

**CENTRO DE SUPERCOMPUTACIÓN DE GALICIA**

# ***Eficiencia Energética en un Centro de Supercomputación***

J. López Cacheiro, C. Fernández Sánchez, J. I. López, P. Rey, A. Feijoo, S. Díaz

**Jornadas Técnicas de Rediris 2009 - Santiago de Compostela, 27/11/2009**



# INDICE

1. Introducción: CPD CESGA
2. Mejora de la eficiencia: 5 casos prácticos
3. Conclusiones

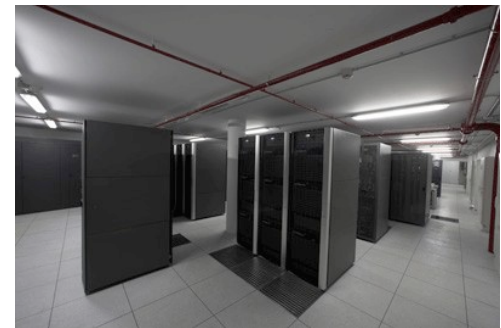
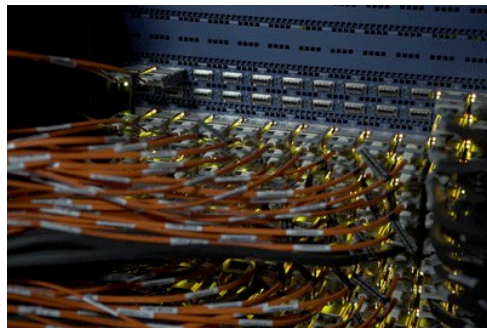
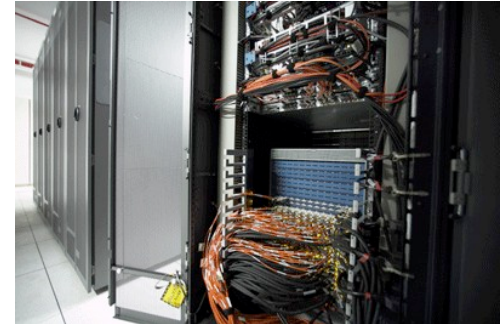
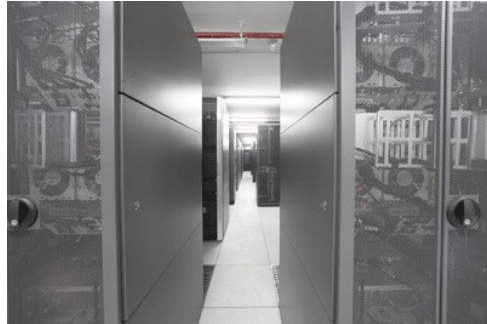




