

# EDIFICIO SEDE EXPO'98 LISBOA ESTUDIO TÉRMICO Y ENERGÉTICO

JUL 98

Información Técnica nº 11

**Presentamos a continuación el trabajo efectuado por LM Projecto e Gestao de Instalações Especiais miembro portugués del International Q Group A.I.E. cuyo miembro español es el Grupo JG.**

Se pretende con la presentación del Edificio Sede de la Expo'98 demostrar la aplicación de sistemas de climatización utilizando la combinación de técnicas pasivas con técnicas activas orientadas a la obtención de elevados niveles de comodidad asociados a bajos consumos energéticos, de acuerdo con los esfuerzos a nivel mundial en lo referente al cumplimiento de las directivas internacionales en relación a la protección del medio ambiente. Como herramienta fundamental para el análisis tanto de la utilización de técnicas pasivas como activas, contamos con el software específico TAS.

## INTRODUCCION

El edificio que se presenta está localizado en la orilla derecha del río Tajo, en la parte Oriental de la ciudad de Lisboa y se utiliza como sede administrativa de la Expo'98, pensando colocarlo posteriormente en el mercado inmobiliario de oficinas.

Cabe destacar la gran colaboración entre miembros del equipo de proyecto en el tratamiento de las cuestiones energético-ambientales, integrando, desde las primeras fases de su desarrollo, los conceptos más adelante detallados, haciendo posible la optimización del aprovechamiento de los recursos naturales en cuanto a ventilación, exposición solar e iluminación.

El papel desempeñado por las instalaciones activas, soporta y potencia las opciones establecidas en la construcción influenciando fuertemente los valores previsibles tanto al nivel de las condiciones de bienestar como al nivel de los consumos energéticos asociados.

El edificio no dispone de centrales de producción de fluidos térmicos para calefacción y refrigeración, pero sí dispone de una sub-estación equipada con intercambiadores de calor y bombas circulantes de agua que aseguran la conexión al sistema de "District Heating" y "District Cooling" disponible en la Zona de Intervención de la Expo.

El clima de Lisboa presenta características de tipo mediterráneo con veranos calurosos e inviernos relativamente templados. Las temperaturas medias máximas diarias en verano rondan los 26°C, mientras que en invierno son de cerca de 12°C. En relación a las temperaturas del proyecto se consideraron los valores de 32,7°C y 5,1°C para el verano e invierno respectivamente.



# OPCIONES TÉCNICAS DE BASE

Los puntos clave considerados en el desarrollo de los proyectos fueron los siguientes:

## Medios pasivos.

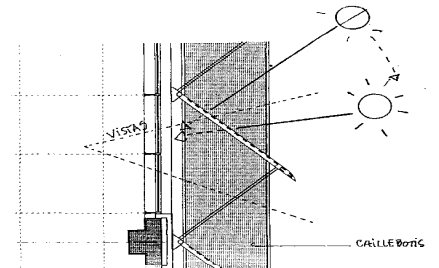
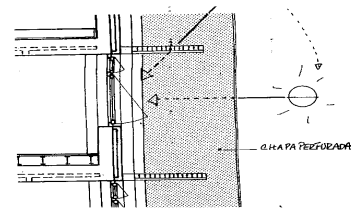
Sede especial atención a los siguientes puntos:

- Diseño de la pantalla solar según la disposición de las diversas fachadas.
- Utilización de materiales con coeficientes de transmisión de calor lo más reducidos posible teniendo en cuenta el clima de Lisboa y el coste.
- Utilización de la inercia estructural del edificio, mediante contacto del aire insuflado con la losa (en el interior del falso suelo) y de la colocación de los conductos de extracción de aire en el interior de las losas para lograr retrasar las puntas de carga térmica.
- Aprovechamiento del atrio interior que funciona como "buffer térmico" debido a su utilización como colector de aire que se extrae de las oficinas, siendo después conducido al exterior mediante ventiladores mecánicos instalados en la parte más alta del atrio.

