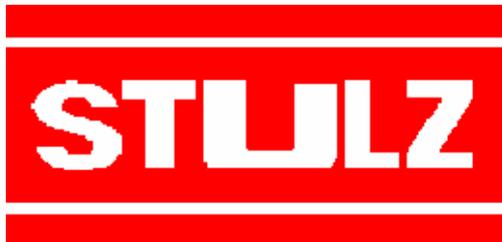


DOCUMENTO TECNICO

STATE OF THE ART

Acondicionamiento de Aire con Eficiencia Energética de un Data Center

Publicado el 2 de Abril de 2008



- White Paper -

CONTENIDO

EXTRACTO	3
1. PORQUE NECESITO UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EFICIENTE EN CONSUMO DE ENERGIA	3
2. USO DE ENERGIA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN UN DATA CENTER	4
3. REDUCCION EN EL CONSUMO DE ENERGIA EN EL AIRE ACONDICIONADO DE UN DATA CENTER 4	
4. SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CON DFC®	4
DYNAMIC FREE COOLING	
5. COMO INCREMENTA LA EFICIENCIA	5
a) CONTROL DINAMICO DE LA TEMPERATURA DE AGUA	5
b) MANEJO DEL FREE COOLING EN STAND-BY	7
c) FREE COOLING INDIRECTO	8
d) CONTROL DEL COMPONENTE DINAMICO	8
e) DISEÑO OPTIMIZADO DEL GABINETE	9
f) SISTEMA DUAL DE VALVULAS DE 2 VIAS	9
6. QUE TANTO SE PUEDE AHORRAR	9
7. QUE TANTO CUESTA Y CUAL ES EL PERIODO DE RETORNO DE INVERSION	10

EXTRACTO

El incremento en los costos de la energía y las fuentes limitadas disponibles de electricidad están conduciendo a la industria de los Data Centers al uso de equipos técnicamente más eficientes en el uso de la energía. **Dynamic Free Cooling®** es un concepto de control para el acondicionamiento del aire de los Data Centers combinando Unidades de Aire Acondicionado de Precisión Híbridas con Free Cooling Indirecto, drycoolers con controles de velocidad de ventiladores y centrales de bombeo con control de velocidad para acrecentar la eficiencia del sistema. Todos los componentes del sistema son controlados centralmente para minimizar el consumo de energía total, dependiendo de la temperatura ambiente y la carga térmica del site.

1. **PORQUE NECESITO UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO EFICIENTE EN CONSUMO DE ENERGIA**

Hay dos grandes razones para usar un Sistema de Aire Acondicionado de Precisión y buscar un Eficiente Consumo de Energía para su Data Center.

- a) La primer razón es ahorrar en los costos de operación durante el tiempo de vida del Data Center. En los Data Centers de hoy, el 40% de la potencia total es consumida por el equipo de aire acondicionado. En el peor de los casos el consumo alcanza hasta el 60%.
- b) Segundo, la energía eléctrica se está volviendo un recurso escaso y debe ser usada para maximizar el uso de los servidores y no ser gastada innecesariamente alimentando el equipo de enfriamiento. Además de la reducción de costos y necesidad de un más eficiente manejo de la energía siempre está el argumento de los Data Centers "verdes" con una huella de bajo carbón usando sistemas de aire acondicionado eficientes en el consumo de energía.

2. **USO DE ENERGIA DEL SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO EN UN DATA CENTER**

Los Data Centers necesitan sistemas de aire acondicionado para remover el calor generado por los servidores y otras fuentes de calor, y los sistemas de aire acondicionado necesitan ser confiables y estar disponibles en períodos 24/7 con sistemas de redundancia en stand-by incorporados.

Temperatura, humedad y limpieza del aire tienen que ser suministrados dentro de las especificaciones del fabricante del equipo IT. Hay varias tecnologías de sistemas de aire acondicionado disponibles pero todas ellas requieren un significativo consumo de energía para operar los ventiladores, compresores y bombas. Los ventiladores en las unidades de aire acondicionado dentro del site circulan el aire acondicionado para transferir el calor de los equipos IT a las unidades de aire acondicionado.