# Eficiencia Energética en un Centro de Supercomputación

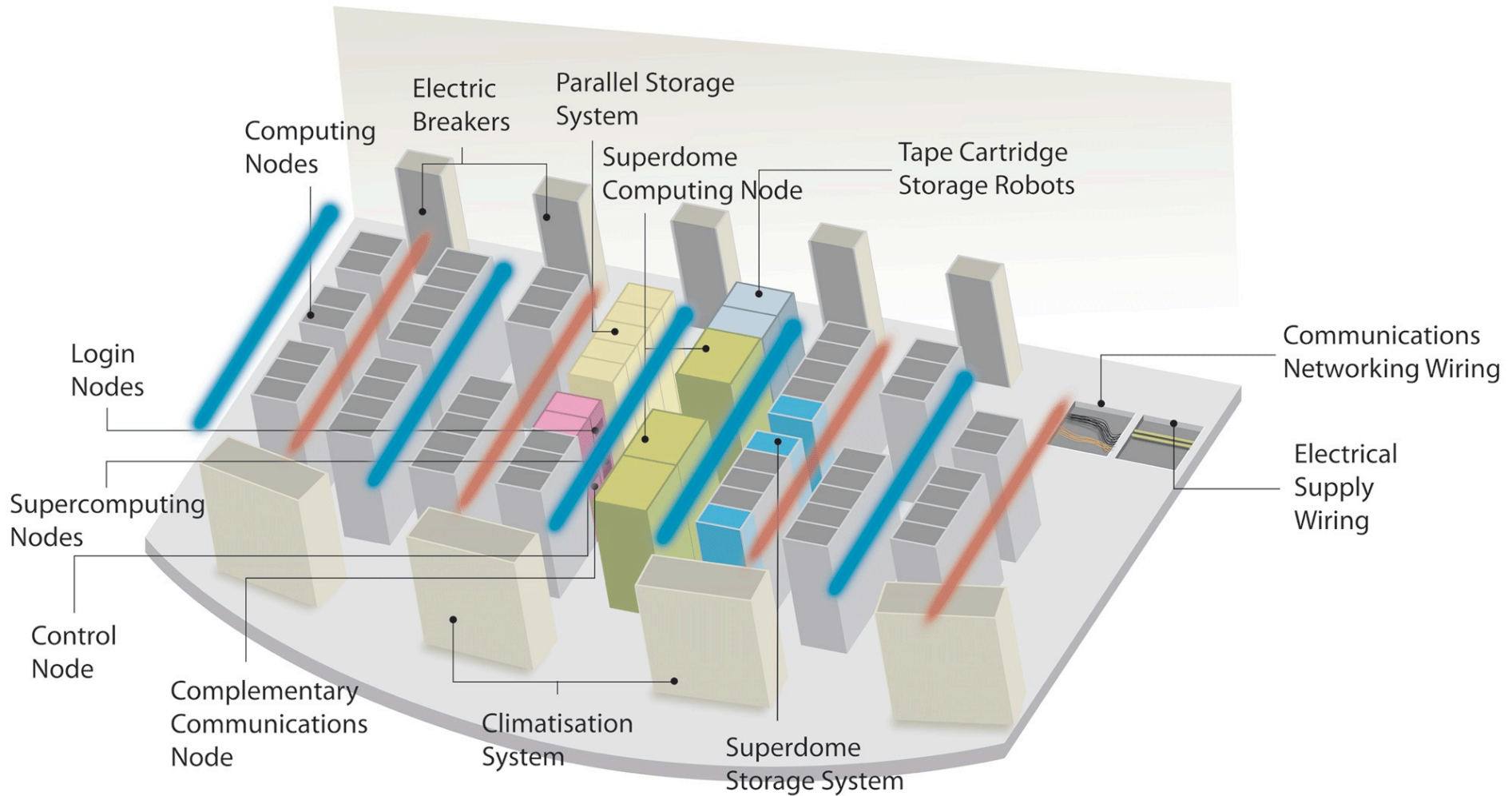
## INTRODUCCION

# CPD CESGA





# FINISTERRAE



## Technical Specs.

Surface Area: 140 m<sup>2</sup>

Weight:



35.000 Kg

Storage:



2.200.000 GB  
on tape

390.000 GB  
on disk

Memory:



19.670 GB

2.528 Processing Cores

142 nodes, each with 16 cores & 128 GB memory

1 node with 128 cores & 1.024 GB memory

1 node with 128 cores & 384 GB memory

Node Interconnect INFINIBAND  
4x DDR at 20 Gbps

85 Km of interconnect cable

Open Software: Linux, Lustre, Globus...

