todos los Freecooling Chillers son puestos en stand-by.
- Todos los equipos sólo funcionan en DX
- Cascada en todos los equipos



# Liebert® HPC - Opciones en aplicaciones para Data Center



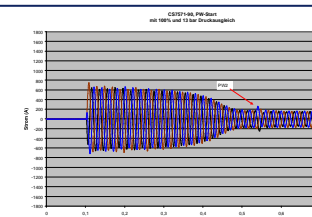
## Límite en la demanda

- Se mantiene el consumo bajo control
- Grupo más pequeño (Menos CapEx)



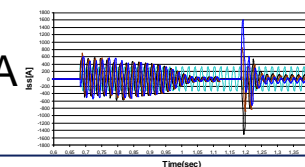
## Arranque

- Soft Starter
- Part Winding (sólo screw)
- Star / Delta (sólo screw)



## Inrush current control (screw)

- Reduce el LRA cercano al FLA
- Grupo más pequeño



## Grupo de bombas

- Bomba redundante
- Eficiencia del motor IE3
- Cumple con EuP 2017
- Inverter pump



# Liebert® AFC

## Una unidad, ¡3 Tecnologías!



Freecooling

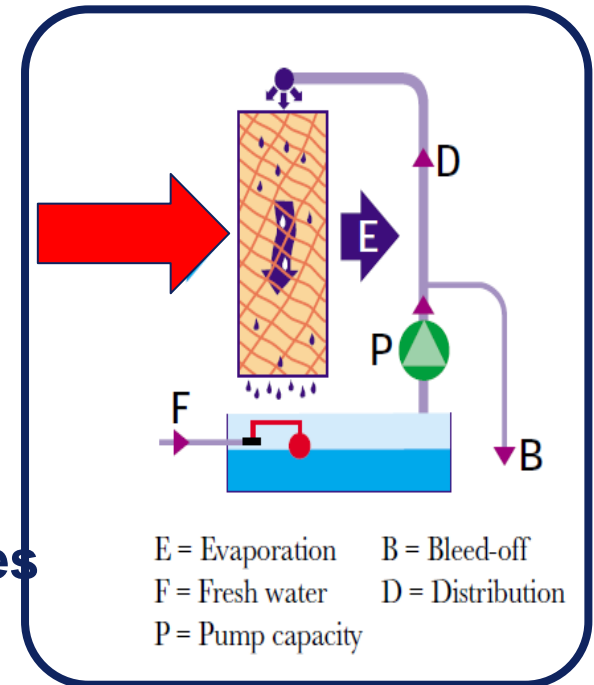


ADIABATIC  
PAD



Ref. Adiabática

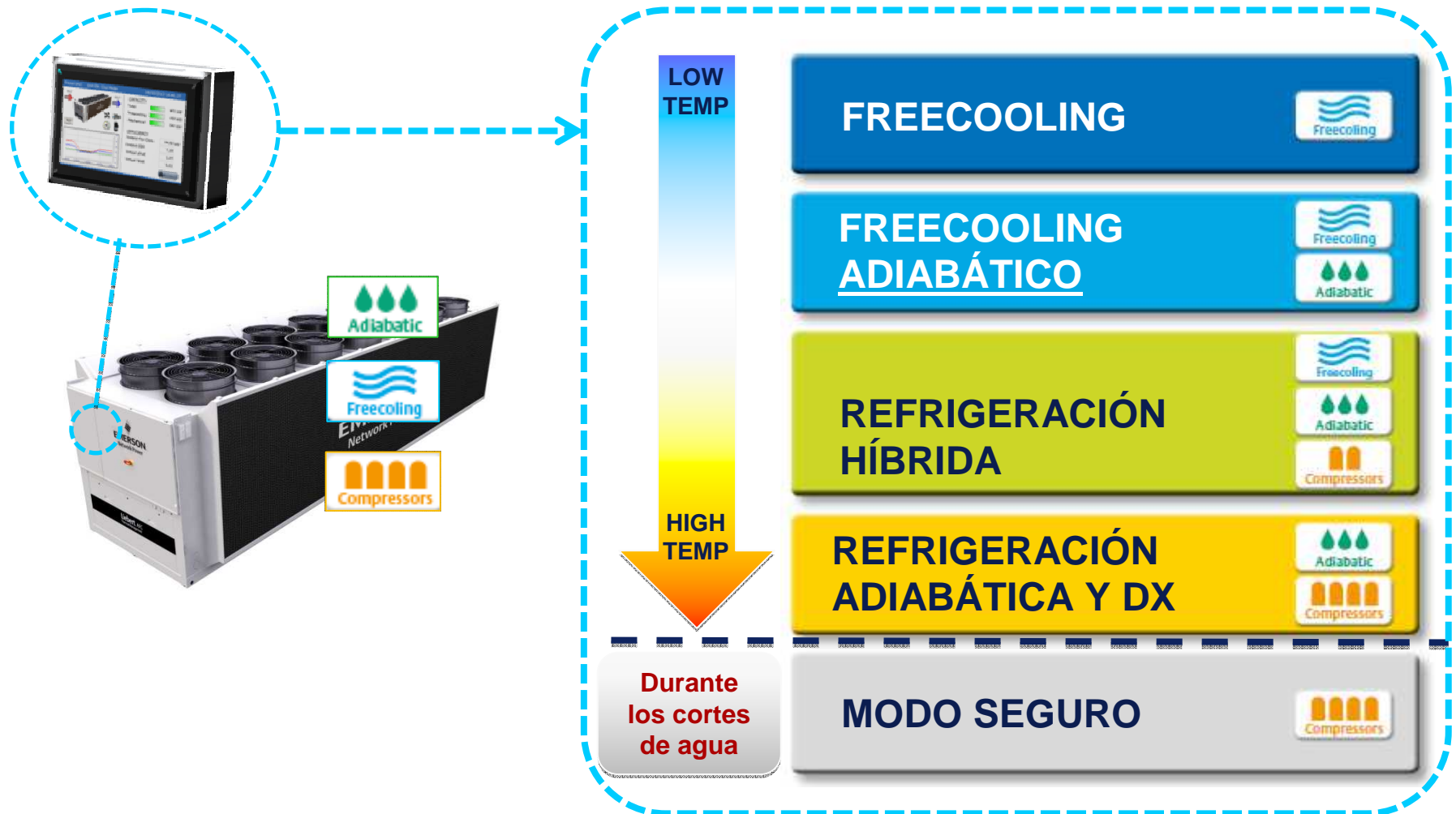
Patent  
Pending



100% Back-up en Compresores

# Liebert® AFC Modos de funcionamiento

La nueva lógica de control iCOM®, mide constantemente la temperatura exterior y la humedad para activar el modo más eficiente de funcionamiento!



# Nuevas características de iCOM<sup>®</sup>



## Adiabatic Control Logic

Gestión completa del sistema adiabático:

- **Optimización Dinámica del uso de la energía/agua**, de acuerdo a las medidas de la temperatura y humedad exteriores
- **Rutinas de seguridad Automática**: Drenados anticongelación, drenados periódicos antisépticos y descarga del depósito.

