

# Un caso práctico. Edificio de 49 Viviendas de Promoción Pública en el Plan Parcial "Oeste de San Fermín" (Madrid)

*Mario Muelas*. Arquitecto, AUIA

*Agustín Mateo*. Arquitecto, AUIA

*Manuel Macías*. Profesor de Ciencias Ambientales. Universidad Politécnica de Madrid  
Valsaín (Segovia), 24-26 de Abril de 2000.

## Índice

1. Introducción.
2. Características arquitectónicas.
3. Tratamiento energético.
4. Tratamiento acústico.
5. Materiales.
6. El agua.
7. Las instalaciones.

## 1. Introducción

La Empresa Municipal de la Vivienda de Madrid (*EMV*) toma la iniciativa de promover Viviendas de Protección Pública (*VPP*) que incorporen todas las medidas viables, constructiva y económicamente, que mejoren la eficiencia energética del edificio, el confort de los usuarios y el respeto al medio ambiente. Para ello habilita un procedimiento especial y desarrolla unas bases para un concurso público a través del cual tres equipos de arquitectos finalmente desarrollen otros tantos proyectos en tres parcelas situadas en San Fermín (concretamente las correspondientes a los números 5, 6 y 15).

Vamos a centrarnos en la exposición del proyecto realizado en la parcela 15 por el equipo de *AUIA* con el objetivo de desarrollar un proyecto de (*VPP*) que contemple medidas de ahorro energético, incremento de confort y de respeto al medio ambiente, dentro del marco económico establecido para este tipo de construcción, y en este caso, en una parcela con fachadas principales orientadas a Este-Oeste y por tanto con problemas de soleamiento, además de los derivados del ruido en la fachada Oeste.

Para hacer frente a los requerimientos del encargo hemos puesto en marcha un procedimiento no convencional en la redacción de proyectos. Consiste en el definido en el programa **C-2000 Integrante Design Process** elaborado por el grupo internacional de *Green Building Challenge* y que contempla:

- incluir un amplio rango de aptitudes técnicas en el equipo de diseño. Desarrollar el proyecto a través de un equipo pluridisciplinar, incorporando expertos en análisis energético de edificios, ventilación natural, etc.
- Incorporar la capacidad de someter el edificio a un análisis energético mediante la simulación energética del mismo.
- Desarrollar los trabajos de equipo desde la fase inicial del diseño conceptual.
- Añadir nuevas funciones al proceso.
- Definir metas de rendimiento al principio del proceso y referirse a ellas durante todo su desarrollo.

Para todo ello se contemplan las siguientes actuaciones:

- primar las medidas de diseño pasivo del edificio que favorezcan el cumplimiento del objetivo fijado; se proponen viviendas pasantes y dúplex en aquellos casos que son posibles, con el objeto de facilitar la ventilación natural de la vivienda, mejorando con ello sus condiciones de confort y consumo energético. Ventilación natural, que se induce mediante la disposición de chimeneas en la fachada Oeste, por efecto de la diferencia de temperatura en las zonas de recorrido del aire y, secundariamente, por el efecto Venturi. Ello ha supuesto, en primer lugar, organizar el edificio en forma de U, lo que permite cumplir con la condición de viviendas pasantes de características similares, y que no disminuya la edificabilidad. Y en segundo lugar, proponer un edificio de gran inercia térmica, lo que requiere:
  - una selección adecuada de los materiales con los que construirlo, tanto exterior como interiormente;
  - el tratamiento diferenciado de las fachadas, en función de sus condiciones de soleamiento, ruido, etc;
  - un incremento del aislamiento de las viviendas y retranqueo de huecos y protecciones en fachadas Oeste y Sur.
- Disminución del consumo energético para calefacción y agua caliente sanitaria mediante el incremento del aislamiento, un sistema centralizado con caldera de gas de alto rendimiento y el apoyo con paneles solares térmicos.
- Disminución de los consumos energéticos derivados de la iluminación, facilitando la iluminación natural y el uso de lámparas de bajo consumo y alta eficiencia en las zonas comunes.
- Empleo de materiales respetuosos con el medio ambiente, procurando especialmente el uso de materiales de la zona, que no requieran gran transporte, y aquellos que no afecten (o lo hagan en la menor medida) a la capa de ozono.
- Mejora de las condiciones acústicas del edificio, cualidad que va aparejada a las medidas a adoptar para lograr la mayor eficiencia energética del mismo.
- Medidas tendentes a disminuir los consumos de agua.
- Gestión integral del edificio que facilite las tareas de gestión del mismo (lo que es especialmente importante en el caso de contener viviendas en régimen de alquiler) y facilitar las tareas de mantenimiento, racionalizando los procedimientos. Este sistema combina las ventajas de las instalaciones centralizadas (rendimiento y ahorro), con la flexibilidad de las instalaciones

individuales (permite la lectura individualizada de los consumos) y la racionalización en la gestión (mediante un sistema informatizado que permite tanto facilitar las lecturas del consumo al usuario, como el control y gestión económica y técnica de la instalación).

## 2. Características arquitectónicas

### 2.1. Enfoques energéticos y medioambientales que condicionan el diseño arquitectónico.

Como bien sabemos, un buen enfoque de eficiencia energética y adecuación medioambiental debe estar presente desde los primeros pasos de la definición de nuestro hábitat, es decir debe formar parte de los objetivos del planeamiento urbanístico que delimita las características básicas de la edificación.

No se ha producido así en nuestro caso: la forma, dimensiones y orientación de la parcela (que parece predeterminar una tipología de bloque rectangular de doble crujía con patio interior en el que su eje longitudinal está orientado en dirección Norte-Sur) establecen unas condiciones de partida negativas para el rendimiento energético y la adecuación medioambiental.

Las únicas alternativas que veíamos posibles para eliminar una de sus características más negativas (los patios interiores de luces), teniendo en cuenta la normativa urbanística de la parcela, eran, o bien la creación de dos bloques de planta cuadrada en los extremos de la parcela, o la formalización en "C" del edificio.