## Medios Activos:

Se prestó particular atención a los siguientes puntos:

- Distribución del aire a los espacios ocupados al nivel inferior ("displacement ventilation"), a través del falso suelo a baja velocidad, con un diferencial de temperatura reducido ( $dT=4^{\circ}5^{\circ}$ ), en relación a la zona ocupada.
- Extracción del aire a nivel superior, en el tech o utilizando válvulas de extracción y conductos embebidos en la losa de hormigón.
- Utilización de convectores periféricos, para calefacción, instalados en el pavimento, que cubren en su perímetro las fachadas exteriores y las fachadas que limitan con el atrio.
- Motorización de la apertura de las ventanas para potenciar la ventilación natural cruzada, especialmente útil en las estaciones intermedias (Otoño y Primavera) obteniéndose una reducción substancial de los consumos de energía.
- Utilización de iluminación artificial minimizada, basada en "uplights" "tasklights" o "desklights" aprovechando la gran reflexión de las superficies.
- Pre-refrigeración estructural nocturna durante los meses en que se constata la necesidad de refrigeración, utilizando los sistemas de ventilación mecánica.
- Pre-calentamiento matinal, durante la época de calentamiento, reduciendo el caudal de aire exterior.
- Utilización del Sistema de Gestión Técnica Centralizada del Edificio para control de instalaciones activas y de los sistemas pasivos.



# EVALUACIÓN DE RESULTADOS

## Confort térmico

La sensación de confort está fuertemente relacionada con el tipo de vestuario, la actividad metabólica, la disposición psicológica y el estado físico general. Aunque el confort no se pueda evaluar solamente en términos de reacción a la temperatura del termómetro seco del aire, este parámetro entra en el cálculo de un índice más global asociado a la cuantificación del confort designada como temperatura efectiva o resultante.

Para probar la validez de las hipótesis efectuadas a los conceptos aplicados en la concepción de los varios sistemas, se realizaron simulaciones en ordenador de la evolución de los campos de temperatura y velocidad del aire en un espacio típico de oficinas y en el atrio a varias alturas en relación a la cota del pavimento.

Se presentan a continuación dos resultados gráficos de las mencionadas simulaciones.

La figura 1 representa una sección típica de un espacio de oficinas donde se puede observar la estratificación de la temperatura seca del aire. Efectivamente, para una temperatura de insuflación sobre los  $19-20^{\circ}C$  (azul oscuro) se comprueba que en la zona ocupada (1.7m. de pavimento) la temperatura seca del aire no sobrepasa los  $25^{\circ}C$ .

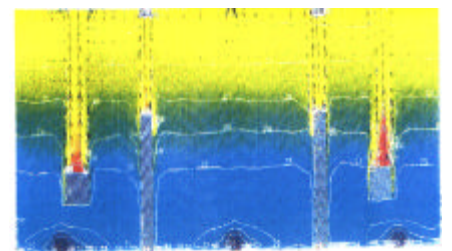


Figura 1

Las siluetas representan ocupantes en píe y ordenadores y se pueden observar fácilmente las corrientes de convección ahí creadas por la disipación térmica. La temperatura más elevada en el campo representando, equivalente al color rojo, corresponde al tech de los ordenadores y ronda los  $30^{\circ}C$ .

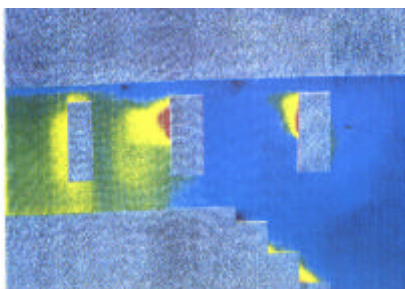


Figura 2

Aunque no se avisa en la figura, las velocidades residuales obtenidas en la zona ocupada no sobrepasan los  $0,15m/s$ .

En la figura 2 está representada una planta parcial del atrio en la cota del piso 5, haciéndose evidente la influencia de la ventana localizada en la fachada sur. Se comprueba también la existencia de sobrecalentamiento considerable en la parte superior de los toldos utilizados para crear sombras en el piso más bajo del atrio correspondiente a la zona de ocupación. La escala de colores de esta representación del campo de temperaturas varía entre los  $26^{\circ}C$  (azul oscuro) y los  $40^{\circ}C$  (rojo).

## Inercia estructural y Ventilación Nocturna

Se efectuó una evaluación del impacto de la capacidad de almacenamiento térmico de la estructura del edificio en el retardo de la punta de carga máxima de refrigeración.

Del estudio realizado en relación al impacto de la Ventilación Nocturna, se comprueba que está directamente relacionado con la capacidad de extracción y rechazo de la carga térmica remanente, en la situación de verano, después de la salida de los ocupantes, lo que para un edificio típico de oficina sucede entre las 18 y las 19 horas. El efecto comprobado se traduce en la reducción de cerca de 0,5 a 1°C, en la temperatura del aire.