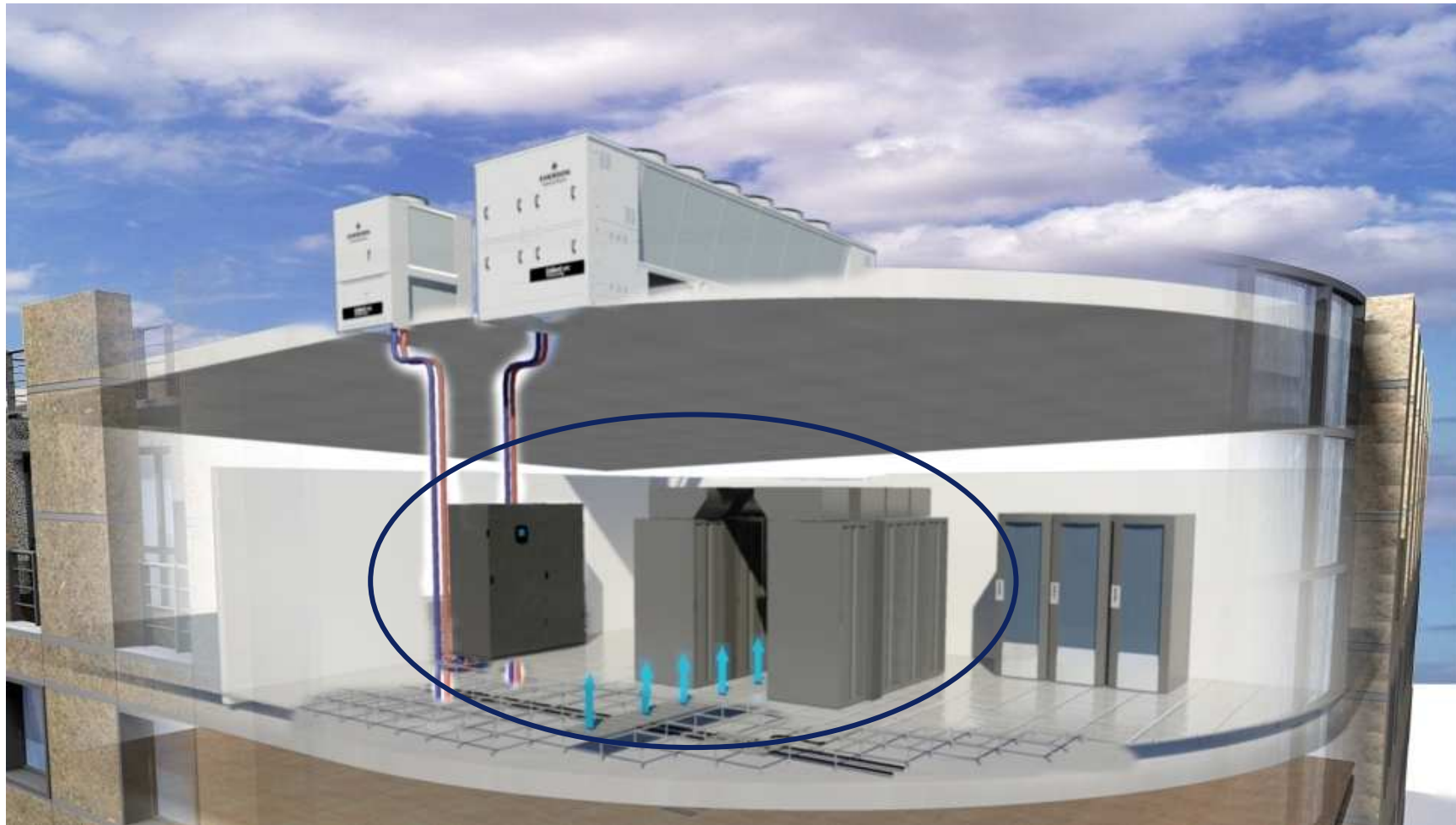


## Pantalla Gráfica táctil de 7"

- Rápida e intuitiva.
- Monitoriza las tendencias de los principales parámetros: eficiencia, uso de agua en adiabático, capacidad de refrigeración y temperaturas.
- Visualización directa de los diagnósticos.
- Dos versiones disponibles: motado en el equipo o remotamente.



# Ahorrar energía y mejorar la fiabilidad en la sala...



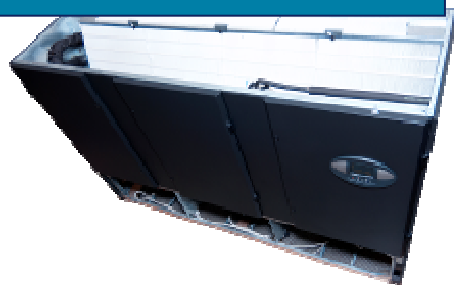


# Climatizadores eficientes

Ventiladores EC en plástico reforzados con fibra de vidrio



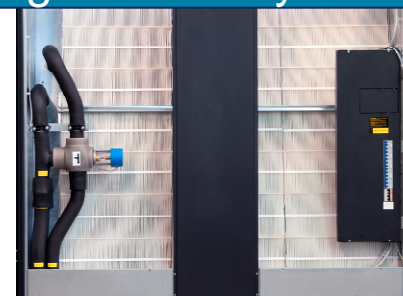
Top Filter



“S” Shape Fans Separator



Automotive High Efficiency Filters



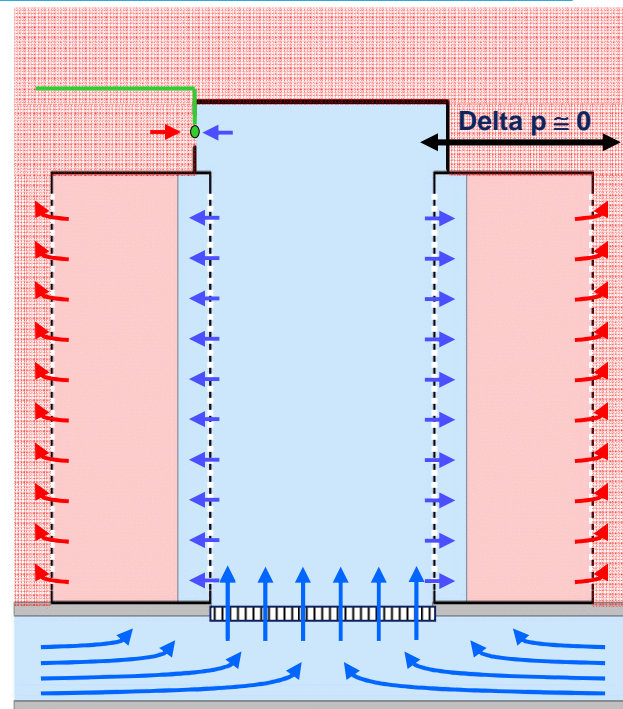
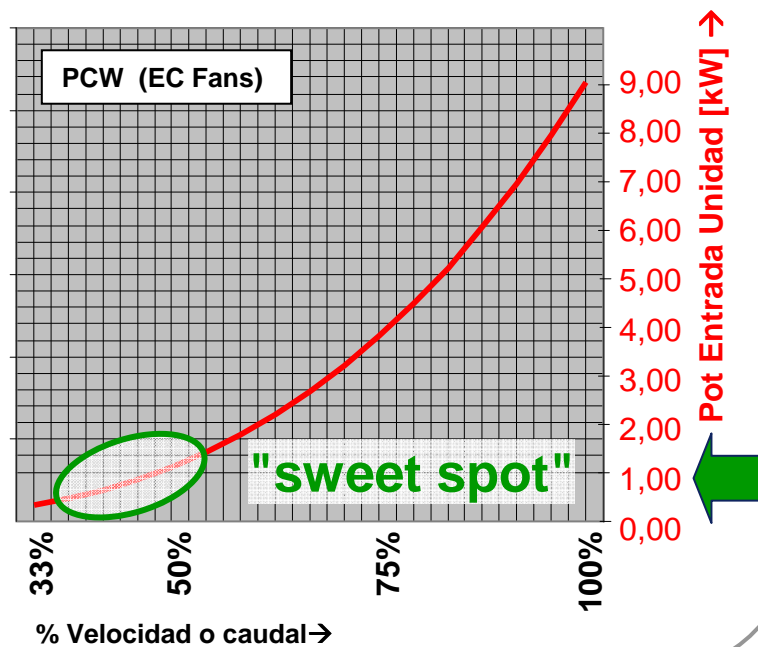
# Climatizadores eficientes