El refrigerante de los compresores absorbe directamente el calor en un equipo de expansión directa (DX), ó indirectamente en un enfriador de agua donde el agua fría es usada como un refrigerante secundario. El compresor de refrigerante es el mayor consumidor de electricidad en los sistemas de aire acondicionado. Otros componentes que usan mucha energía son el enfriador de agua, las bombas de circulación de glicol, las condensadoras, los ventiladores de los drycoolers ó torres de enfriamiento que están localizados a la intemperie donde el calor es finalmente expulsado a la atmósfera.

3. **REDUCCION EN EL CONSUMO DE ENERGIA EN EL AIRE ACONDICIONADO DE UN DATA CENTER**

Los sistemas de aire acondicionado de los Data Centers son usualmente sobredimensionados desde su diseño inicial por causa de crecimiento futuro, redundancia y por factor de seguridad. Ese sobredimensionamiento de las unidades de aire acondicionado puede ser usado para reducir el consumo total de energía. Las unidades en stand-by pueden ser usadas para compartir el manejo del flujo de aire de todas las unidades de aire. Esto conduce a una gran cantidad de ahorro de energía. Haciéndolo así, el intercambiador de calor de la unidad de stand-by es usado con lo cual se incrementa la eficiencia total del sistema.

Lógicamente, la refrigeración mecánica en el sistema de aire acondicionado se requiere únicamente cuando la temperatura ambiente externa es más alta que la temperatura interna del Data Center. Si la temperatura ambiente externa es baja, no hay necesidad de la refrigeración por compresor y el calor del site puede fácilmente ser transferida directamente a una solución de agua/glicol y bombeada fuera del edificio donde el calor será transferido de la solución de agua/glicol directamente al medio ambiente. Etilen glicol se añade al agua para prevenir que el drycooler se congele en invierno.

La temperatura del glicol tiene una influencia grande en la eficiencia del Sistema de Aire Acondicionado. A una temperatura alta del glicol, se reduce la capacidad de enfriamiento de las unidades de Aire Acondicionado, pero como ganancia, el número de horas por año en que el sistema opera en el modo de free cooling se incrementa grandemente. Estas circunstancias pueden ser fácilmente usadas como una ventaja para reducir los costos de operación del aire acondicionado, y es usado por el Sistema DFC®.

4. **SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO CON DFC®**

El sistema descrito en este artículo consiste de una unidad de aire acondicionado híbrida localizada en el Data Center, drycoolers localizados en el exterior del edificio y bombas de recirculación del glicol en un circuito hidráulico cerrado entre la unidad de aire acondicionado y el drycooler. La unidad de aire acondicionado híbrida consiste de ventiladores tipo EC de velocidad variable y controlada en el Data Center, el circuito de refrigeración cerrado con compresores scroll y un intercambiador de calor aire-glicol para operación free-cooling. El drycooler consiste de una bobina intercambiador de calor glicol-aire con ventiladores tipo EC de velocidad variable para la circulación del aire ambiente a través de la bobina intercambiador de calor. La bomba central de velocidad variable alimentada por inversor circula el glicol entre la unidad de aire acondicionado y el drycooler fuera del Data Center. Todos los componentes involucrados en el proceso del acondicionamiento del aire son controlados por un microprocesador en la unidad de aire acondicionado con sensor de temperatura de aire ambiente y sensor de temperatura del retorno de aire en la unidad de aire acondicionado.