# Equipos de soporte: Climatización

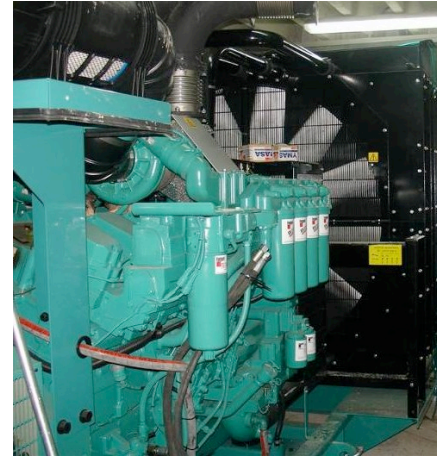


**2 Enfriadoras:** 2x 580 KW

**8 Climatizadoras:** 8x 150 KW



# Equipos de soporte: Grupo/SAI



# Eficiencia Energética en un Centro de Supercomputación

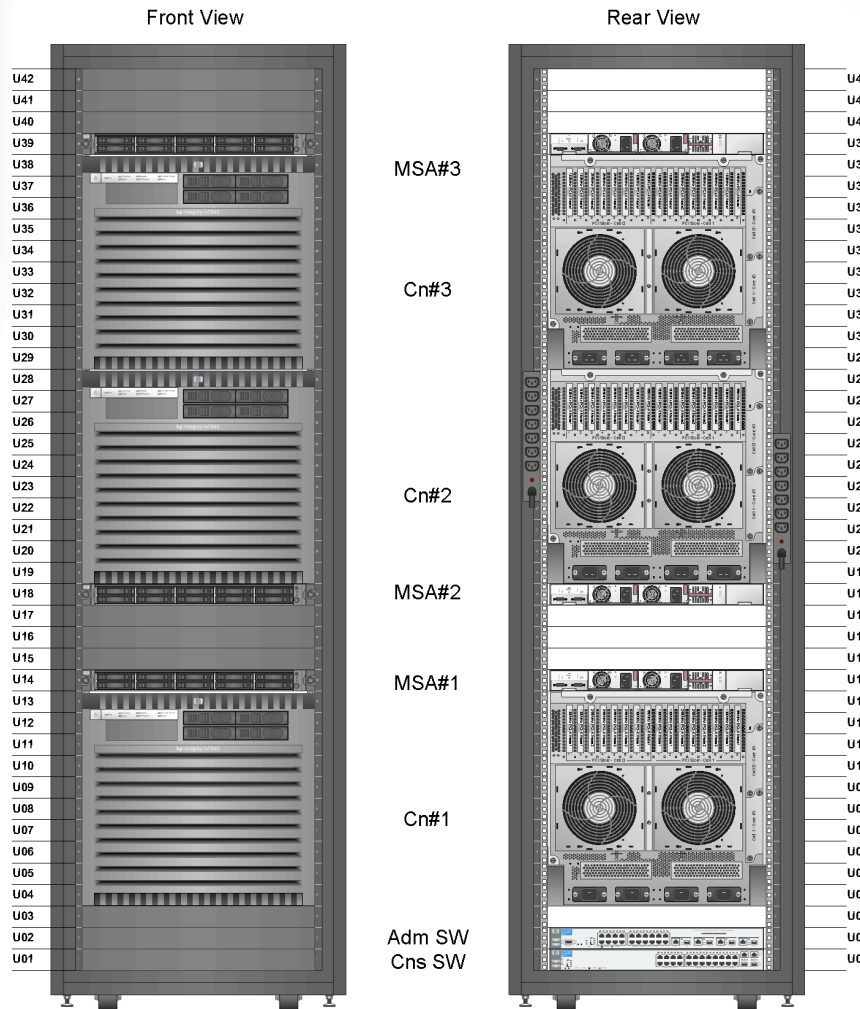
## Casos Prácticos



## Caso 1: Mecanismos de ahorro energético en los servidores

# Racks de Computación RX7640

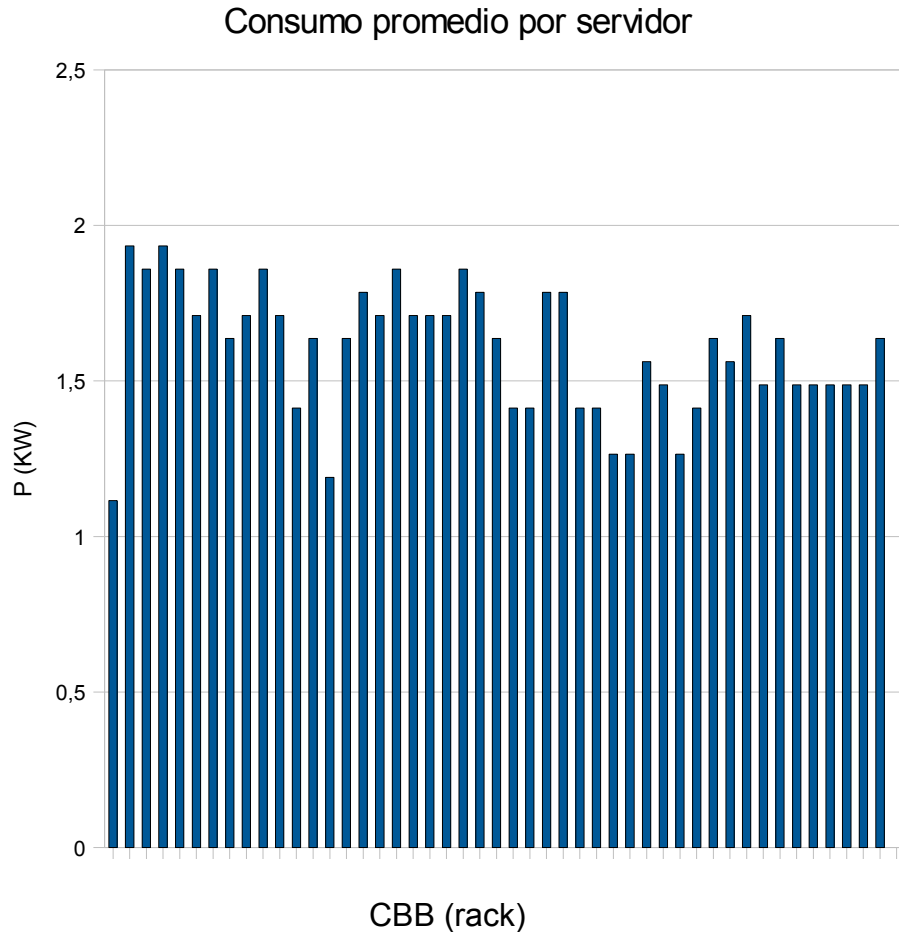
## FINISTERRAE



- 48 racks
- Cada rack 3 servidores HP Rx 7640 y 3 cabinas de discos ( 6 discos de 146 GB por servidor)
- 142 servidores en total, cada uno con:
  - 16 núcleos Itanium 2 Montvale @ 1.6 GHz , 18 MB de caché
  - 128 GB de memoria
  - 6 discos SAS de 146 GB
  - Suse Linux



# Consumo Promedio Nodos RX7640



Mínimo:  
1,12 KW

Máximo:  
1,93 KW

Ahorro máximo:  
115 KW

Ahorro  
promedio:  
**43 KW**

## Caso 2: Consolidación de servidores



## Caso de Estudio: Clúster SVGD

- Nodos Dell PE750 con CPU:
  - Pentium IV Prescott 3.2GHz (90nm)
  - TDP: 84W
- HP BladeSystem c-Class con blades ProLiant BL460c G1 con dos CPU:
  - Xeon X5355 quad-core a 2.66GHz (65nm)
  - TDP: 120W

## Comparación de consumos

| Tipo de nodo        | CPU                                | Potencia promedio por core (W) |
|---------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| Dell PE750          | Pentium IV Prescott 3.2 GHz (90nm) | 130 ± 40                       |
| ProLiant BL460c G1* | Intel Xeon X5355 @ 2.66 GHz (65nm) | 27 ± 5                         |

Diferencia de consumo por core:  
100W

80 nodos Dell:

– Ahorro anual: **6310€**

\* Coste electricidad: 0,09€/KWh



# Eficiencia Energética en un Centro de Supercomputación

## Caso 3: Almacenamiento



Sistema de almacenamiento paralelo de 142TB  
76 cabinas de discos SFS20  
964 discos SATA de 250 GB  
18 celdas (servidores Proliand DL380)





## Consumo:

– 19 KW (7% del consumo del FT)

Consumo Seagate Barracuda ST3250620NS (datos del fabricante)

| Estado                      | Potencia (W) |
|-----------------------------|--------------|
| <i>Average idle current</i> | 9,30         |
| <i>Average seek power</i>   | 12,60        |
| <i>Standby power</i>        | 0,80         |

- Disco vs Cinta (para backups)
  - Consumo de los 964 discos en standby:  
**575 €/año**