Figura 1: Características del planeamiento y propuesta.

La elección de esta última forma se debe a las siguientes consideraciones:

- la disposición de las fachadas en esta tipología permite con mayor facilidad la ventilación cruzada opuesta en la mayoría de las viviendas.
- Posibilita una distribución del edificio que reduce los núcleos de comunicaciones verticales.
- El patio abierto hacia el Este se une con el espacio libre de la parcela 14 dando mayor amplitud de vistas a las estancias abiertas a esta orientación.

Solventados algunos de los problemas que presentaba la parcela, quedaba aún el principal, tanto desde el punto de vista de la eficiencia energética del edificio como del confort en cuanto al aislamiento acústico: la orientación Norte-Sur de su eje longitudinal determinaba la apertura de la fachada principal del edificio al Oeste, por donde transcurre la autopista.

La optimización de la ventilación cruzada Este-Oeste se convertía pues en unos de los objetivos básicos del edificio desde el punto de vista de la eficiencia energética, lo que se consigue fundamentalmente con la construcción de un conjunto de chimeneas solares o convectivas que fuerzan esta ventilación cruzada favorecida por el diseño tanto de las carpinterías interiores (con montantes superiores y rejillas inferiores en todas las puertas) como de las exteriores.

Figura 2: Esquema de funcionamiento.

La tipología de dúplex escogida para las viviendas del cuerpo central del edificio también favorece este movimiento de aire, necesario para el acondicionamiento térmico del edificio.

La acción de acondicionamiento térmico que produce esta ventilación cruzada se acompaña con el aislamiento que, hacia el Oeste, suponen las celosías verticales que corren por delante de los huecos abiertos a esta orientación.

Estos huecos, por otra parte, se encuentran retranqueados respecto a la línea de fachada que marcan las chimeneas solares, con lo que dichas chimeneas actúan también como *Brise Soleil*[1].

Figura 3: Vista de las fachadas Oeste y Sur.

Creemos que esta disposición de la fachada Oeste, con el aislamiento acústico suplementario que suministran las chimeneas convectivas, el retranqueo de huecos y las celosías, unido al aislamiento especial del acristalamiento, aminora en gran medida el impacto de la autopista sobre el edificio.

El elemento que caracteriza la fachada Sur es el vuelo para eliminar los rayos verticales de esta orientación en verano. Estos vuelos se acristalan en la zona de los estares sirviendo de acumuladores de calor en invierno (ver Figura 3).

En la fachada Norte se ha disminuido el tamaño de las ventanas y se ha introducido un mirador con doble carpintería al estar que, manteniendo un nivel de apertura grande, se abre en los áticos a esta orientación.

La fachada Este se caracteriza por las balconadas que corren por delante de los dormitorios de los dúplex y por la carpintería específica con rejillas incorporadas que permiten la regulación de las ventilaciones cruzadas en los corredores.

Figura 4: Vista de las fachadas Norte y Este.

Para incrementar el aislamiento en cubierta hemos ubicado por encima del ático los trasteros, cubriendo el conjunto del bloque con una cubierta ligera.

Toda la fachada es ventilada, consta de un panel prefabricado ligero en la parte exterior y cerramiento cerámico al interior para aumentar la inercia térmica del edificio, aspecto fundamental para que el sistema de ventilación cruzada apoyado por las chimeneas solares tenga sentido.

Esta necesidad de incrementar la inercia térmica del edificio ha condicionado aspectos básicos estructurales y constructivos del mismo. La estructura es de muros y losas de hormigón, haciéndose coincidir en lo posible dichos muros con los paramentos de separación entre las distintas viviendas; del mismo modo se ha incrementado la masa de los muros que delimitan las escaleras de los dúplex.

Figura 5: Detalle de fachada ventilada.

## **2.2. Distribución y tipología de viviendas.**

El edificio consta de planta baja y siete plantas de pisos, más los trasteros y algunos cuartos de instalaciones que se sitúan bajo cubierta. Bajo nivel de calle se construyen dos plantas de aparcamientos. Bajo rasante se ubican también los cuartos de calderas de la calefacción, el grupo de presión y los cuartos de instalaciones de comunicación.

Las comunicaciones verticales se agrupan en dos núcleos situados en los ángulos interiores de la C, que sirven cada uno a las dos viviendas por planta de cada uno de los cuerpos laterales del bloque "E", indistintamente, a los dúplex del cuerpo central, mediante las galerías situadas en las plantas primera, cuarta y sexta.

Figura 6: Plantas del edificio.

### 3. Tratamiento energético

#### 3.1 Bases Climáticas

Los datos climáticos en los que se basan los cálculos realizados corresponden a un año tipo elaborado a partir del código **METEONNORM**, basados en los datos de temperatura y radiación media mensual diaria.

Datos Medios Mensuales:

- Latitud: 40,31 Grados.
- Altitud: 617 metros.
- Velocidad y dirección del viento dominante: 3m/s (NO)
- N. de días de lluvia: 99.
- N. de días con nieve: 4,2.
- N. de días cubiertos: 83.
- N. de días con heladas: 49.

Temperaturas:

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Media mensual diaria .C	5.0	7.2	9.6	11.9	16.0	21.0	24.9	24.5	20.9	15.0	9.3	6.1
Rango de oscilación térmica	9.1	10.0	11.3	11.4	12.7	13.8	14.2	15.0	13.5	11.5	9.5	8.7

Radiación:

R. global sobre sup. horizontal	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
kWh/m <sup>2</sup>	2.08	2.87	4.26	5.44	6.53	7.25	7.65	6.7	5.28	3.58	2.39	1.84

Grados día (15/15):

DD15/15	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
N.	288	234	197	108	42	2	0	0	4	48	108	296

#### 3.2 Principios Bioclimáticos Aplicados

Durante la fase inicial del proyecto básico se atendieron al mismo tiempo que los aspectos formales del edificio, aquellos específicos del cumplimiento de los requerimientos del programa establecido por la *EMV*, así como los exigidos por la normativa correspondiente a las viviendas *VPP*. Se trataron globalmente todas las medidas dirigidas a mejorar la eficiencia energética, el confort y el respeto al medio ambiente.