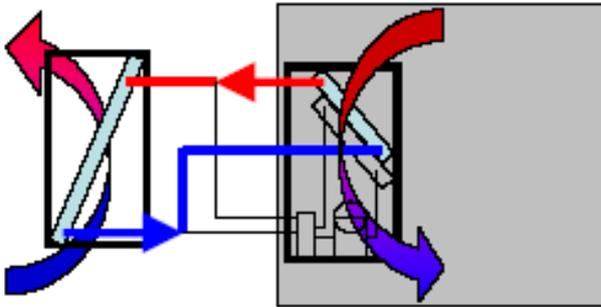


Figura 1. Free cooling

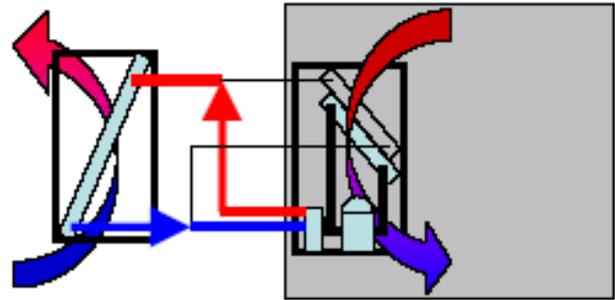


Figura 2. Refrigeración por compresor

5. DYNAMIC FREE COOLING® -COMO INCREMENTA LA EFICIENCIA

Existen varios elementos que hacen del **Dynamic Free Cooling®** lo que es y que tan eficiente es. Los elementos más importantes se describen a continuación:

a. CONTROL DINAMICO DE LA TEMPERATURA DE AGUA

Los sistemas free-cooling estándar operan con temperaturas fijas del agua/glicol para el modo de operación en compresor de 35°C a temperaturas ambiente altas y alrededor de 7°C en el modo de free-cooling a temperaturas ambiente bajas.

El período de utilización del modo free-cooling está limitado por el número de horas por año en que la temperatura del aire ambiente es de 3°C ó más bajo y lo que puede producir el suficiente glicol a 7°C es muy poco. Por medio del DFC® la temperatura del glicol no es fija sino totalmente dinámica dependiendo de los requerimientos del sistema. ¿Porqué?. Se debe entender, que este sistema opera como un sistema de agua helada en modo de free-cooling. La capacidad de enfriamiento de un sistema de agua helada depende de la temperatura del agua, a una temperatura de agua elevada, se reduce la capacidad refrigerante. Puede sonar negativo en este punto pero su comportamiento es usado por el control DFC® como un beneficio.

Un Data Center operando a plena carga requiere, en modo free-cooling una temperatura del agua de 10.5°C. Esta agua puede ser producida por un drycooler externo con una temperatura ambiente de 7°C. El mismo Data Center operando a carga parcial del 60% también únicamente requiere del 60 % de capacidad refrigerante. El sistema de aire acondicionado en modo de free-cooling puede producir este 60 % de capacidad refrigerante ya a una temperatura mucho mayor en el glicol de 16°C y esta temperatura del glicol puede ser alcanzada con una temperatura ambiente de 14°C. Qué significa esto para un período de free-cooling por año?: en Londres, 32% = 2,800 horas por año la temperatura está debajo de 7°C mientras que 74% = 6,500 horas por año está debajo de 14°C (Figura 3). Esto significa que hay 3,750 horas ó 154 días por año disponibles para free-cooling. Sistemas tradicionales operan ya en modo mixto ó incluso operación total del compresor a estas temperaturas ambiente.

