

EDIFICIO BIOCLIMATICO SEDE FUNDACION METROPOLI

ecobox

ARQUITECTOS: Angel de Diego - Alfonso Vegara - Vicente Olmedilla

OCTUBRE 2.004

FUNDACION METROPOLI - AVDA.BRUSELAS, 28, ALCOBENDAS , 28108, MADRID -

El edificio sede de la Fundación Metròpoli en Madrid, diseñado con carácter experimental, trata de integrar dos criterios fundamentales: la creación de un lugar para la innovación y la creatividad con gran protagonismo de la arquitectura y el compromiso bioclimático.



NIVEL 2



NIVEL 1



NIVEL 0

El diseño del edificio se plantea mediante criterios arquitectónicos, instalaciones bioclimáticas y sistemas constructivos que fomentan el ahorro y la eficiencia energética.

El objetivo era crear un edificio experimental, que apostara claramente por la innovación y la sensibilidad en materia de sostenibilidad energética, siempre bajo pautas de construcción sana.

El edificio dispuesto en tres niveles se compone de grandes espacios diáfanos y multifuncionales dispuestos todas entorno a un atrio o calle central de dos y tres plantas de altura que articula las piezas del programa.

En la planta de acceso desde la calle - nivel 1- se ubican talleres dedicados a la investigación urbanística e incubación de ideas para el desarrollo de las. En el nivel 0, con acceso directo desde la parcela, el espacio es unitario y se destina al concepto de arte y territorio. Por último, en el nivel 2 se sitúan espacios más privados y de menor escala también destinados a la investigación.

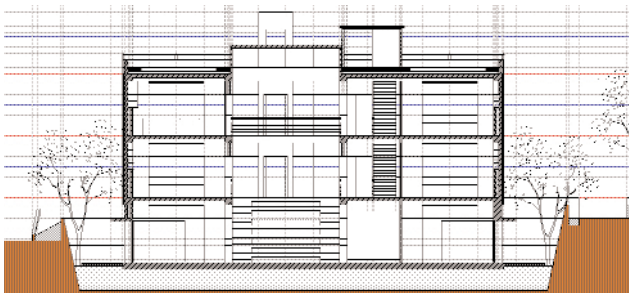
La arquitectura del edificio.

Fusión de espacios.

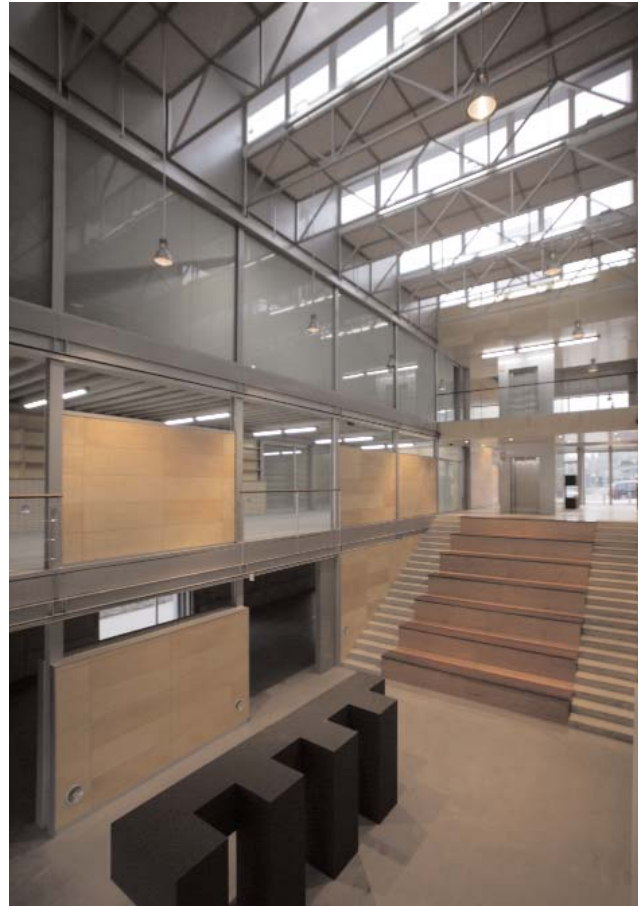
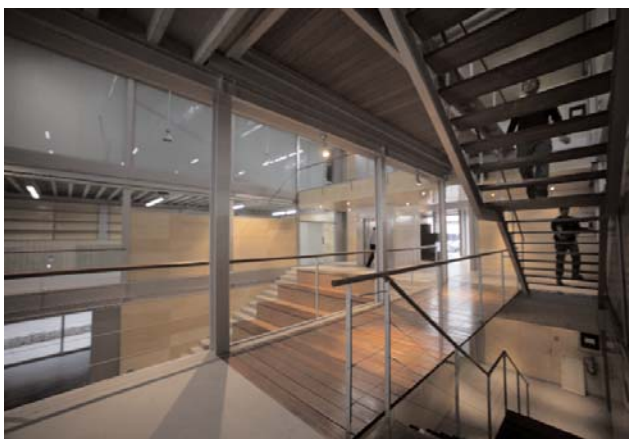
El edificio interpreta espacialmente el compromiso con la innovación a través del diseño de lugares de encuentro y de la interacción visual y funcional de todos los espacios que componen la Eco-Box. Desde el punto de vista climático el edificio es también una unidad interconectada. Un espacio de fusión al servicio de la creatividad y la innovación.