Básicamente se propone un edificio con gran inercia térmica. De esta manera en invierno se mejora su comportamiento, de un lado, utilizando materiales de baja conductividad en elementos de muros exteriores y diseñando los huecos en fachada para captar el máximo de energía solar; y de otro lado, aprovechando la combinación de un sistema de calefacción a baja temperatura, exigido por la propiedad, con un sistema de gran inercia interior que permita suavizar la demanda y acoplarla en la mejor medida a la evolución de la temperatura exterior. Al mismo tiempo, durante el verano, aprovecha la ventilación nocturna como sistema de enfriamiento pasivo. Con todo ello se consigue además incrementar el confort de los usuarios.

### 3.2.1 En invierno.

Las bases de diseño del edificio y sus instalaciones se establecen para conseguir un ahorro de energía en calefacción y agua caliente sanitaria mediante las siguientes actuaciones:

- fachada ventilada formada por placa de cemento con fibras de celulosa (tipo *Naturvex* de uralita); cámara de aire y aislante proyectado sobre muro interior de ladrillo tosco.
- Forjados de losa de gran inercia y muros de separación de viviendas en hormigón, con las mismas propiedades que el forjado.
- Tratamiento diferencial de fachadas:
  - sur: galería acristalada «*Sun Space*» para conseguir la máxima ganancia solar en las zonas próximas a la galería.
  - Norte: disminución de huecos.
  - Oeste: situación de las chimeneas convectivas.
  - Este: galería acristalada con comunicación con las zonas interiores mediante grandes rejillas, que a su vez son utilizadas en verano como sistema de refrigeración natural.
- Diseño de un sistema de calefacción a baja temperatura por suelo radiante. Este sistema, combinado con un edificio de gran inercia (> 500 kW/C), permite, mediante un sistema de gestión energética, diseñar una estrategia de operación que posibilite un considerable ahorro de energía, consiguiendo a la vez una mejora del confort térmico de los usuarios.
- Instalación de paneles solares que, de manera centralizada, permitan suministrar del orden del 66% de la demanda del agua caliente sanitaria.

El funcionamiento del sistema en invierno vendrá definido mediante el diseño de una estrategia que permita combinar la inercia del edificio, las ganancias solares y la temperatura de suministro del agua de calefacción durante el período de funcionamiento del mismo.

### 3.2.2 En verano.

Dadas las características de la parcela, con orientación principal Este-Oeste, se propone un diseño que permita un enfriamiento pasivo. Éste se basa en dotar al edificio de gran inercia térmica y de enfriamiento nocturno. Esto se consigue mediante el diseño de unas chimeneas solares que actúen como colectores solares acumulando la energía solar incidente desde las 15:00 a las 21:00, hora local, y descargando posteriormente dicha energía durante las horas nocturnas, (de 00 a 8:00 horas). De esta forma se provoca un «tiro» o movimiento convectivo que hace circular el aire exterior hacia el interior de la vivienda, enfriando la masa de forjados y muros interiores de gran inercia, hasta unos 3 grados por debajo de la temperatura adquirida durante el día.

Durante las horas de carga, el colector-chimenea se mantiene cerrado en la parte superior y la energía solar incidente se invierte en aumentar la temperatura de la chimenea, construída de hormigón de alta densidad ( $2400 \text{ kg/m}^3$ ) y una capacidad calorífica de  $0.920 \text{ kJ/kg.C}$ .

Figura 7: Evolución de la temperatura del estar, chimenea y ambiente exterior.

La capacidad calorífica de la chimenea es de  $1200 \text{ kJ/C}$ . La simulación del comportamiento de la chimenea para las condiciones de un día tipo de julio se muestra en la fig 8.

Figura 8: Esquema de ventilación nocturna.

La temperatura que alcanza la chimenea a las 24:00 horas es del orden de  $48 \text{ .C}$  para las condiciones de temperatura y radiación correspondientes a un día tipo de julio. A esta hora, cuando la temperatura exterior es de  $24 \text{ .C}$ , la chimenea se abre y provoca un movimiento convectivo del aire, y como consecuencia del «tiro» generado, se hace circular el aire exterior al interior de la vivienda, hasta que la temperatura de la chimenea se acerca a la temperatura de la habitación. Durante las horas de enfriamiento de la chimenea, la circulación del aire exterior a través de la vivienda puede llegar a enfriar unos  $3 \text{ .C}$  toda la masa del edificio concentrada en forjados y muros interiores, dependiendo de las condiciones climáticas específicas del día.

Para que este principio funcione correctamente, hemos de permitir la circulación del aire a través del interior de las viviendas y dotar a éstas de un sistema de acumulación de energía de gran capacidad.

La circulación del aire se consigue diseñando el edificio con viviendas pasantes, y en numerosos casos organizadas en dúplex, que facilitan el movimiento de aire durante la madrugada a través de corredores, huecos de escaleras y salón mediante una rejilla abierta en la parte superior de la puerta de entrada. Dicha puerta está situada en la fachada Este y comunica la fachada Oeste del salón con la chimenea. (Ver Figura 9).

La inercia del interior de edificio, concentrada en forjados y muros de separación de viviendas, permite acumular con una pequeña oscilación de la temperatura de  $2$  a  $3 \text{ .C}$ , el calor generado en su interior durante el día así como su evacuación a través de la chimenea durante la noche.