## Caso 4: Free Cooling y Recuperación de Calor



COUNTRY:  CITY:

DEGREES IN:  FAHRENHEIT  CELSIUS  
 ALLOW MIXING OF SUPPLY AND RETURN AIR   
 ALLOW HUMIDIFICATION

|                                       | MAX LIMIT                         | MIN LIMIT                         |
|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| DRYBULB TEMP THRESHOLD (DEG): ?       | <input type="text" value="27.0"/> | <input type="text" value="NONE"/> |
| DEWPOINT TEMP THRESHOLD (DEG): ?      | <input type="text" value="15.0"/> | <input type="text" value="NONE"/> |
| REL. HUMIDITY THRESHOLD (%): ?        | <input type="text" value="NONE"/> |                                   |
| DESIRED CHILLED WATER TEMP (DEG): ?   | <input type="text" value="13.0"/> |                                   |
| COOLING SYSTEM APPROACH TEMP (DEG): ? | <input type="text" value="3.0"/>  |                                   |

DATA CENTER IT POWER (kW): ?

POWER USAGE EFFECTIVENESS (PUE): ?

TOTAL FACILITY POWER (kW): ?

OVERHEAD POWER (kW): ?

PERCENT OF OVERHEAD POWER FOR COOLING SYSTEM (%): ?  %  kW

PERCENT OF COOLING SYSTEM POWER FOR CHILLER (%): ?  %  kW

PERCENT OF COOLING SYSTEM POWER FOR TOWER (%): ?  %  kW

PERCENT OF COOLING SYSTEM POWER FOR PUMPS/FANS (%): ?  %  kW

PERCENT OF OVERHEAD POWER FOR POWER LOSSES and LIGHTING (%): ?  %  kW

ELECTRIC COST (€ per kWh) ?

HOURS MEETING CRITERIA FOR FREE-AIR COOLING:

ESTIMATED SAVINGS USING FREE-AIR COOLING:

HOURS MEETING CRITERIA FOR WATER SIDE ECONOMIZER:

ESTIMATED SAVINGS USING WATER SIDE ECONOMIZER:



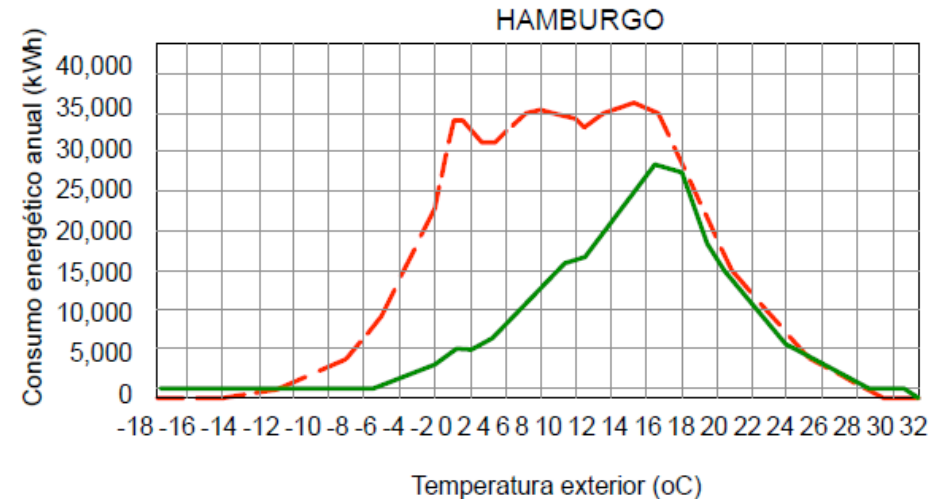
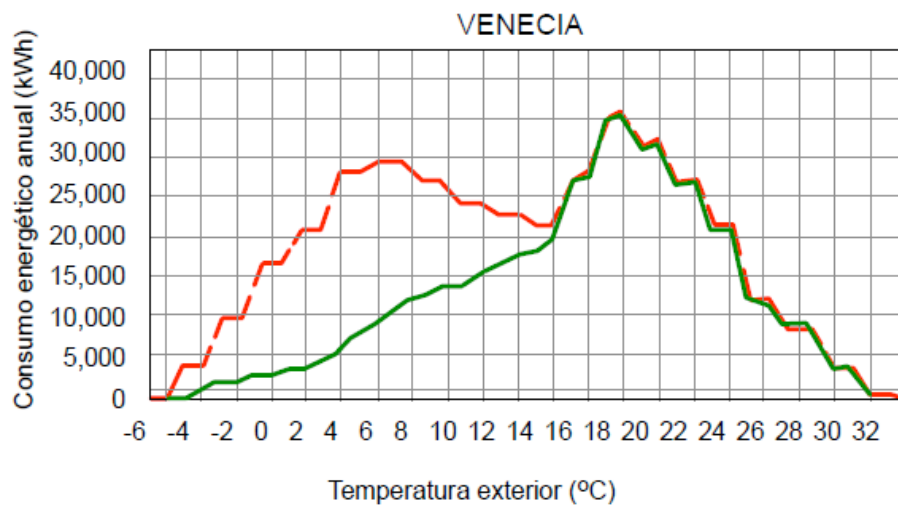
# Liebert-HIROSS MATRIX SQS063