La luz

La luz es el eje central del proyecto. Los lucernarios del atrio, que son al mismo tiempo captadores energéticos, introducen la luz de forma tamizada en el corazón del edificio e iluminan los espacios de trabajo. La distribución de huecos en fachada se ha establecido en relación con las necesidades específicas de los diferentes espacios. Las lamas eléctricas exteriores matizan la luz con una segunda piel lo que permite una protección del edificio de la radiación solar directa en verano y también de las inclemencias en invierno.



SECCIÓN TRANSVERSAL



El atrio

Es el elemento central del proyecto. Es un espacio abierto que conecta todas las dependencias y que simplifica la comprensión del edificio en su conjunto. Su esencia es la escala, el espacio, la transparencia y la luz. Es un lugar de encuentro, de reuniones importantes, de celebración, de comunicación y de intercambio.

La piel del edificio

La EcoBox se muestra al exterior con la geometría clara de un prisma rectangular de elementos tectónicos - piedra y hormigón- modulados por una estructura metálica sencilla y horadados por cajas de luz - vidrio- tamizadas por lamas metálicas.

Flexibilidad

El edificio adopta una forma geométrica muy sencilla y modulada que permite diversas disposiciones y usos. Se parte del convencimiento de que la innovación se produce en la intersección de disciplinas diversas y en la confluencia de ideas distintas.

Componentes bioclimáticos: Sistemas Pasivos

1. *Sistemas pasivos: Diseño Arquitectónico*

En el diseño del edificio se ha optado por una serie de soluciones arquitectónicas basadas en conceptos tradicionales y bioclimáticos como la orientación, el control de la exposición solar, la disposición de los huecos en fachada, etc que permitan un adecuado control térmico del edificio.

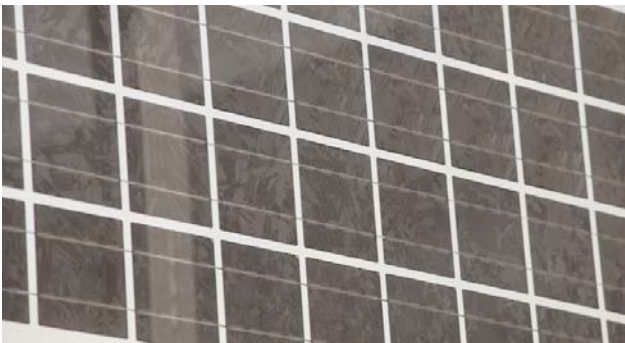


Todos los huecos exteriores se protegen de la exposición solar directa mediante lamas metálicas orientables accionadas mediante células eléctricas con el fin de que gradúen el paso de la energía solar en función de las necesidades energéticas de los espacios.



Existen captadores energéticos que también actúan como lucernarios en la cubierta, protegidos por cornisas con el vuelo adecuado para permitir el paso del calor en invierno e imposibilitarlo en verano.