La capacidad térmica de los elementos constructivos diseñados de acuerdo con las características descritas en el punto 2 es de  $400\text{-}500 \text{ kWh/C}$ . Esta capacidad permite absorber la carga de refrigeración, calculada en  $45 \text{ W/m}^2$  de superficie útil, para mantener la temperatura interior por debajo de  $27 \text{ .C}$  durante las horas del día.

## **4. Tratamiento acústico**

El ruido ambiental no sólo afecta a las personas que se encuentran en el ambiente exterior de los edificios sino que también se transmite a través de las fachadas invadiendo la intimidad de los hogares y dificultando las tareas habituales que se realizan dentro de los mismos como la enseñanza, la lectura, la conversación, así como otras vitales como el sueño, etc.

Las condiciones acústicas en edificios forman parte de la mejora del medio ambiente en cuanto a la protección contra el ruido transmitido en edificios proveniente del exterior, y éste es un factor muy importante en el confort y salud de las personas. En documentos nacionales e internacionales ya se contempla la necesidad de conseguir un grado suficiente de protección contra el ruido.

Se puede decir que los **principios del aislamiento acústico** son básicamente tres:

- **La masa.** El sonido del exterior llega al interior del edificio a través del aire, excitado por la vibración de los elementos constructivos que constituyen las fachadas. Cuanto más pesadas son éstas, más difícil le resulta al ruido hacerlas vibrar.
- **La impermeabilidad.** Las pequeñas fisuras pueden tener un gran efecto en el aislamiento global. Los marcos de ventanas deben ser estancos.
- **El aislamiento estructural.** El mínimo contacto posible entre dos superficies proporciona el mayor aislamiento al ruido. Esta separación física se pierde fácilmente por uniones rígidas. Las cámaras de aire en construcciones dobles deberían ser tan anchas como fuera posible.

Centrándonos en la transmisión a través del vidrio los efectos que influyen en el aislamiento acústico de una fachada acristalada son:

- el espesor de los vidrios,
- las láminas entre vidrios,
- el tamaño de la cámara de aire,
- la sustitución del aire por gas en la cámara.

A la vista de estas consideraciones, nuestro proyecto contempla:

- la incorporación de un vidrio auxiliar para favorecer el movimiento de aire y que a la vez cumple las funciones de aislamiento acústico.
- Las lamas que constituyen una doble fachada permiten una masa adicional y, al mismo tiempo, las cámaras de aire en la construcción doble se contemplan como aislamiento estructural.
- La inercia de los muros y su aislamiento térmico.
- Las particiones interiores formadas por pantallas de hormigón de 15 cm.

## 5. Materiales

A pesar de la escasa información sobre este tema y de la previsible falta de productos en el mercado español, se intentarán utilizar materiales con bajo impacto sobre la salud y el medio ambiente. Para la elección de los materiales adecuados debe considerarse el edificio en todo su ciclo de vida (proceso de obtención, producción, distribución, construcción, demolición, y tratamiento como residuo).

En este sentido se propone:

- utilizar polipropileno y polietileno en lugar de PVC en desagües, bandejas, aislamientos de conductores eléctricos, y en otras unidades en las que sea posible;
- no usar materiales y productos emisores de derivados de cloro en aislantes ni en instalaciones;



- usar espuma de poliuretano libre de CFC o productos fluorados;
- utilizar maderas con etiqueta de explotación sostenida;
- utilizar pinturas, barnices y aislamientos sin componentes agresivos para el medio ambiente;
- aplicar tratamientos a los materiales elegidos procurando facilitar, en la medida de lo posible, su reciclaje en el futuro.

## 6. El agua

Cabe destacar la necesidad de racionalizar el consumo de agua, ya que se trata de un recurso natural cada vez más escaso.

Para ello se propone reducir el volumen de agua que se aporta al edificio considerando tanto los consumos, como el diseño de las redes y la utilización de mecanismos de ahorro. Se propone instalar aparatos sanitarios y grifería con sistemas ahorradores de agua.

Además se propone sustituir la centralización de contadores y montantes individuales a viviendas, por una red única de distribución que, partiendo de los grupos de presión previstos, discorra por los patinillos de instalaciones centralizados y registrables hasta las entradas a viviendas.

Un contador de caudal de agua por vivienda mediante pulsos, mide el caudal de agua fría que se ha consumido en la misma.

## 7. Las instalaciones

### 7.1 El sistema de acondicionamiento y los equipos

Juegan un papel muy importante en el consumo energético y por tanto su estudio es fundamental para la elaboración de propuestas de medidas de ahorro.

El sistema de calefacción definido por la *EMV* es un sistema por suelo radiante con agua, con producción de calor para calefacción y producción de agua caliente sanitaria con calderas de gas, y con apoyo de paneles solares para la producción de agua caliente sanitaria.

Se propone una instalación de paneles solares integrados en la cubierta y acoplados al sistema de producción centralizado de agua caliente sanitaria. Dicho sistema está compuesto por 88 m<sup>2</sup> de paneles solares que precalientan el agua en dos depósitos de 3000 y 4000 litros cada uno. Esta instalación permitirá suministrar aproximadamente el 66% de la demanda energética para agua caliente sanitaria.

El proyecto de instalaciones tiene los siguientes objetivos:

- mejorar la efectividad energética del edificio,
- reducir los costos de explotación,
- racionalizar el mantenimiento del edificio.

El sistema que se propone combina las ventajas de las instalaciones centralizadas (rendimiento y ahorro), con la flexibilidad de las instalaciones individuales (permite la lectura individualizada de los consumos) y la racionalización en la gestión (mediante un sistema informatizado que permite tanto facilitar las lecturas

del consumo al usuario, como el control y gestión económica y técnica de la instalación).

## 7.2 El sistema de gestión centralizado y la producción de calor

El sistema lo componen básicamente:

- una sala de calderas,
- un Controlador Microprocesador Librementemente Programable (*CMLP*) por cada portal,
- un Compacto de Sensores y Equipos de Medida (*CSEM*) por cada vivienda,
- una Unidad Central de Lectura y Gestión (*UCLG*).