iCOM











## Vent EC – control dinámico caudal



Net Total cooling capacity (kW)	73,8
Net Sensible cooling capacity (kW)	73,8
SHR	1,00
Unit power input (kW)	0,97
Unit Net Sens.EER	76,1

# El Aire Distribuido en la forma que su Aplicación Necesita

	Downflow	Upflow	Frontal Air delivery
Altura Estándar			
	Downflow Ext. UP	Upflow Extended	Back air delivery
Altura Extendida			
	Downf Ext. DOWN		Extended Frontal Deliv
Altura Extendida			

# *Equipos autónomos de expansión directa hasta 120 KW*



## **Ventiladores EC**

Asegura una buena distribución de la capacidad de refrigeración cuando crece la infraestructura

## **Válvula EEV**

Válvula de expansión electrónica control exacto del recalentamiento

## **Compresor Digital Scroll**

En salas con cambios de producción evita picos de carga térmica

# *Equipos autónomos de expansión directa hasta 120 KW*



Hasta 100m de longitud equivalente

Opciones de humectación

Temperaturas de entrada > 35°C

Condensadores de aire con vent EC

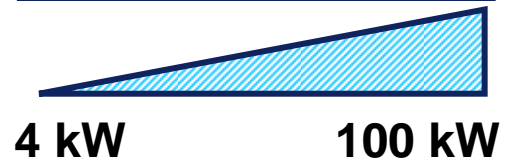
Doble alimentación

Ruido exterior y Eficiencia.

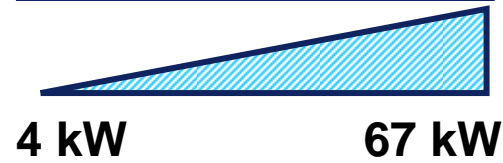
Ventiladores EC plástico reforzado en suelo técnico

# Distribución de Aire

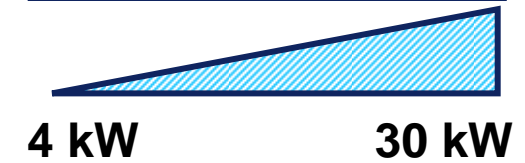
## Downflow



## Upflow

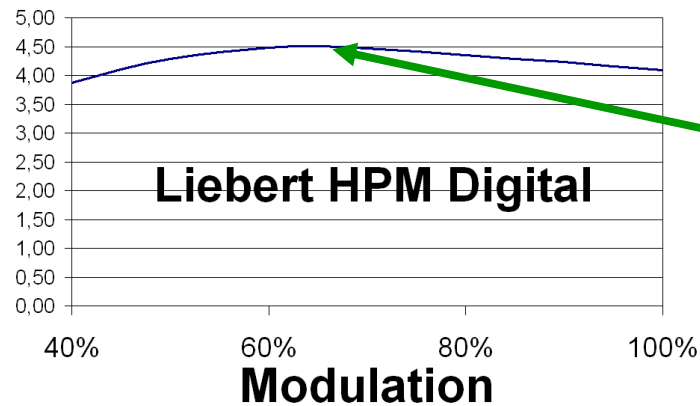
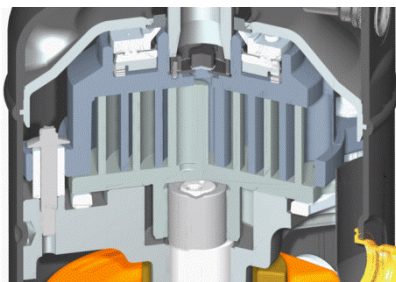
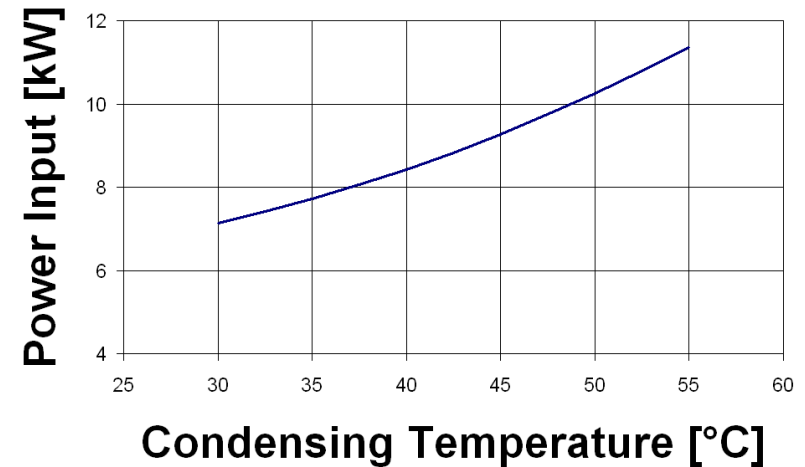
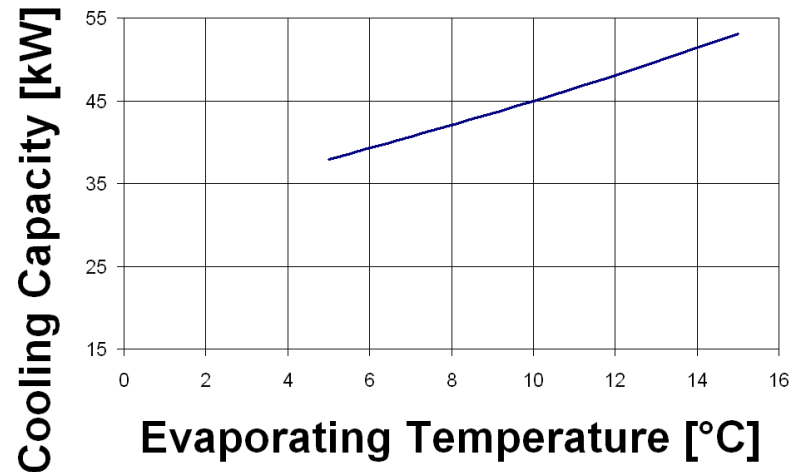