Los vidrios y carpinterías proporcionan un gran aislamiento y control solar.



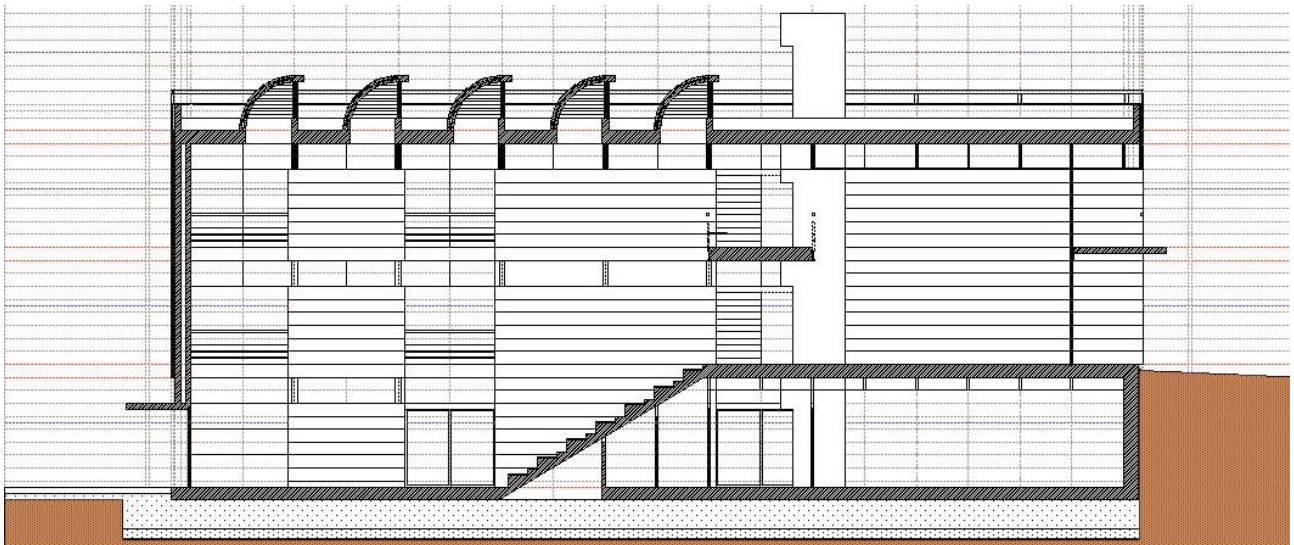
Se utilizan siempre materiales de construcción denominados sanos, reciclables, naturales, tradicionales y en cuyo proceso de fabricación exista un ahorro energético importante. Se prohíben materiales como el PVC, plásticos diversos, así como otros que, por su impermeabilidad, dificulten el correcto funcionamiento energético.



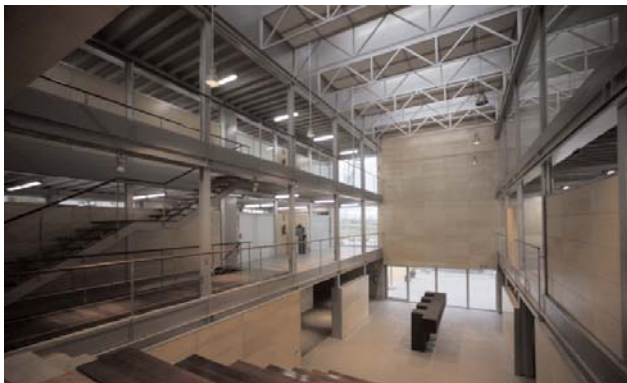
2. *Sistemas pasivos: Almacenes energéticos*

Todos los planos o cerramientos que conforman los espacios interiores del edificio están compuestos por grandes masas para conseguir una notable disminución de los requerimientos energéticos del edificio y unas condiciones naturales óptimas de confort.

Estas masas, compuestas por materiales como gravas, hormigón, etc ...con gran inercia térmica, actúan como acumuladores de energía - frío o calor según la época del año - y transmisores, cuando las necesidades climáticas lo requieren, de dicha energía a los espacios interiores.