Free Cooling implementado mediante:

Válvula de 3 vías

Intercambiadores de calor adicionales

Recuperación de calor



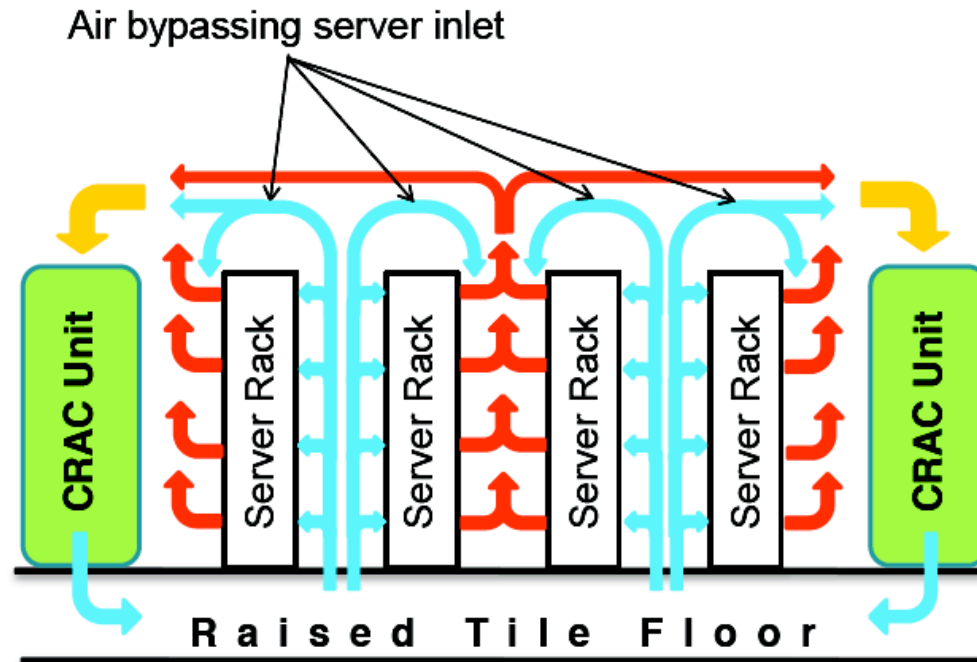
- Consumos energéticos anuales, refrigerador (Chiller).
- Consumos energéticos anuales, refrigerador más módulo Freecooling (Superchiller).