## Displacement



# Eficiencia: Ventajas Termodinámicas del Compresor Scroll Digital

Trabajando al 80% de modulación con **SHR igual a 1**



**10% mayor que el nominal**

# Versiones de refrigeración en equipos de Expansión Directa, hasta 120 KW.

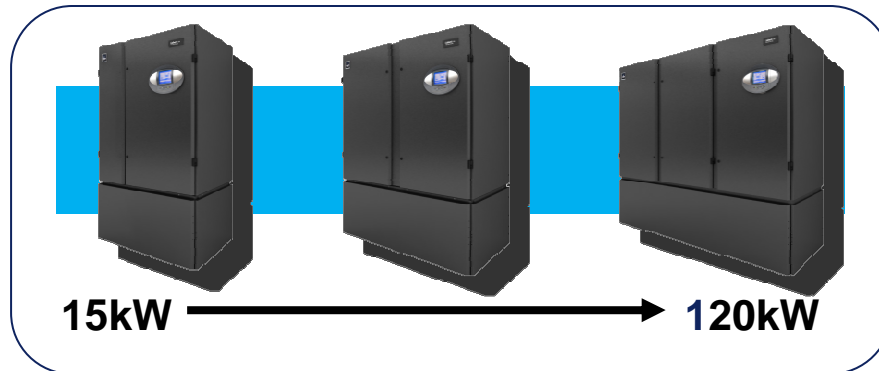
## Gama de equipos de expansión directa

- 3 tipos de humidificador.
- Distancia equivalente de tubería hasta 100m.
- Certificado Eurovent.
- Temperaturas de aire de retorno hasta 38°C
- Nueva familia de condensadoras con batería de microcanal y ventilador EC.
- Uso de Economizadores



4 kW

120 kW





# Equipos autónomos de expansión directa Refrigerar “In the row”



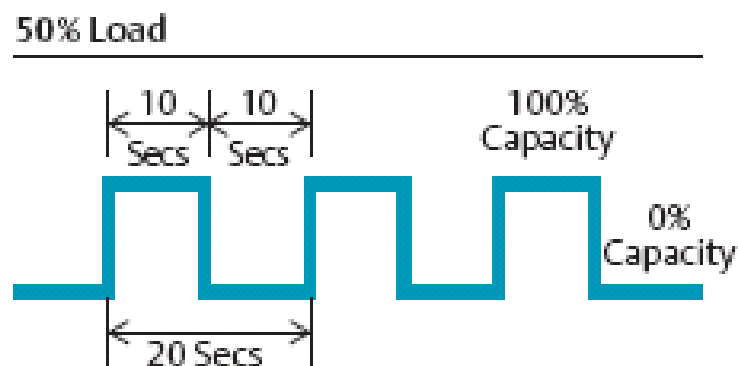
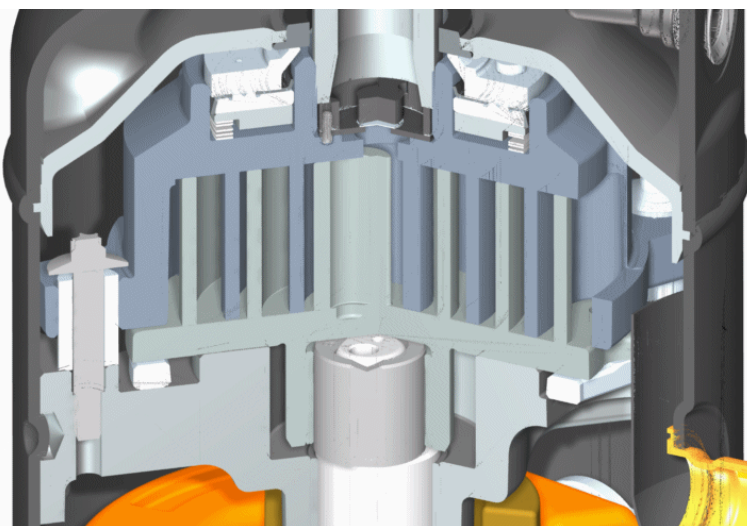
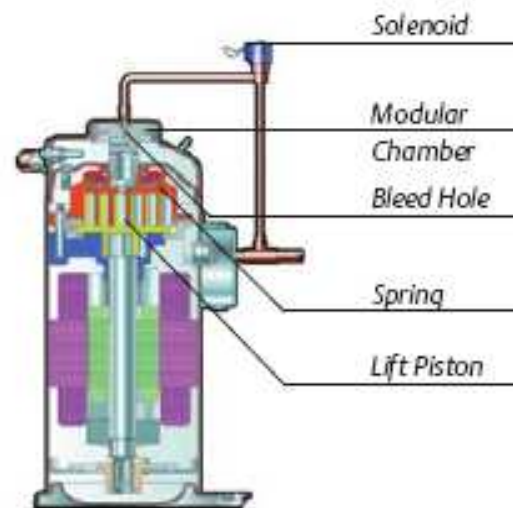
**ICom Control**

UNIT 1										
<b>Liebert</b>		Front	<b>15.1 °C</b>		* 60%					
<b>CRV</b>		Supply			8%					
					100%					
					10/2009					
°C	21.8	22.5	23.1	23.8	23.3	23.0	23.6	22.3	23.9	22.5
	█	█	█	█	█	█	█	█	█	█
	DC01	DC02	DC03	DC04	DC05	DC06	DC07	DC08	DC09	DC10
28.02.2009 15:03 UNIT ON										
28.02.2009 14:07 (01) UNIT ON										
28.02.2009 14:07 (01) POWER ON										
press: ← for next/prev unit; → for unit/system view										
press: → for menu; ESC for prev screen; ? for help										