El sistema de Gestión Técnica Centralizada controlará la utilización de estas funciones teniendo en consideración el diferencial existente entre las temperaturas del aire exterior y del aire interior en determinadas zonas de control seleccionadas.

### Consumo de energía.

Con el objetivo de predecir el consumo energético asociado a las Opciones Técnicas asumidas en la concepción de las Instalaciones, se desarrolló una simulación analítica de los consumos anuales de energía térmica de refrigeración y de calefacción, cuyos resultados se presentan en los cuadros de las figuras siguientes:

La simulación fue efectuada en términos comparativos entre el funcionamiento del sistema proyectado (B) y el de un sistema convencional (A) de las siguientes características:

- Distribución de aire en nivel superior (mezcla)
- Recirculación parcial del aire insuflado.
- No aprovechamiento del "free-cooling".

Las columnas de los gráficos presentados se refieren de izquierda a derecha a:

- Potencia Térmica Instalada.
- Energía Térmica Consumida (porm<sup>2</sup>)
- Caudal de Aire Insuflado.
- Caudal de Aire Exterior.
- Energía Térmica consumida anualmente.

La escala de referencia de los gráficos es en porcentaje comprobándose indicadores más favorables para los sistemas descritos en este estudio representados por las barras azules en el cuadro referente al calentamiento y por las barras lilas en el cuadro referente a refrigeración.

Se presentan los siguientes valores de referencia obtenidos para la solución construida (Sistema B):

- Área climatizada: 8.000 m<sup>2</sup>.
- Potencia de Calefacción Instalada: 301 kW.
- Potencia de Refrigeración Instalada: 480 kW.
- Energía de calor consumida: 5 kWh/m<sup>2</sup>año.
- Energía de refrigeración consumida: 28 kWh/m<sup>2</sup>año.
- Energía eléctrica de iluminación: 18 kWh/m<sup>2</sup>año.

En la figura 3 se presentan en diagramas polares las evoluciones diarias comparativas, de la potencia de calefacción y de refrigeración, entre los sistemas (proyectado y convencional) para la situación de proyecto, en un día de invierno y en un día de verano, respectivamente.

### Impacto Ambiental.

Además de las ventajas ambientales inmediatas en la explotación del edificio debidas al aprovechamiento del potencial energético pasivo y a la baja utilización de energía convencional, se deriva del ahorro energético una importante reducción de emisión de contaminantes atmosféricos.

### Energía Térmica Utilizada (MJ/año)

	Calefacción	Refrigeración
Edificio Sede	144.000	806.400
Edificio Ref.	374.400	4.924.800
Diferencia:	-230.400	-4.118.400

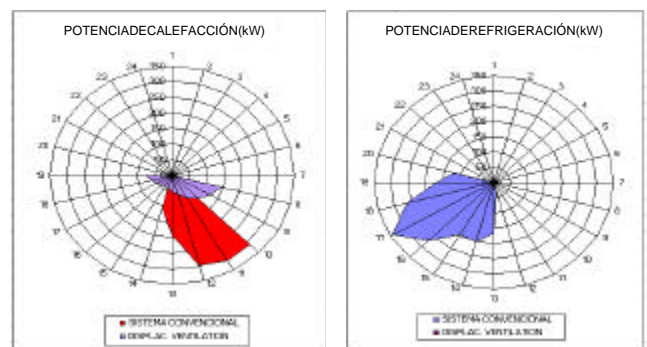
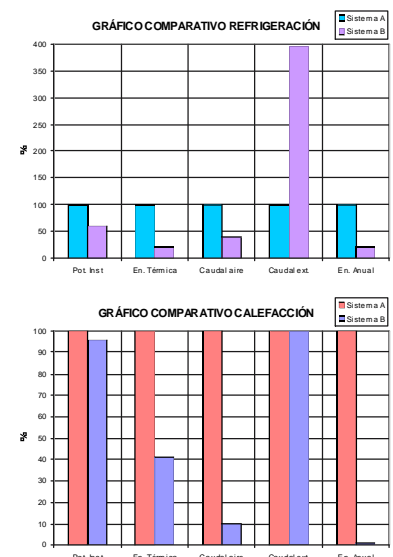


Figura 3

La facilidad que representa la conexión a la red de "District Heating" y "District Cooling". Por no tener que dirigir una central de producción de fluidos térmicos no son fácilmente cuantificables pero cooperan a una mayor fiabilidad y sencillez de conducción de las instalaciones técnicas.