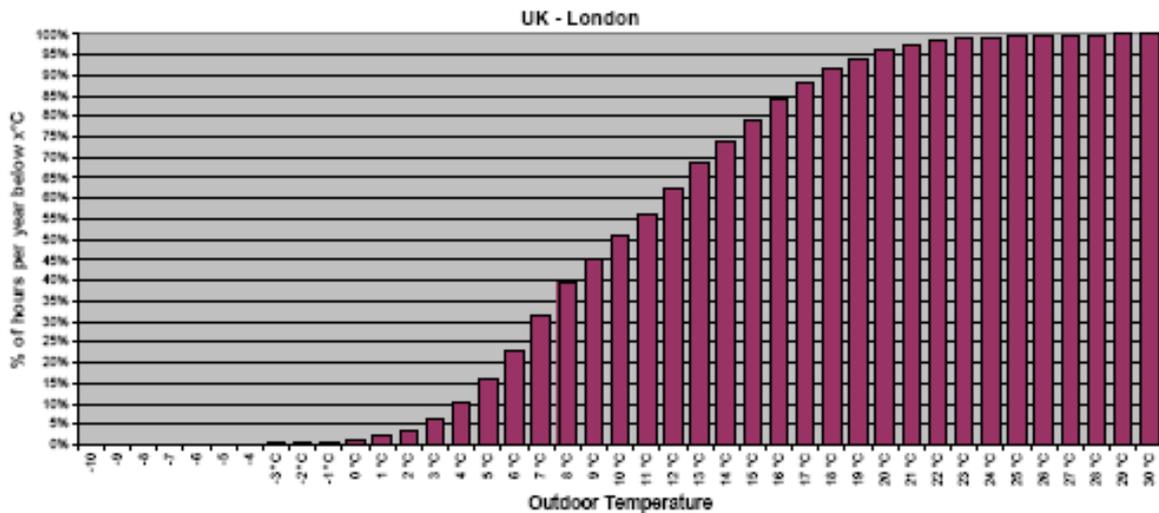


Figura 3: En Londres, horas abajo x °C por año

b. MANEJO DEL FREE COOLING EN STAND-BY

La mayoría de los Data Centers son diseñados con redundancia a base de los equipos en stand-by para sustituir a unidades de aire acondicionado en caso de mantenimiento ó falla. Para ahorro de energía las unidades de stand-by están diseñadas para ser apagadas en secuenciamiento en tanto no sean necesarias para manejar la carga refrigerante.

Por medio del DFC® las unidades de aire acondicionado operan en el modo free-cooling de una manera nueva y diferente. El uso de los ventiladores del tipo EC de alta eficiencia permite el control de la velocidad de los ventiladores. Las leyes de los ventiladores dictan que el volumen de aire es directamente proporcional a la velocidad del ventilador y que la potencia es un cubo de la velocidad (Figura 4). Por lo tanto, operando las unidades de stand-by a una velocidad reducida (volumen de aire) la potencia total consumida se reduce drásticamente. Es más eficiente desde el punto de vista de energía operar todas las unidades incluyendo las unidades de stand-by a una baja velocidad que apagar o apagar por secuenciamiento las unidades.

Esta técnica también provee una más uniforme y predecible distribución a través del piso falso. DFC® controla las unidades de aire acondicionado en el modo de free-cooling de esta nueva manera y se logra un gran ahorro de energía. En caso de que una unidad de aire acondicionado controlada a través del DFC® se apague, las unidades restantes acelerarán su velocidad de ventilador automáticamente para asegurar una total circulación de aire.