La sala de calderas, alimentada por gas natural, se encargará de mantener un circuito primario de agua a temperatura constante. Su función es proporcionar el calor necesario, tanto para la producción de agua caliente sanitaria como para la calefacción a las viviendas.

Figura 9: Esquema de calefacción por suelo radiante.

El **Controlador Microprocesador Librementemente Programable**, uno por portal, recoge las informaciones de usos y consumos de cada una de las viviendas de ese portal.

Los **Compactos de Sensores y Equipos de Medida**, uno por cada vivienda y dispuestos para cada vivienda en su rellano de escalera permiten la lectura de los consumos, la regulación de la temperatura y el corte de los suministros de las diferentes instalaciones.

La **Unidad Central de Lectura y Gestión**, con su ordenador, impresora y modem, está conectada con la Sala de Calderas, los CMLP y los CSEM. Dicha Unidad nos permite acceder a todos los parámetros de cada una de aquellas unidades, así como supervisar la totalidad de la instalación desde la oficina de mantenimiento. De este modo se conoce el estado de la instalación y los consumos específicos de cada usuario.

El sistema propuesto permite además sentar las bases para la monitorización del edificio y propone un nuevo protocolo de relación con las compañías suministradoras.

## 7.3 Producción de calor y su distribución

La producción de calor, tanto para calefacción como para producción de agua caliente sanitaria, estará formada por **dos calderas con quemador presurizado para gas natural**, una de las cuales estará dimensionada para vencer las necesidades de calefacción del edificio, y la otra para las de la producción de agua caliente sanitaria.

Para ello se establece un circuito primario en la propia sala de calderas, entre éstas y un colector de presión nula que permita la recirculación del agua, manteniendo siempre una temperatura de 75.C. Las calderas se instalan en paralelo, disponiendo cada una de ellas de un grupo motobomba, que funcionará siempre que funcione aquella.

### 7.3.1 Calefacción.

Para la distribución general de agua caliente para calefacción, se establece un único circuito secundario que partiendo del colector de presión nula mencionado, llegue hasta las entradas de cada vivienda por medio de una red de tuberías de acero aisladas con coquilla que bajen por los patinillos de instalaciones hasta las entradas a cada planta.

Unos **grupos motobomba de caudal variable**, se encargan de impulsar el agua caliente por dicha red, manteniéndola a presión constante aún cuando varíe la demanda de calefacción, por medio de un variador de velocidad para bombas, que se encarga de ir variando el caudal del circuito secundario, siguiendo las variaciones en la presión de la red que vaya produciendo dicha demanda en cada momento. Estas variaciones se van reflejando en un sistema de control, mediante presión diferencial entre los colectores de impulsión y retorno del circuito secundario.

En cada planta se realiza una derivación de agua mediante un colector de impulsión y un colector de retorno de agua caliente. A partir de dichos colectores, toda la distribución se realiza en tubería aislada con coquilla elastomérica, hasta la entrada a las viviendas.

Para cada vivienda se plantea un **intercambiador de calor de placas**, situado en el patinillo de instalaciones, que permite que baje la temperatura del agua desde los 75.C de salida de caldera, hasta 50.C que es una temperatura adecuada de suministro para el suelo radiante de la vivienda, el cual se realiza mediante una pequeña bomba recirculadora.

Por el primario del intercambiador circula el agua caliente solamente cuando un interruptor mandado por el termostato ambiente, abre una válvula motorizada de dos vías. Esta válvula regula el caudal de agua por el primario en función de las necesidades de calor de la vivienda.

En el interior de las viviendas se sitúa un **armario de colectores** para suelo radiante desde el que se alimentan los circuitos de las habitaciones a calefactar (un circuito por habitación).

### 7.3.2 Producción de agua caliente sanitaria.

Para la producción de agua caliente sanitaria se instala un campo de paneles solares en la cubierta que se encarga de calentar el agua acumulada en dos depósitos.

Estos **dos depósitos acumuladores de agua se instalan conectados en serie**, de manera que estén conectados por medio de unos intercambiadores con el campo de paneles solares, por lo que calientan el agua solamente por medio de la aportación del sol.

El tercer depósito, que recibe el agua ya calentada en los dos depósitos anteriores, está conectado a su vez con la caldera de producción de agua caliente sanitaria, la cual se encarga de mantenerlo a la temperatura de suministro, aportando la energía que el campo de paneles solares no haya podido aportar.

Para la distribución general del agua caliente sanitaria, se establece un circuito secundario que, partiendo del tercer depósito mencionado, llega hasta las entradas a cada vivienda por medio de una red de tuberías de acero aisladas con coquilla que bajan por los patinillos de instalaciones hasta las entradas a cada planta.

Un **grupo motobomba recirculador**, se encarga de mantener el agua caliente circulando por dicha red.

Del mismo modo que para la red de calefacción, en cada planta se realiza una derivación de agua caliente sanitaria mediante un colector de impulsión y un colector de retorno de agua caliente. A partir de dichos colectores, toda la distribución se realiza en tubería aislada con coquilla elastomérica, hasta la entrada a las viviendas.

Fecha de referencia: 28-11-2000

---

1: *Nota del editor*: Brise soleil: elemento de protección solar, parasol.