SECCIÓN LONGITUDINAL



A continuación se describen de manera resumida los almacenes energéticos propuestos:

- Subsuelo: Gran masa de gravas, arlita y áridos, estando todo el conjunto perfectamente aislado e impermeabilizado
- Fachadas: Muros de doble hoja de hormigón - en bloque o visto - con relleno intermedio de grava
- Revestimiento: fachada ventilada de Piedra natural
- Cubiertas: Ventiladas, con gran masa de gravas y fuerte aislamiento

Componentes bioclimáticos: Sistemas Activos

3. *Sistemas Activos : La ventilación y la energía geotérmica*

El sistema de ventilación es un factor clave para conseguir una gran sensación de confort térmico en los diferentes espacios del edificio a través de la aportación y renovación de aire del exterior, acondicionado de forma natural y sin grandes necesidades energéticas.



Se plantean dos tipos de ventilación:

- Edificio en sobrepresión: ventilación o renovación del aire de los espacios de forma permanente y controlada según las diferentes condiciones ambientales, introduciendo aire exterior que previamente ha sido acondicionado de forma natural al circular por canalizaciones integradas en el gran almacén energético del subsuelo.
- Ventilación de almacenes energéticos: Se pretende acondicionar los muros de cerramiento exterior de fachadas y suelos de forma que estas grandes masas puedan actuar como almacenes energéticos a través del aire procedente de los dispositivos de ventilación anteriormente mencionados.



La energía geotérmica del subsuelo se transmite al almacén energético situado bajo el edificio y, desde éste, se introduce a los espacios interiores y cerramientos exteriores mediante un sistema de canalizaciones por las que circula aire procedente del exterior, previamente impulsado por pequeños ventiladores existentes en los elementos de captación dispuestos en los patios ingleses de la edificación.

4. *Sistemas Activos : Energía Fotovoltaica*

La instalación dispone de paneles fotovoltaicos que actúan como generadores naturales de energía eléctrica de cristal-cristal de gran rendimiento colocados verticalmente como un muro cortina de vidrio azulado en la fachada sur.



Esta instalación, compuesta por 24 módulos glass-glass policristalinos capaces de generar 2,189 KWp está conectada de forma independiente a la red eléctrica -en baja tensión- a través de un inversor capaz de convertir la corriente continua procedente de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna.

Se estima una producción eléctrica anual de 1.361 KWh , y se considera una producción útil - 30 años- de 40.830Kwh.

5. *Sistemas Activos : Energía Solar*

Actualmente las calderas son responsables en buena medida de las emisiones de gases contaminantes y de las numerosas partículas en suspensión que contaminan de forma notable el área metropolitana de Madrid.

El planteamiento de nuestro diseño del sistema de producción de Calefacción, Refrigeración y ACS ha sido el de garantizar el máximo confort y economía del usuario, compatible con el mayor ahorro energético y la protección del medio ambiente, cubriendo las necesidades mediante la combinación de una caldera de gas de alto rendimiento con sistemas solares que aprovechan eficientemente la energía gratuita que el sol nos envía.

La instalación dispone de 72m² de colectores solares de vacío de alta tecnología Vitosol 200 (con una orientación de 5° con respecto al sur), colocados en la cubierta del edificio. La opción con colector de vacío se ha escogido por las siguientes razones:

- Maximiza el aporte solar global, con la consecuente reducción de emisiones contaminantes.
- Es la opción más eficiente desde un punto de vista energético.
- Es la opción más estética,



promoviendo así la implementación en Madrid de la energía solar.

Estos colectores calientan el agua que se acumula de forma centralizada en dos tanques (6000 litros), que reciben el calor solar por medio de un intercambiador de placas externo.

Dependiendo del tipo de demanda el agua caliente acumulada en los tanques se utiliza directamente para la calefacción y el agua caliente sanitaria en invierno o bien para la refrigeración en verano, a través de una máquina de absorción capaz mediante procesos químicos relativamente sencillos, de transformar el agua caliente -70 °C- en agua fría - 8°C.



Se controla de forma electrónica la climatización en función de las demandas energéticas de los espacios interiores, las condiciones térmicas exteriores y la energía acumulada en los depósitos procedentes de la energía solar. También se controla estancia por estancia las temperaturas de rocío, con el fin de evitar condensaciones en los circuitos del agua radiante.