**R-410A  
REFRIGERANT**

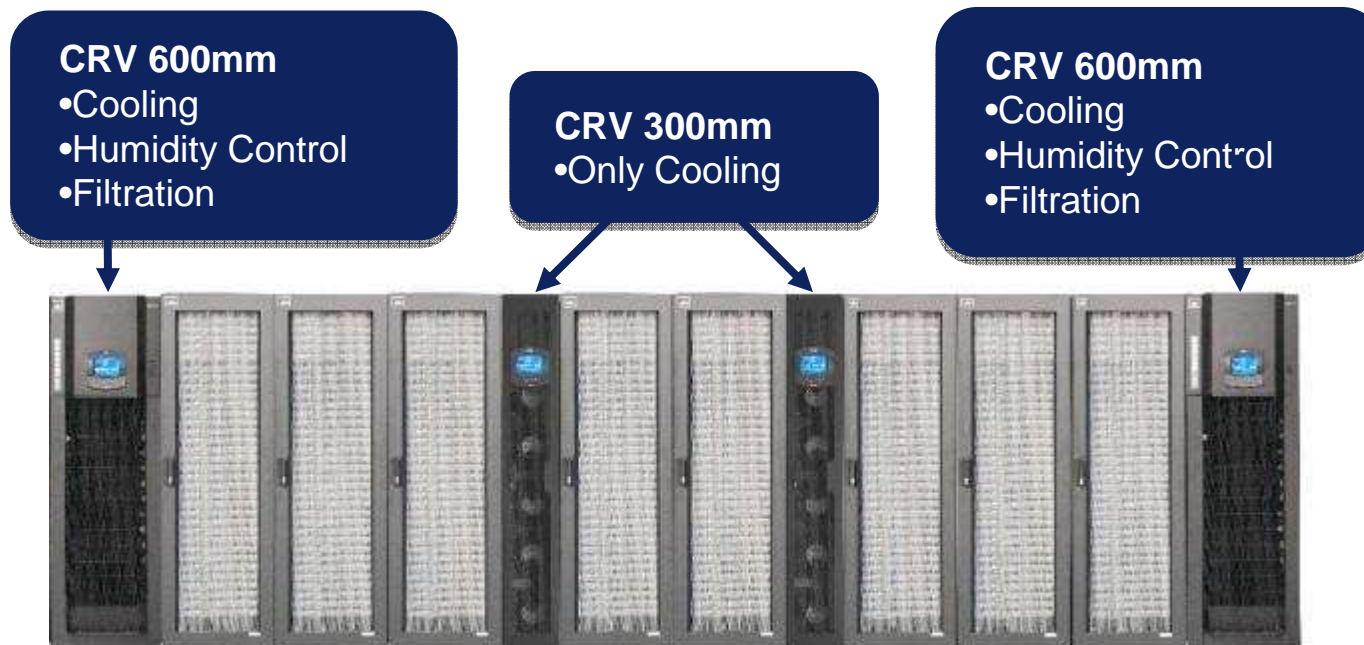
# Control por temperatura y Digital Scroll

- **Compresor Digital alterna 2 estados de funcionamiento: el estado máxima potencia y el de descarga**
- **Actuando sobre una válvula solenoide el controlador desplaza un orbital rotativo con respecto al fijo. Un ciclo completo dura 20 segundos.**

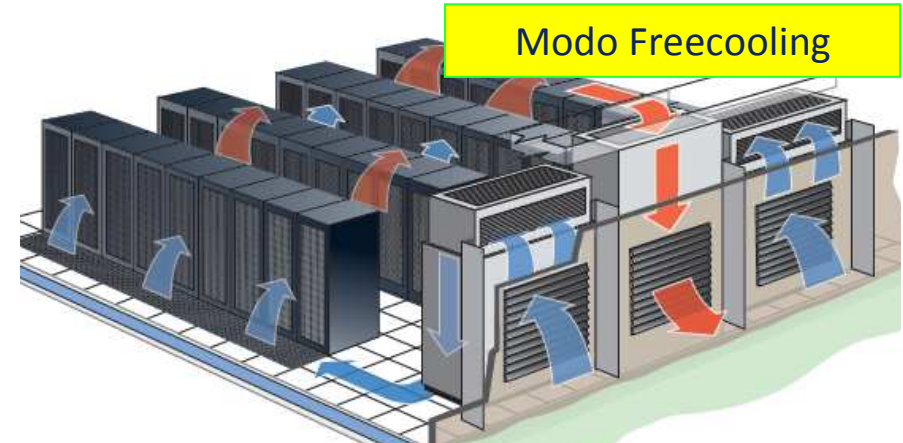
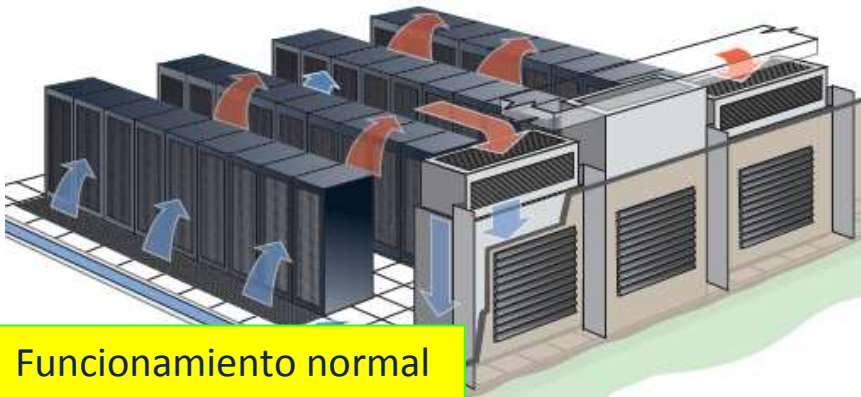


# Equipos “In the row”. Distintas configuraciones

- **Combinar CRV 300mm con CRV600mm**
  - CRV 600mm para gestionar control de humedad y filtrado
  - CRV 300mm para cubrir el resto de la carga térmica
- **Es el mejor compromiso entre prestaciones y precio**