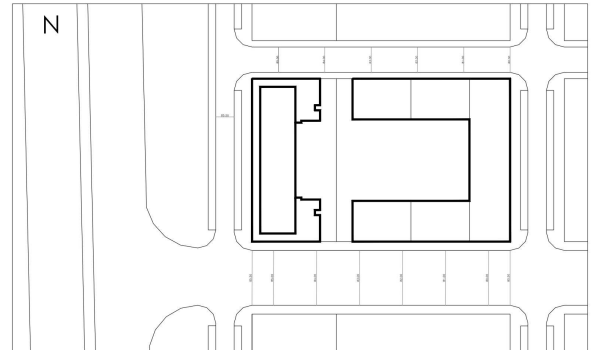
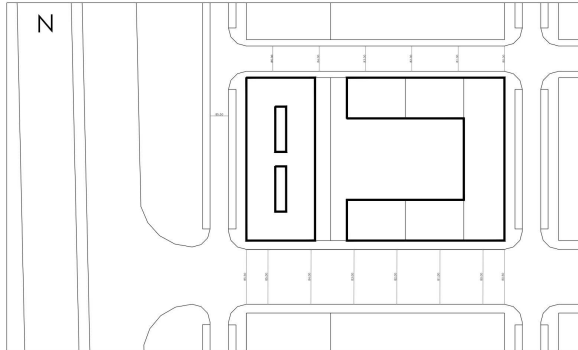
Boletín CF+S > 14 -- Hacia una arquitectura y un urbanismo basados en criterios bioclimáticos >  
<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i1ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## **Figura 1: Características del planeamiento y propuesta**



Izquierda: Características del planeamiento  
Derecha: Propuesta

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i1ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i2ammue.html>

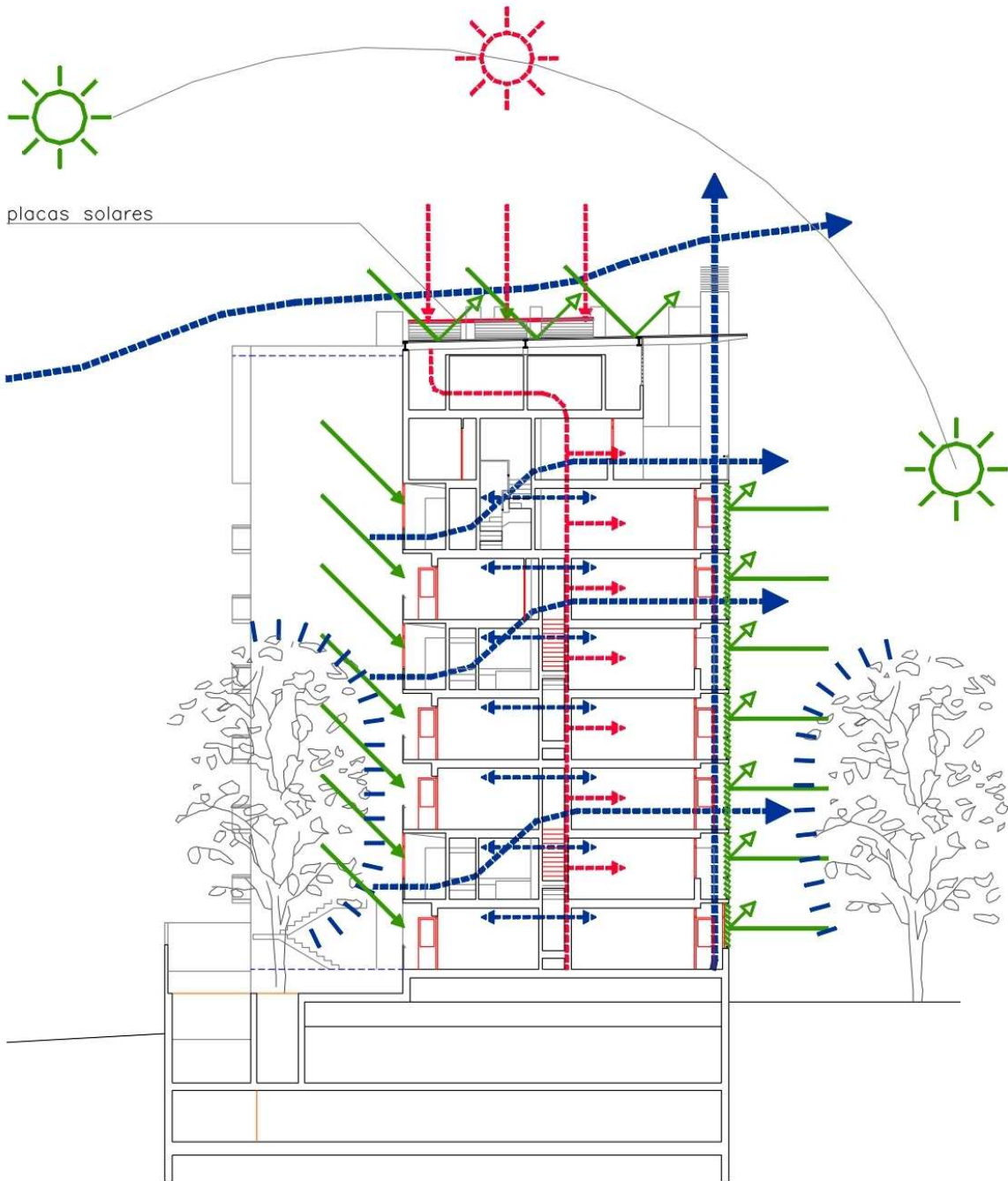
Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## **Figura 2: Esquema de funcionamiento**

ESTE

SUR

OESTE





> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i2ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i3ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## **Figura 3: Vista de las fachadas Oeste y Sur**



> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i3ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i4ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## **Figura 4: Vista de las fachadas Norte y Este**