INSTALACIÓN ACS, CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN. FUNDACIÓN METRÓPOLI MADRID.

APORTE ENERGÉTICO CON ENERGÍA SOLA

DISPONIBILIDAD SOLAR Y DEMANDAS TÉRMICAS

	Radiación Solar Disponible. Orientación Sur, inclinación 25° (kWh/m ²)	Demanda Calefacción kWh	Demanda Refrigeración kWh	Demanda de calor para Refrigeración kWh	Demanda ACS kWh
Enero	73.8	11542.7	12.9	0.0	108.5
Febrero	95.1	8077.9	279.0	0.0	108.5
Marzo	151.3	6708.5	2670.6	0.0	108.5
Abril	172.5	3865.2	3315.4	5100.7	108.5
Mayo	186.4	0.0	8727.4	13426.8	108.5
Junio	188.9	0.0	12646.2	19455.6	108.5
Julio	213.7	0.0	16358.2	25166.4	108.5
Agosto	205.7	0.0	16192.4	24911.3	108.5
Septiembre	163.2	0.0	11607.3	17857.4	108.5
Octubre	124.2	1619.9	4827.7	2713.9	108.5
Noviembre	82.5	8755.6	155.1	0.0	108.5
Diciembre	80.6	11729.7	14.5	0.0	108.5
 anual (kWh-año)	1738.0	52299.4	76806.8	108632.1	1302

Datos de partida: a partir de la información suministrada por la propiedad y teniendo en cuenta la naturaleza bioclimática del edificio (La demanda de calor para refrigeración se ha calculado con el criterio de que la carga de refrigeración se cubre con la máquina de absorción con solar apoyando a la caldera existente)

Con esta instalación solar se ahorrarán un total de 57533 kWh/año, lo que representa un 60% de la energía total necesaria, evitando la emisión de 287,375 Kg de Co2 (130.625 árboles o 31.10 Hectáreas de bosque equivalentes -Co² acumulado en 25 años-) y otros gases contaminantes.

**Aporte Solar de la instalación de 72m2 de colectores
Vitosol 200 -Orientación Sur, inclinación 25°**

	Ahorro energético con la instalación solar kWh	Cobertura de la demanda de calor con la instalación solar
Enero	2838.1	24%
Febrero	3586.0	44%
Marzo	5102.3	75%
Abril	5252.8	58%
Mayo	5420.9	40%
Junio	6610.1	34%
Julio	6830.4	27%
Agosto	5920.5	24%
Septiembre	4849.0	27%
Octubre	4442.3	100%
Noviembre	3842.1	43%
Diciembre	2838.1	24%
Anual (kWh-año)	57533	44%

AHORRO DE EMISIONES DE CO².

La instalación de un sistema solar en la Fundación Metrópoli, además de ahorro energético, producirá una gran reducción de las emisiones producidas al entorno. En la siguiente tabla se presenta el cálculo de los Kg. de CO² que se dejarán de emitir gracias al sistema solar.

Tabla de equivalencias del Ahorro energético

Ahorro energético anual - Energía	57533	kWh/año
Ahorro anual de emisiones - kg de CO2	287375	kg (CO2) /año
Ahorro energético 25 años - Energía	1438.3	Miles de kWh
Ahorro anual de emisiones 25 años - kg de CO2 (*)	7184.4	Toneladas de CO2
Reducción Emisiones en Coches anuales equivalentes ***	71.3	coches/anuales
Reducción Emisiones en km equivalentes de coches nuevos (CO2 evitado en 25 años) **	59869.8	Miles de km con coches nuevos
Árboles equivalentes (CO2 acumulado en 25 años) ***	130625	árboles
Bosques equivalentes (CO2 acumulado en 25 años) ***	31.10	Hectareas de bosque

*EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook (SNAP-97)