La Central Térmica General de la Expo'98 se basa en las tecnologías de Cogeneración de Energía asociada a la producción de frío con ciclo de absorción (brLi) y ciclo de compresión a amoníaco (NH<sub>3</sub>) por lo que presenta un ODP 0 (Factor de destrucción neta de Ozono).

## PROGRAMAS DE FINANCIACION

Los programas de financiación en cuanto a incentivos a la Utilización Racional de Energía a que el propietario del edificio presentó candidatura fueron:

JOULE/Thermie en el ámbito de la Unión Europea.

Energía/SIURE patrocinada por el Ministerio de Industria y Energía de Portugal cofinanciada por la Unión europea. Las candidaturas fueron bien recibidas siendo las cantidades atribuidas a fondo perdido y en el valor aproximado de:

JOULE/Thermie: 281.250 USD

Energía/SIURE: 218.750 USD

## LAS HERRAMIENTAS UTILIZADAS

Los estudios efectuados se refieren a dos tipos diferentes de análisis.

Para el Análisis térmico se utilizó un "Software" específico - TAS- basado en el modelado matemático tridimensional de la arquitectura al cual se asocia la información relevante de la que se destacan:

- Clima
- Características térmicas de los materiales envolventes.
- Horarios de funcionamiento.
- Disipaciones térmicas internas.
- Regímenes de ventilación.

El análisis de los Campos de Velocidad y Temperatura del aire se efectuaron mediante módulo CFD "Computational Fluid Dynamics" incorporado en el "Package" de TAS.

Para las simulaciones de Consumo de Energía se desarrollaron específicamente Rutinas y Hojas de Cálculo.

## CONCLUSIONES

La integración de intervenciones pasivas en la construcción y la coordinación de estos sistemas activos cuidadosamente seleccionados y dimensionados, determinan inequívocamente la obtención de mejores condiciones de confort para los ocupantes de edificios así como reducciones substanciales de los consumos de energía y de las emisiones de polución atmosférica.

### DEL GRUPO JG

JG & Asociados, SA ha realizado para Retevisión el proyecto de control de 24 centrales y 38 Puntos de presencia.

Está realizando para la Caixa de Catalunya, junto con el arquitecto Pere Juanola, el nuevo edificio de servicios y aparcamiento a construir en el Centro Tecnológico de Prat de Llobregat.

Haganado, conjuntamente con Dionisio Hernández Gil, el concurso para el proyecto de la Biblioteca de Guadalajara para el Ministerio de Cultura.

DB Asociados, SL está realizando para la constructora ACS los siguientes trabajos:

- Ampliación Parlamento Vasco en Vitoria
- Universidad Juan Carlos en Alcorcón, Madrid.
- Estadio Olímpico de Sevilla
- Hospital Insular de Las Palmas de Gran Canaria
- Edificio Presidencia Cabildo Insular en Sta. Cruz de Tenerife

IRCO Iranzo Consultores, SL han ganado el concurso de redacción de proyecto de climatización y gestión de instalaciones de la Ciudad de la Justicia de la Comunidad Valenciana.

La facturación del Grupo JG en 1997 fue de 644 millones de pesetas.

### DEL INTERNATIONAL Q-GROUP

Se celebró durante el pasado 29 de Mayo el encuentro semestral del International Q-Group en Dresden (Alemania), constatándose el buen momento general en toda Europa. La próxima reunión será en Lisboa, aprovechando la celebración de la Expo '98.

### DE LM Projecto e Gesta o de Instalações Especiais

Miembro portugués del International Q-Group que ha realizado el proyecto y dirección técnica de todas las instalaciones eléctricas y mecánicas del Edificio Sede de la Expo '98.

### AGRADECIMIENTOS

Por el apoyo y por la confianza demostrada a:  
ARQ IIII-ARQUITECTURO PARQUE EXPO-98  
Núcleo de energía Roger Preston & Partners Consultores



**GRUPO JG**  
INGENIEROS CONSULTORES

Miembro de



Barcelona (93/4191855) Sevilla (95 / 445 86 32)  
Madrid (91/4576305) Valencia (96/3930817)  
Palma de Mallorca (971 / 45 68 65) Zaragoza (976 / 235363)  
San Sebastián (943 / 31 30 16)

grupojg@grupojg.com