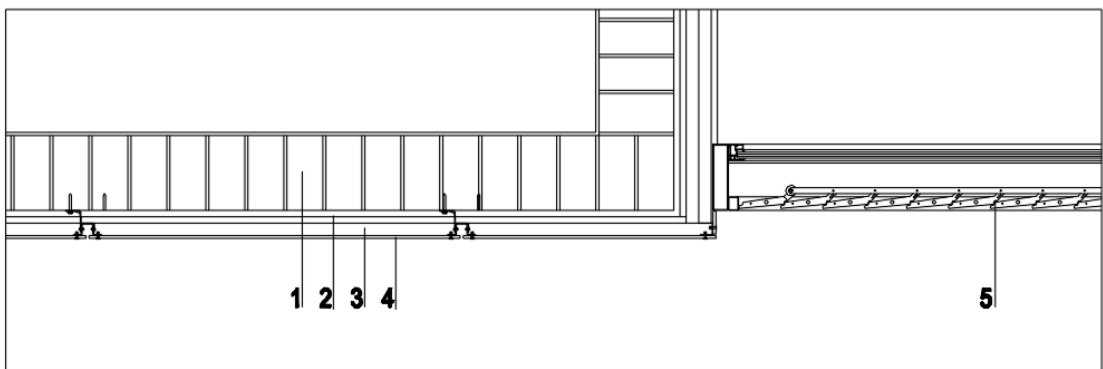
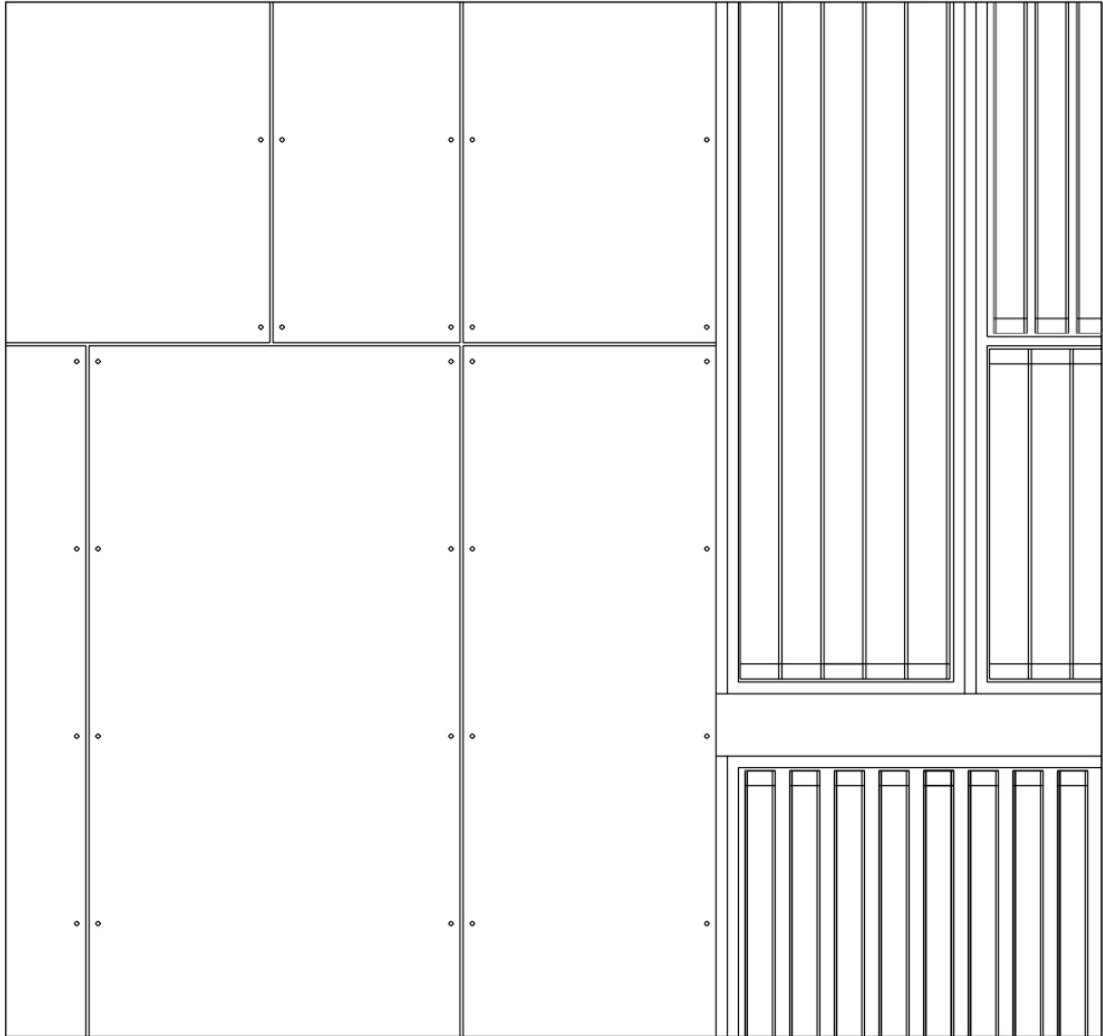
> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i4ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i5ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## **Figura 5: Detalle de fachada ventilada. Alzado y planta**



1. 1 pie de ladrillo (24 cm.)
2. Aislamiento de poliuretano proyectado
3. Cámara de aire
4. Aplacado de cemento Naturvex
5. Crecimiento de lamas regulables