** Comisión Europea. Objetivo 2005

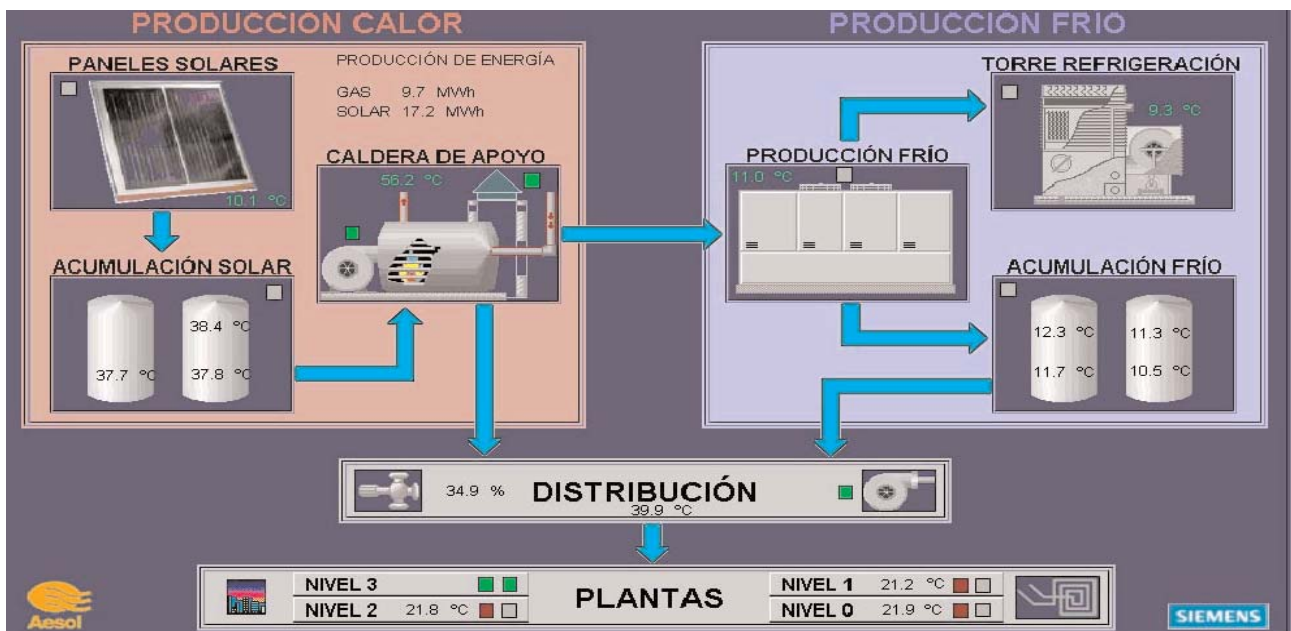
*** ECCM Edinburgh Centre for Carbon Management

6. *Sistemas Activos: Suelo Radiante*

Al objeto de proporcionar al edificio una temperatura agradable que permita realizar las distintas tareas en un ambiente cómodo y confortable, se plantea la climatización (frío - calor) de los espacios mediante un sistema de calefacción y enfriamiento por suelo radiante.

El suelo radiante permite el suministro de frío o calor a través de una recirculación del agua por las tuberías, en invierno con agua caliente procedente directamente de los paneles solares y acumuladas en tanques solares, y en verano con esa misma agua enfriada mediante una máquina de absorción, con apoyo en ambos casos de una caldera de gas.

Se dispone, por tanto, una caldera y un acumulador para la producción de ACS, y paralelamente un sistema de paneles solares, con capacidad para el suministro del 100% del consumo de ACS y de un 60% del consumo para calefacción y refrigeración.



Desde los equipos de producción de frío y calor, a través de tubería doble, (impulsión y retorno), se distribuye agua a cada uno de los circuitos de suelo radiante para aportar las calorías / frigorías necesarias en cada dependencia, según la demanda de las mismas, impulsando este agua mediante bombas de características adecuadas en cuanto a caudal y régimen de temperatura de la instalación.

Todos los circuitos de suelo radiante, van a estar dotados de sistemas individuales de control de temperatura, al objeto de climatizar de forma independiente cada una de los espacios en función de sus necesidades.

El sistema de refrigeración por suelo radiante consiste en enfriar el pavimento del local a tratar con el fin de reducir su temperatura ambiente. Este pavimento frío absorberá radiaciones emitidas por los demás paramentos estructurales (suelo y paredes); esto originará una reducción de la temperatura superficial de estos paramentos que originará el efecto deseado al descender la temperatura ambiente del local.