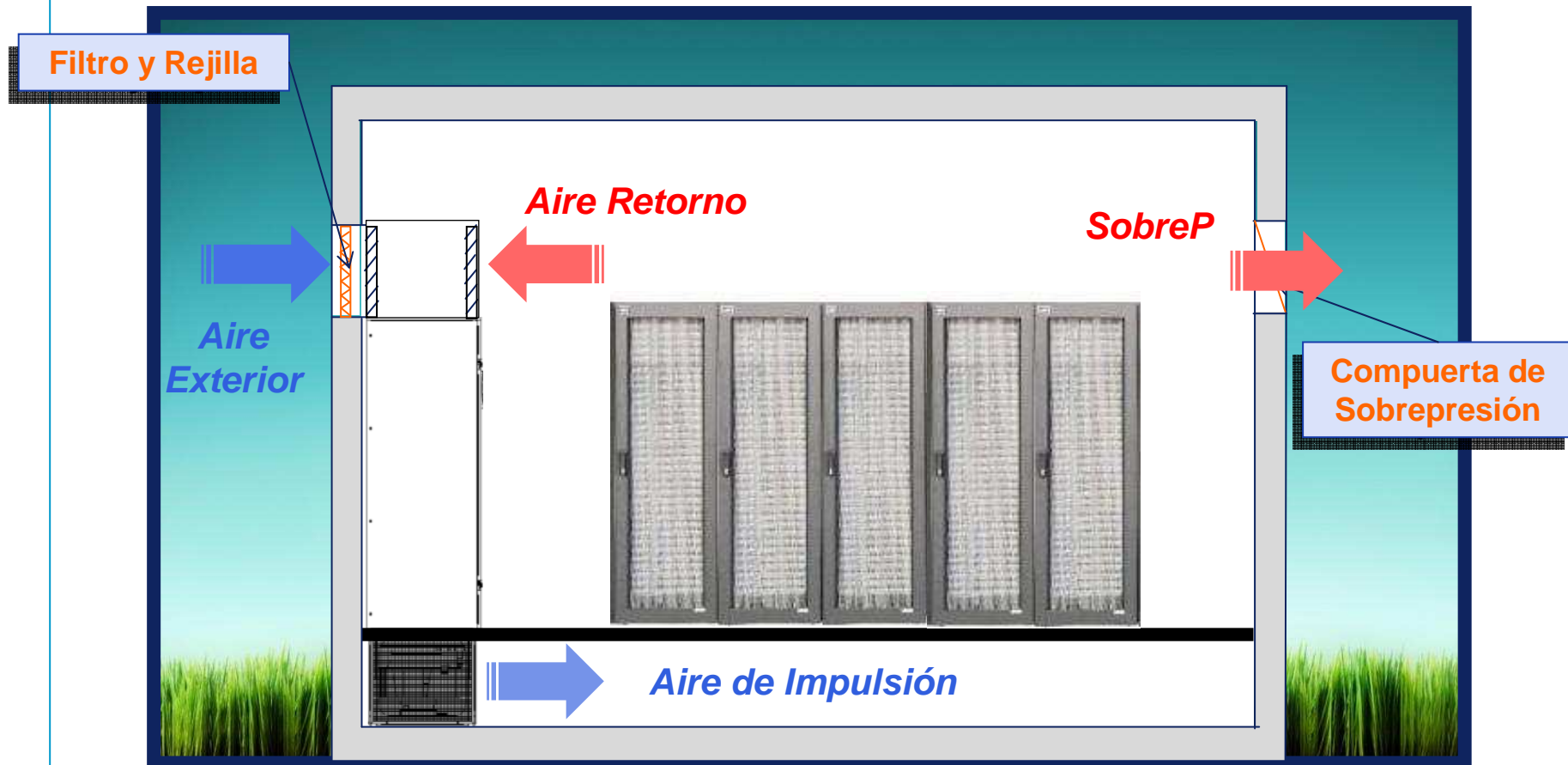
# Economizadores: Freecooling directo



## Características Economizador

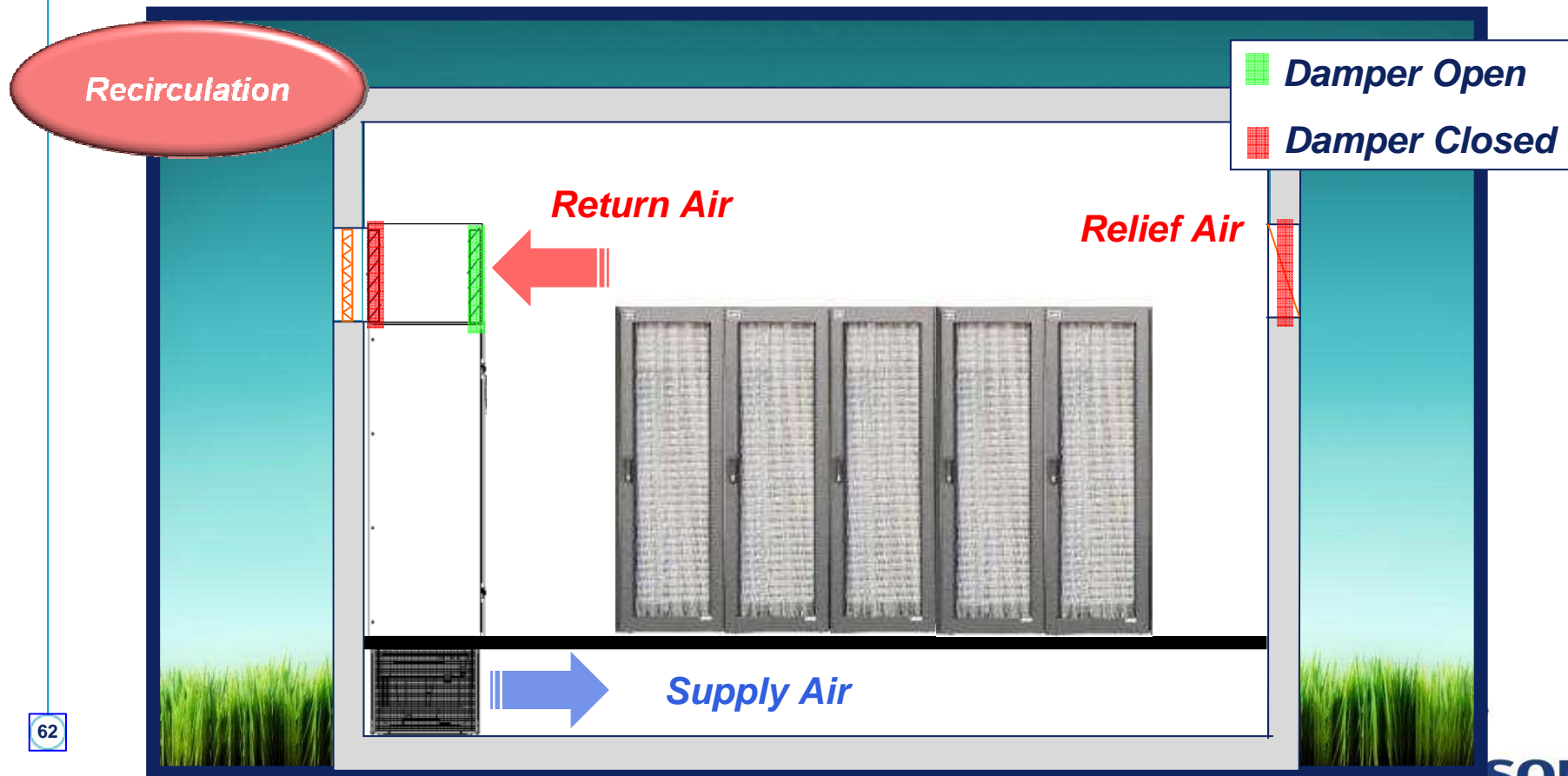
- Compuertas Integradas con el control del equipo
  - 3 Etapas de Refrigeración – 100% Aire Exterior, Mezcla Aire Exterior & Refrigeración, 100% Refrigeración
  - Funcionamiento Entalpía Aire con refrigeración de capacidad variable
- Sensores T/H – Aire Exterior, Air Retorno, Aire Impulsión
- Interruptores de Flujo de Aire que detecten obstrucciones
- En modo economizador, la humectación/deshumectación del equipo se anula
- Deshabilita el modo de parada por emergencia
- Menú de Control para ajustes y monitorización