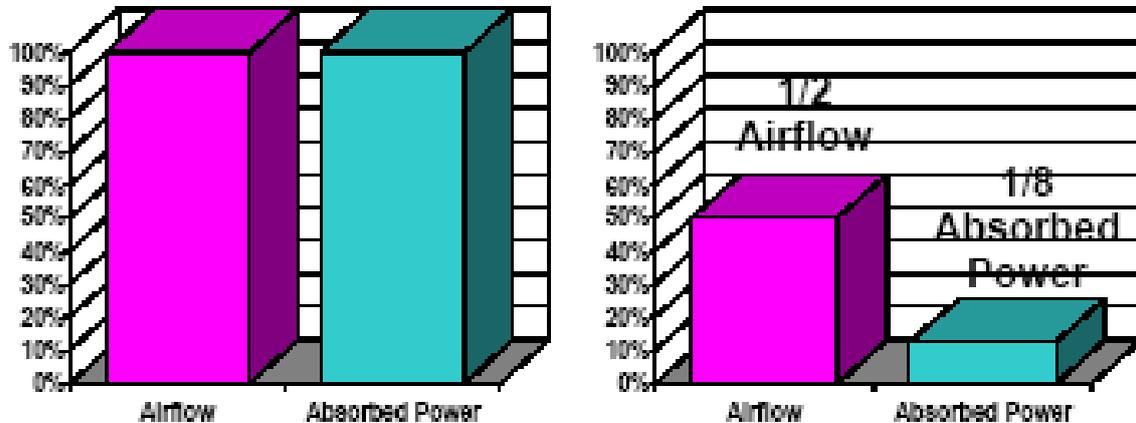


Figura 4. Manejo de las unidades stand-by y la ley del cubo

c. FREE COOLING INDIRECTO

El **Dynamic Free Cooling®**, es un sistema de enfriamiento indirecto. El free-cooling (Figura 5) usa glicol como el medio de transferencia entre el aire del Data Center y el aire ambiente a baja temperatura y no hay necesidad de introducir aire ambiente directamente en el Data Center y por lo tanto se preserva el sello contra el medio ambiente. Una muy pequeña cantidad de aire fresco se requiere en el Data Center para cumplir los códigos de regulación de los estándares de ventilación.

Sistemas directos de free-cooling (Figura 6) usan aire ambiente el cual debe ser pre-acondicionado y prefiltrado antes de entrar al site. La calidad y condición del aire ambiente normalmente prohíbe el uso del free-cooling directo. Introducción de humo puede activar el sistema contra incendio. El aire sucio requiere de un alto grado de filtración y muy regularmente (caro) programas de mantenimiento de filtros. Los niveles específicos bajos de la humedad en invierno requieren grandes cantidades de prehumidificación.

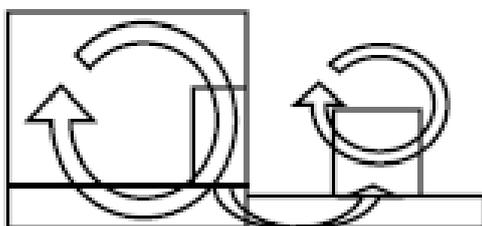


Figure 5: Indirect Free Cooling

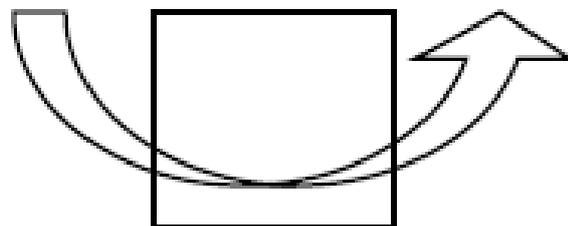


Figure 6: Direct Free Cooling

d. CONTROL DEL COMPONENTE DINAMICO

Hay cuatro componentes principales en los sistemas de aire acondicionado usando energía, el compresor y los ventiladores dentro de la unidad de aire acondicionado, el sistema de bombeo y los ventiladores fuera del Data Center.

El **Dynamic Free Cooling®** controla esos componentes dependiendo de las condiciones de la carga térmica del site. El microprocesador del controlador analiza la temperatura del aire ambiente y la diferencia entre la temperatura actual y la temperatura actual de diseño para optimizar la utilización de los componentes del sistema de aire acondicionado y para reducir el consumo de energía pero manteniendo las condiciones del site. El objetivo principal es minimizar el tiempo de operación de los compresores que es el componente que más usa energía.

Los siguientes componentes en prioridad para controlar son los ventiladores de la unidad de aire acondicionado, los ventiladores de los drycoolers y la bomba central, de tal manera que el consumo total de energía esté en lo mínimo.