# Eficiencia Energética en un Centro de Supercomputación

## Caso 5: Cierre de Pasillos

# Recirculación de Aire





# Cierre de Pasillos





# Mamparas





# Paneles Ciegos



# Monitorización de Temperaturas

The image displays three overlapping browser windows from a presentation slide:

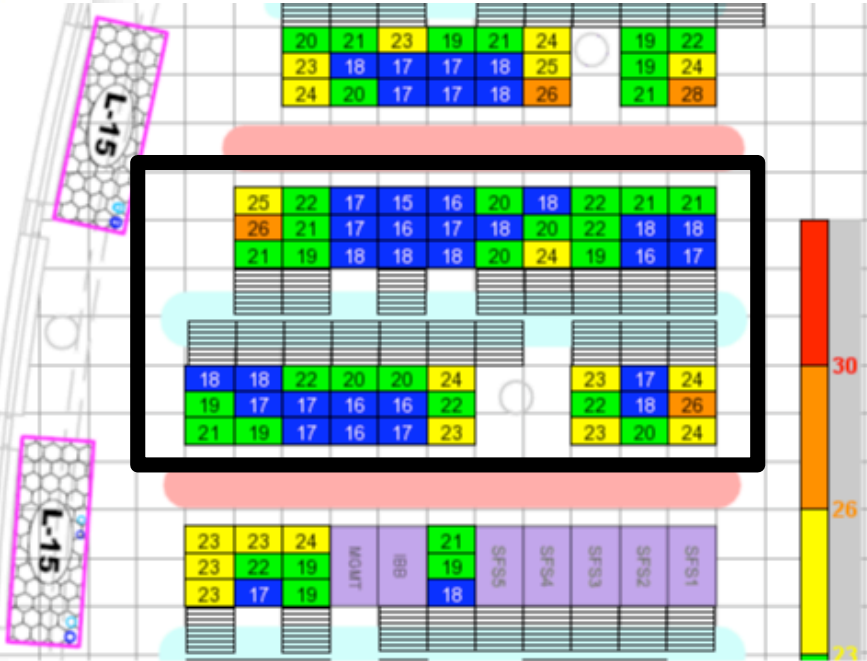
- Left Window (APC Environmental Manager):** Shows a 'Sensors' tab with a list of 'Temperature & Humidity' sensors. The list includes:
 

| Status | Name   |
|--------|--------|
| Normal | T/H_1  |
| Normal | Temp_3 |
| Normal | T/H_2  |
| Normal | Temp_1 |
| Normal | Temp_2 |
| Normal | Temp_4 |
- Middle Window (Service Overview):** Shows two line graphs for 'L15.1 / Return Air' temperature. The top graph covers the last 4 hours (14:04 to 18:04), and the bottom graph covers the last 24 hours (18:04 to 18:04). Both graphs show a temperature around 20-21 degrees. A legend indicates:
  - RETEM 20.7000 LAST 20.7998 MAX 21
  - Warning on 27
  - Critical on 29
- Right Window (CESGA - Temperaturas de los nodos del Finisterrae):** Shows a heatmap of temperatures for various nodes. The title is 'Temperaturas de los nodos del Finisterrae' and the subtitle is 'Última temperatura disponible: 04/11/09 18:00:00'. The heatmap shows temperature variations across nodes like L-15, L-14, L-13, etc. A color scale on the right ranges from 19 to 30. Control options include:
  - Gráfico Fijo:  Última temperatura disponible
  - Gráfico Animado:  Última hora
  - Retraso entre imagenes: 02 Sg
  - Mostrar Temperaturas:
  - Actualizar button