Este sistema es óptimo para el suelo radiante al aprovechar los mismos paneles emisores para calefactar en invierno y para refrigerar en verano.

Este uso compartido reduce los costes conjuntos de instalación además de ofrecer una serie de ventajas claramente constatables:

Drástica reducción del movimiento de aire dentro de local a refrigerar

Los clásicos sistemas de refrigeración se basan en la convección forzada de grandes volúmenes de aire tratado. La velocidad del aire impulsado al interior del local, junto con el descenso de su humedad relativa, origina un elevado porcentaje de insatisfechos entre los usuarios de estos sistemas, pudiéndose estimar que el grado de confort aumenta con la reducción de la velocidad del aire. Con los sistemas de refrigeración por suelo radiante se consigue un intercambio homogéneo de calor que origina movimientos de aire imperceptibles con el consiguiente incremento en las condiciones de confort percibidas. Se colocan ventiladores en techos para optimizar el movimiento en bucle del aire enfriado de manera que el aire frío no tienda a estratificarse en los niveles superiores.

Refrigeración uniforme

La gran superficie emisora (todo el suelo) implica una homogeneización de la energía aportada. Con esto se consigue una uniforme distribución de temperaturas a lo largo del local a tratar, desapareciendo el fenómeno de zonas calientes y zonas frías dentro del mismo local refrigerado. La falta de uniformidad puede ser causa de dolores musculares, molestias por enfriamiento, calambres, transpiración localizada,...

La reducción de la temperatura del pavimento en los sistemas de refrigeración por suelo trae consigo la necesidad de diseñar la instalación de modo que, maximizando la potencia frigorífica instalada, se eviten fenómenos de condensación sobre el pavimento.

Para evitar estos fenómenos de condensaciones es necesario:

- Instalar sondas de punto de rocío en las zona con mayor riesgo de condensaciones; esta zona es el pavimento más cercano al colector. La sonda, conectada a la bomba de impulsión o a la centralita de regulación, se sobrepondrá a cualesquiera otros controles existentes en la instalación.
- Diseñar correctamente la distancia entre tuberías emisoras y la temperatura de impulsión.

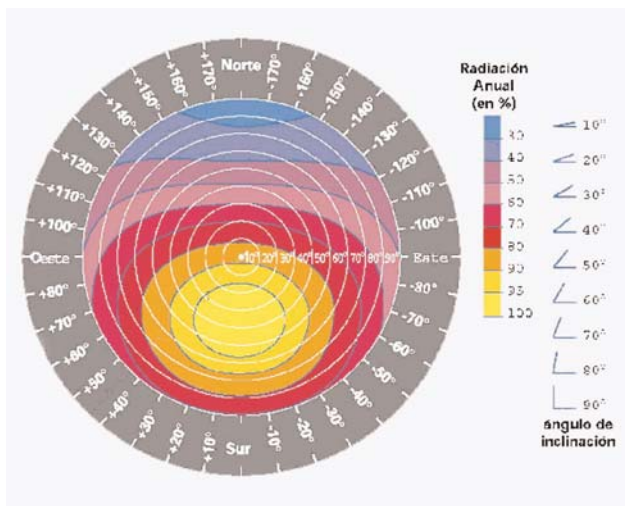
La distancia entre tuberías emisoras será de 15 o 20 cm., dependiendo del uso del local a refrigerar.

La temperatura de impulsión deberá calcularse de tal modo que origine una temperatura del pavimento superior en todo momento a la temperatura de rocío. No se aconseja que la temperatura media superficial del pavimento se sitúe por debajo de los 19°C.

Integración de la energía solar en la edificación



El proceso de integración arquitectónica, estética y constructiva de los sistemas solares se materializa en una propuesta para colocación de los colectores y en la solución de los posibles problemas constructivos que puedan aparecer.



En la propuesta de colocación se han mantenido los ejes principales de la edificación para que la instalación solar resulte armoniosa desde el punto de vista arquitectónico.

Como se puede ver en la siguiente gráfica, esta propuesta de colocación de los paneles, supone una pérdida energética mínima, de un máximo del 5% anual.