e. DISEÑO OPTIMIZADO DEL GABINETE

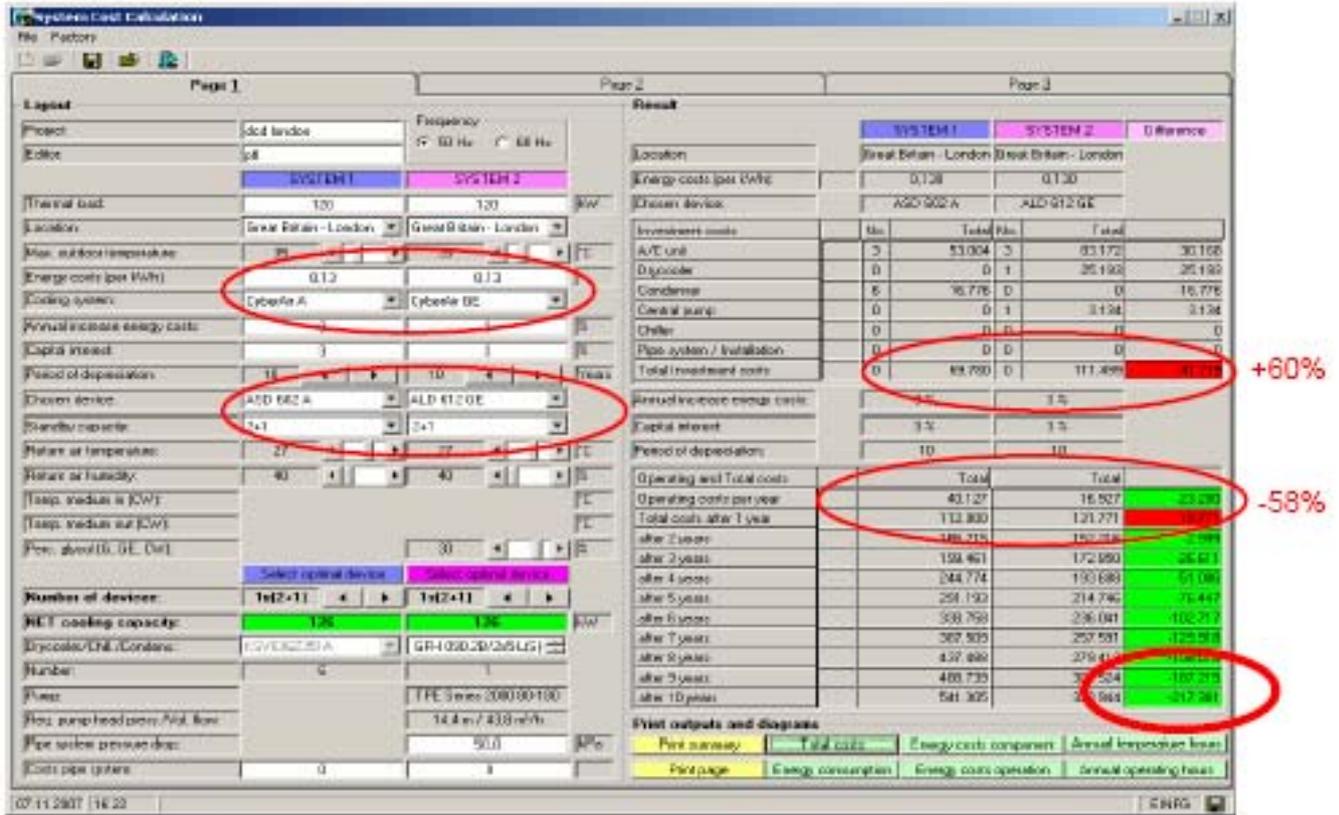
La unidad de aire acondicionado usada por el DFC® está optimizada para alta eficiencia. El flujo de aire y los componentes internos están dispuestos para ofrecer la mínima resistencia al propio flujo de aire. El gabinete es más grande comparado con las unidades sin el free-cooling por la misma razón. Estas medidas en el diseño reducen el consumo de los ventiladores hasta en un 40 %.

f. SISTEMA DUAL DE VALVULAS DE 2 VIAS

El sistema hidráulico está diseñado para el uso de dos válvulas de 2 vías de tal manera que la cantidad de glicol circulando en el sistema esté absorbiendo la mayor cantidad de calor en la unidad de aire acondicionado, ya sea en modo free-cooling, operación mixta u operación en compresor. La cantidad de glicol circulando en el sistema es reducida y por lo tanto la cantidad de energía se minimiza.