# Economizador – Disposición Típica



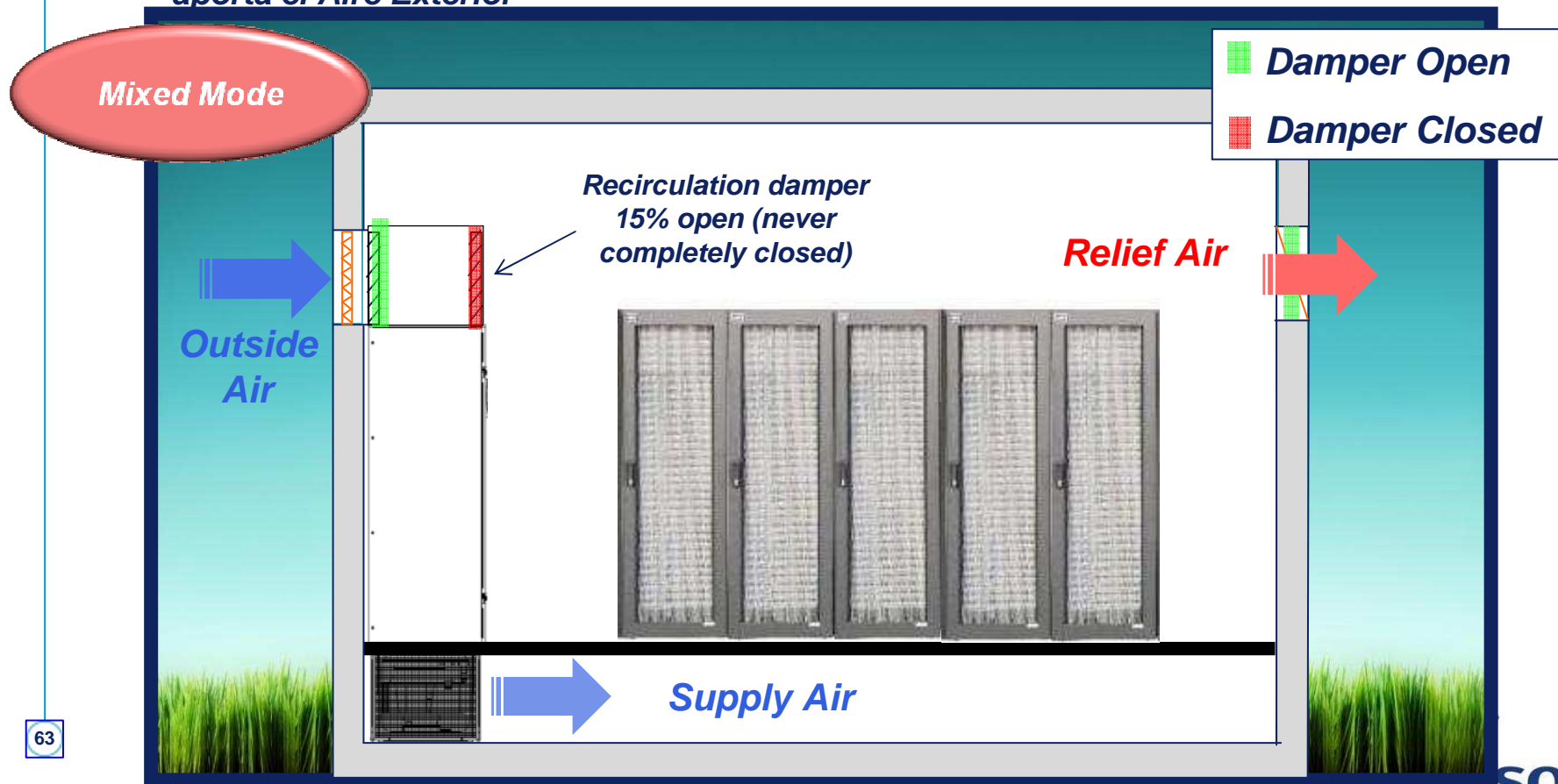
# Economizador – Modos de Funcionamiento

- **Aire Exterior = no OK = Sólo recirculación**
- **Compresor / CW cubren toda la capacidad**



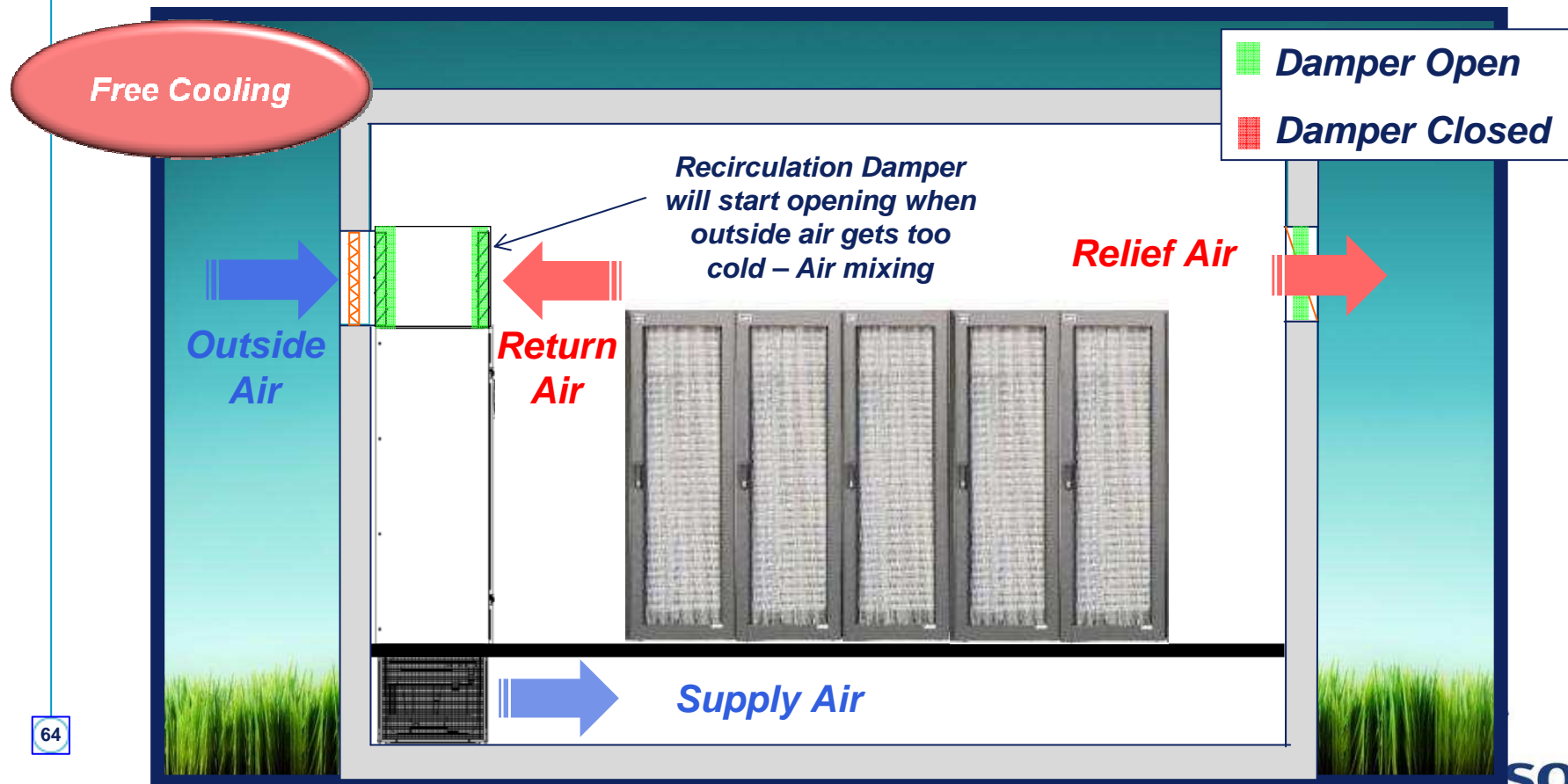
# Economizador – Modos de Funcionamiento