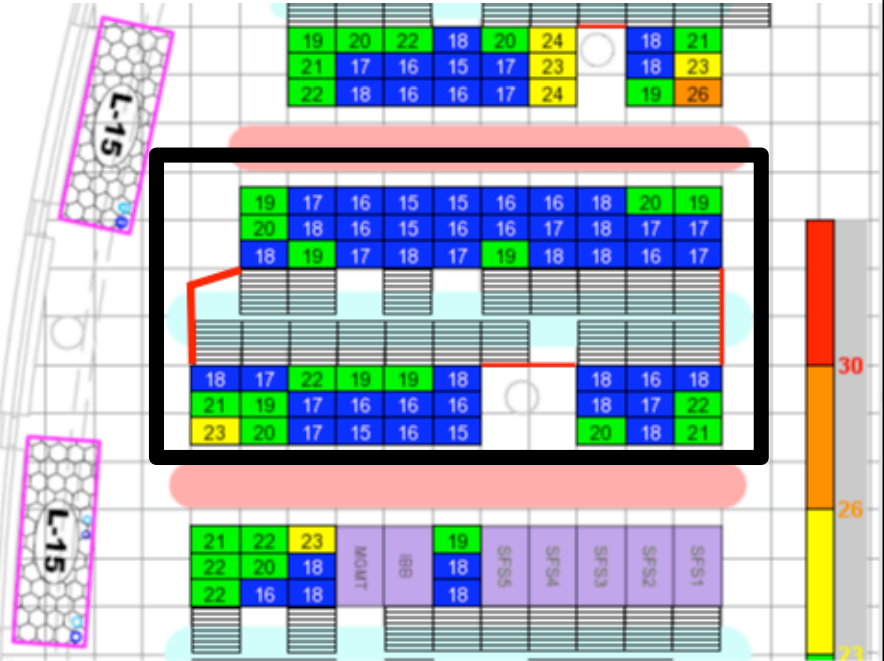


# Efecto Cierre Pasillo 1/2

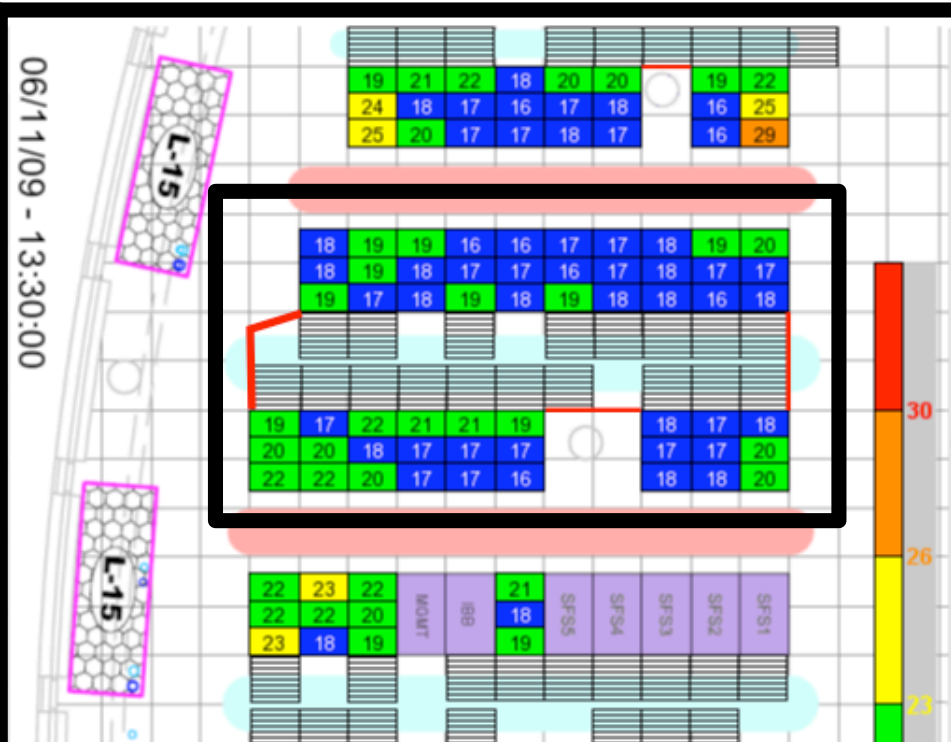
13/08/09 - 00:00:00



15/08/09 - 00:00:00



# Efecto Cierre Pasillo: 2/2





# Eficiencia Energética en un Centro de Supercomputación

## CONCLUSIONES

## CONCLUSIONES

- Mecanismos de ahorro energético de los servidores:
  - 33.900 €/año
- Consolidación de nodos SVGD:
  - 6.300 €/año
- Consumo discos vs Cintas:
  - 575 €/año
- Free-Air Cooling:
  - 260.000 €/año
- Cierre de pasillos:
  - Hasta 6°C de descenso de la Temp.



## TRABAJO FUTURO

- Enfriadoras:
  - Posibilidad de aumentar la temperatura
- Climatizadoras:
  - Ventiladores de velocidad variable
- Nodos:
  - Suspensión/apagado automático de nodos inactivos

# Gracias

por vuestra atención