6. DYNAMIC FREE COOLING® -QUE TANTO SE PUEDE AHORRAR

Con el uso del **Dynamic Free Cooling®** se pueden alcanzar ahorros de hasta el 60 %. El ahorro depende de diversos puntos. La situación geográfica (la temperatura anual promedio), el sistema de comparación (medición), la cantidad de unidades en stand-by, la temperatura deseada en el site y el porcentaje de carga térmica del equipo IT comparado contra lo diseñado. El software de cálculo para comparar diferentes sistemas toma en consideración todas las variables anteriores para una selección útil. Los cálculos manuales son complejos pero posibles y usualmente toma varios días para realizar una sola comparación.



Page 1			Page 2			Page 3		
Input	SYSTEM 1	SYSTEM 2	Result	SYSTEM 1	SYSTEM 2	Difference		
Project	Stal Indos		Location	Great Britain - London	Great Britain - London			
Thermal load	100	100	Energy costs per kWh	0.128	0.130			
Location	Great Britain - London	Great Britain - London	Chiller device	AGD 902 A	AGD 912 GK			
Max. outdoor temperature	18	18	Investment costs	Min. Total	Min. Total			
Energy costs per kWh	0.12	0.13	A/C unit	3	3	53,004	53,172	30,106
Cooling system	Cyberlin A	Cyberlin BE	Dry cooler	0	1	0	25,192	25,192
Annual indoor energy costs			Condenser	6	0	16,776	0	16,776
Capital interest	3	3	Central pump	0	1	0	3,134	3,134
Period of depreciation	10	10	Chiller	0	0	0	0	0
Chiller device	AGD 862 A	AGD 812 GE	Pipe system / Installation	0	0	0	0	0
Standard capacity	241	241	Total investment costs	0	89,780	0	111,499	+60%
Return air temperature	27	27	Annual indoor energy costs	1.5	1.5			
Return air humidity	40	40	Capital interest	3%	3%			
Temp. medium in (C/W)			Period of depreciation	10	10			
Temp. medium out (C/W)			Operating and Total costs	Total	Total			
Per. above D.C.E. DB		30	Operating costs per year	43,127	16,527		26,600	-58%
Number of devices	1x12x11	1x12x11	Total costs after 1 year	112,800	121,771		8,971	
NET cooling capacity	126	126	after 2 years	148,215	150,254		2,039	
Dry cooler/Chl./Condens.	GVV30220 A	GR100.20/205 LG	after 4 years	244,774	193,680		51,094	
Number	6	1	after 5 years	291,192	214,746		76,447	
Flow		TPE 3 mm 2000/00100	after 6 years	338,769	236,041		102,727	
Flow pump headloss/Val. loss		14.4 m / 43.9 m/h	after 7 years	387,393	257,591		129,802	
Pipe system pressure drop		50.0	after 8 years	437,016	279,413		157,603	
Costs pipe system	0	1	after 9 years	488,735	304,504		184,231	
			after 10 years	541,305	332,944		208,361	

7. DYNAMIC FREE COOLING® - QUE TANTO CUESTA Y CUAL ES EL PERIODO DE RETORNO DE INVERSION

El costo de un sistema **Dynamic Free Cooling®** comparado contra un sistema básico de aire acondicionado puede ser de hasta un 50 % mayor. Sin embargo, los ahorros operativos son altos; típicamente el retorno de inversión toma desde menos de un año y hasta 3 años.

Acerca del autor:

Benjamín Petschke es Head Product Management and Sales Support. Después de sus estudios de física Benjamín se unió a la empresa Stulz en 1996 como ingeniero en R&D. En 1997 se cambió al departamento de ventas y ha trabajado en diferentes áreas. Benjamín Petschke es especialista en diseños de Data Centers considerando el acondicionamiento del aire, ahorro de energía y acústica.

Acerca de Stulz GmbH:

Fundada en el año de 1947 en Alemania, Stulz se ha especializado en áreas que requieren experiencia tecnológica y flexibilidad emprendedora. Stulz, una empresa familiar, con más de 30 años de experiencia en el diseño y construcción de centros de datos en términos del acondicionamiento del aire. Siendo una empresa verdaderamente global Stulz está presente en más de 110 países alrededor del mundo con plantas de fabricación en Alemania, USA, Italia, China y la India.