En la gráfica se puede ver que para la colocación propuesta:

Inclinación: 25°

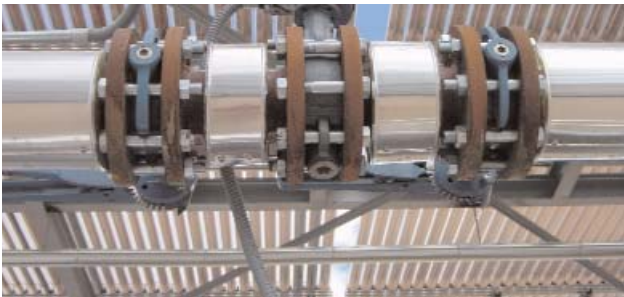
Orientación: 0° con respecto del sur

La instalación tiene gran carácter innovador en la integración arquitectónica en cubierta y fachadas de las instalaciones bioclimáticas.

Se seleccionaron colectores solares térmicos de tubos de cristal al vacío por su alto rendimiento así como por su flexibilidad en la colocación y su estética arquitectónica, ya que aportan una imagen tecnológica muy interesante para la necesaria integración de las instalaciones bioclimáticas en el diseño de los edificios.

Su flexibilidad radica en que pueden colocarse en cualquier posición: horizontal, vertical o inclinada ya que cada colector está compuesto por una serie de tubos de cristal en cuyo interior existe una lama regulable -posiciones de invierno y verano- que capta de forma óptima la energía procedente del sol.

Todas las instalaciones se disponen vistas sobre la cubierta, apoyadas sobre una subestructura metálica que transmite directamente las cargas a los pilares.



Este sistema permite liberar espacios, eliminar ruidos y otras molestias propias de los recintos destinados a cuartos de instalaciones así como facilitar el mantenimiento y registrabilidad de las mismas. Además, en caso de fugas se garantiza la evacuación directa de las aguas generadas a la red de saneamiento.



CÁLCULOS ECONÓMICOS

En la siguiente tabla se observa el coste de la instalación solar, los gastos de mantenimiento y el plazo de amortización previsto para la instalación solar. Para el cálculo del plazo de amortización se han tenido en cuenta los siguientes datos:

Rendimiento de caldera:	96%
Combustible:	gas natural
Precio del combustible:	0,25 euros/m ³
Coste de la instalación solar:	1215,06 euros/m ² .
Costes de mantenimiento solar:	360 euros/año.
Plazo de amortización:	36,3 años
Plazo amortización con subida precio combustible:	27,9 años
Ahorro total conseguido:	58.945,31 euros

Calculo de rentabilidad con el precio del combustible en marzo de 2000

Combustible	Precio de compra pts/m ³ (sin IVA)	PCI kWh/m ³	Rend estacional -	Coste energía auxiliar pts/kwh
Gas Natural	41.70	10.6	75%	<u>5.2</u>

Coste energía auxiliar pts/kwh	Coste del sistema solar pts/m ²	Area de colectores m ²	Años de vida de la instalación años	Producción solar anual kWh/m ²	Gastos de mantenimiento anual pts	Gastos de mantenimiento anual pts/kWh solar
5.2	202169	72	25	799	59832	1.04

Subvención esperada pts/m ²	Coste final del sistema solar pts/m ²	Coste del kWh solar pts/kWh solar	Periodo de recuperación de la inversión Años
35000	167169	9.41	39.9
50000	152169	8.66	36.3

Calculo de rentabilidad con 30% de subida del precio del combustible

Coste energía auxiliar pts/kwh	Coste del sistema solar pts/m ²	Area de colectores m ²	Años de vida de la instalación años	Producción solar anual kWh/m ²	Gastos de mantenimiento anual pts	Gastos de mantenimiento anual pts/kWh solar
6.8	202169	72	25	799	59832	1.04

Subvención esperada pts/m ²	Coste final del sistema solar pts/m ²	Coste del kWh solar pts/kWh solar	Periodo de recuperación de la inversión Años	Ahorro total conseguido pts
35000	167169	9.41	30.7	9807675
50000	152169	8.66	27.9	