- **Aire Exterior = OK, pero no es capaz de refrigerar completamente la sala = Modo Mixto**
- **Compresor / CW cubren sólo parte de la Capacidad de Refrigeración, el resto lo aporta el Aire Exterior**



# Economizador – Modos de Funcionamiento

- **Aire Exterior = OK, Puede refrigerar la sala = Freecooling Mode**
- **Compresor / CW en OFF. Toda la carga térmica cubierta por el Freecooling**





# Liebert® EFC : ¡La Unidad Evaporativa de Freecooling Indirecto Más Eficiente !



Contaminations  
**Free**

**Intercambiador de Calor Aire-Aire**



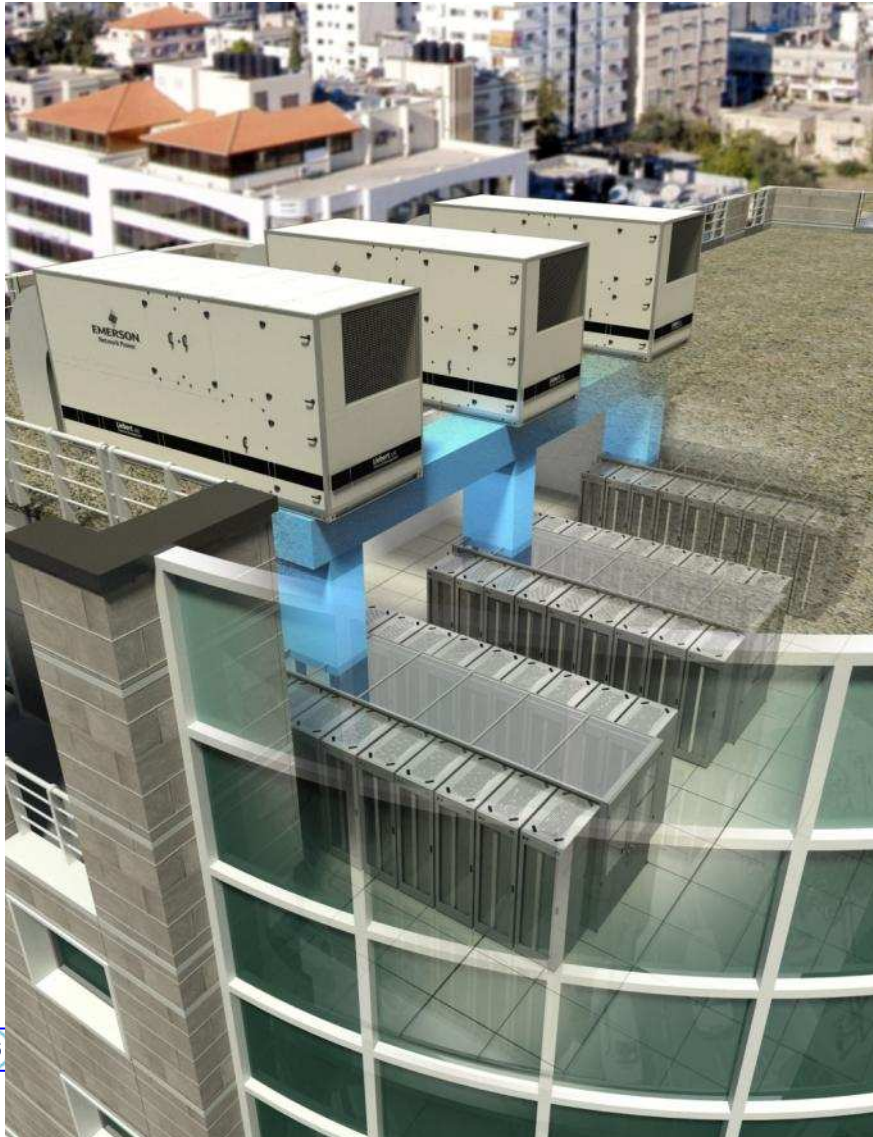
**Enfriamiento Evaporativo**



**100%  
Back-Up**

**Entre 0% y 100% de Back Up en Compresores**

# Sincronización entre unidades



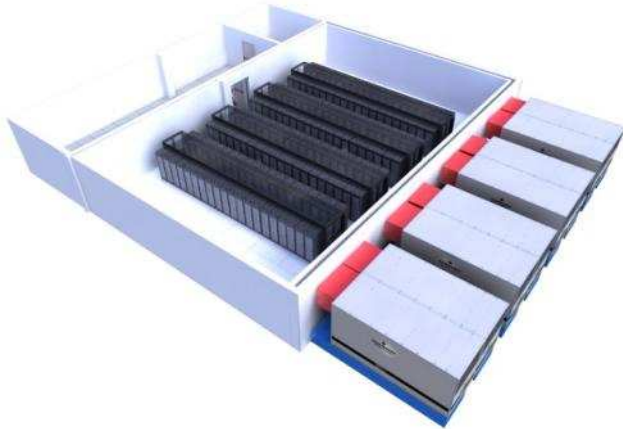
**VENTILADORES  
AGUA  
COMPRESORES**

¿Cómo optimizar la eficiencia energética del sistema?

El control recoge información de los distintos parámetros clave y modos de funcionamiento a la vez que tiene en cuenta los costes del consumo del agua y eléctricos.

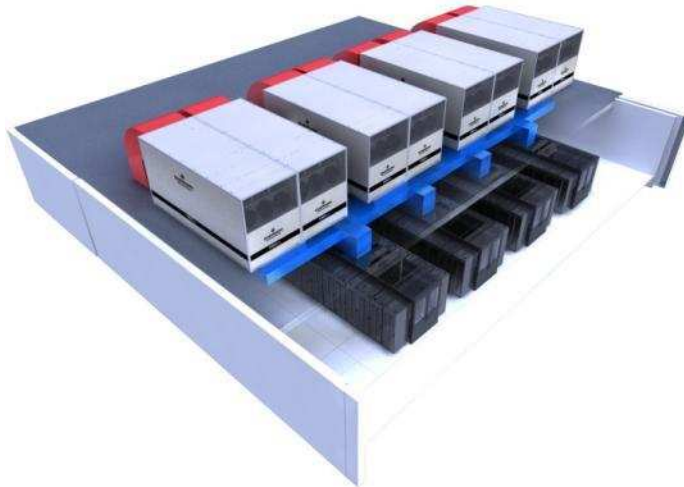
**El control calcula de manera predictiva y ejecuta la combinación óptima de recursos para optimizar los costes operativos**

# Liebert® EFC – Aplicaciones Típicas



## Configuración Perimetral

- Green field sites
- Warehouse data centers



## Configuración Rooftop

- Data centers located on the top of the building

***....Gracias por su atención***

Rubén Fernández Lumbreras

Thermal Management Application Manager

[Ruben.fernandez-lumbreras@emerson.com](mailto:Ruben.fernandez-lumbreras@emerson.com)

+34 914 957 752

+34 609 262 136