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i5ammue.html>

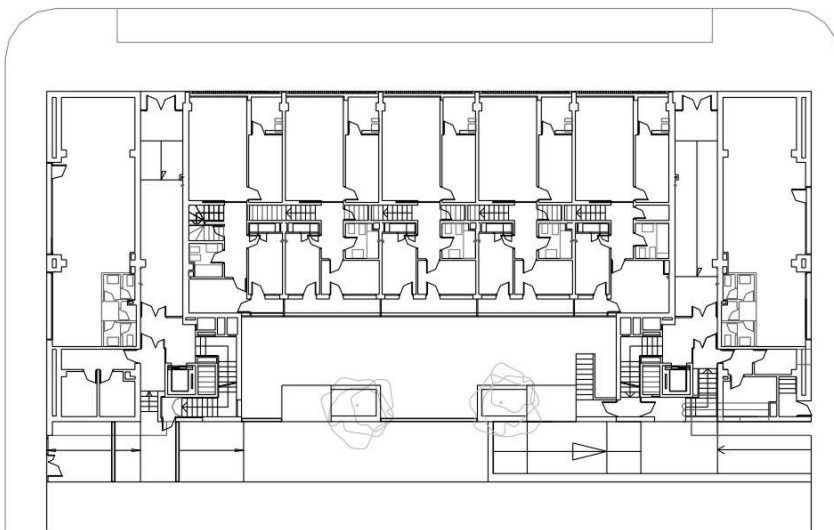
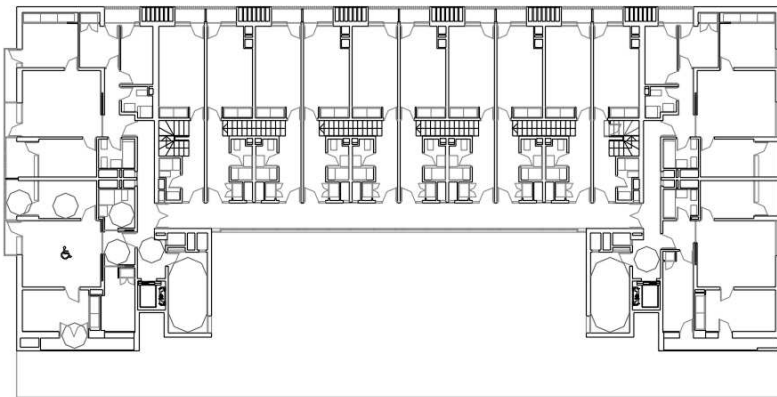
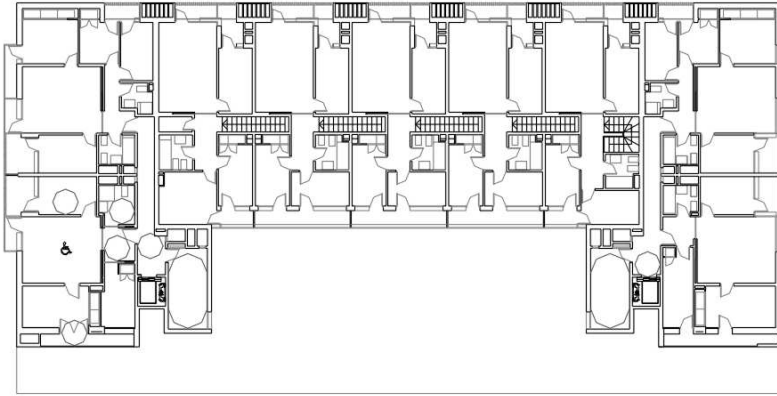
Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X



> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i6ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## **Figura 6: Plantas del edificio**



Arriba: Planta segunda y quinta  
Centro: Planta primera y cuarta  
Abajo: Planta baja

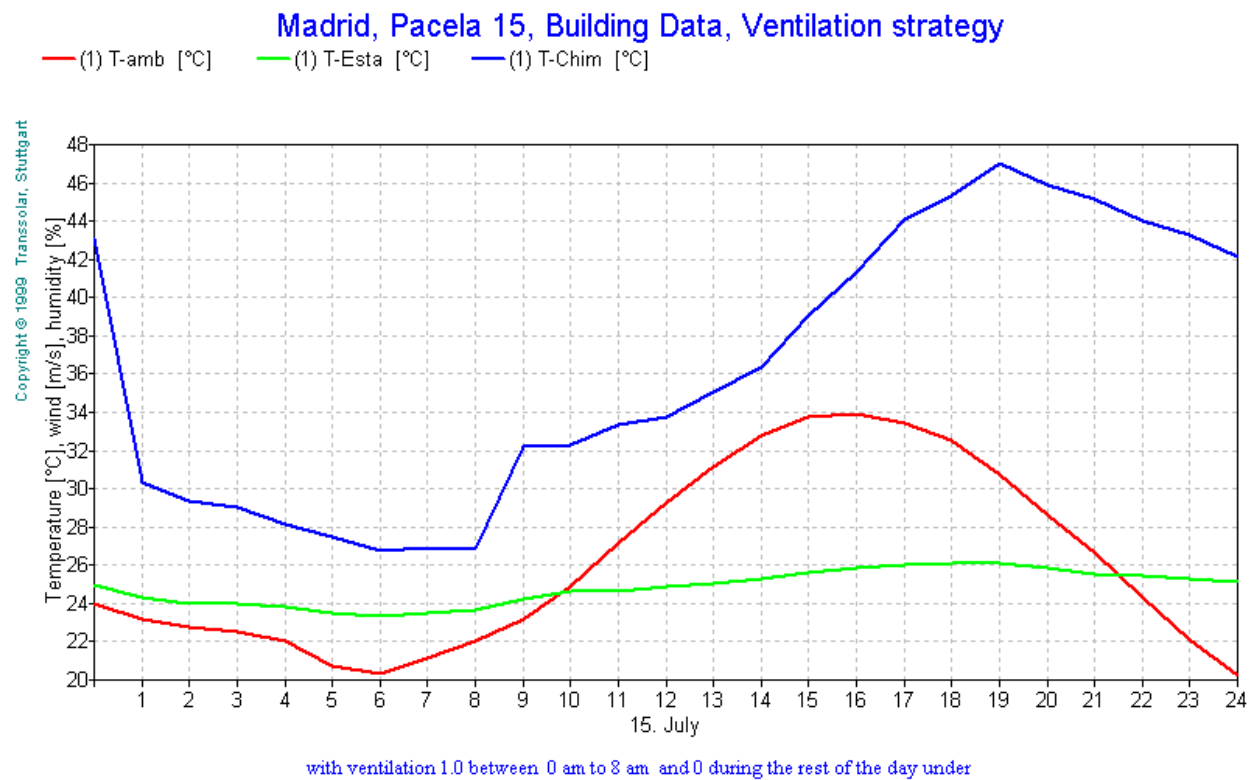
> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i6ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i7ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## Figura 7: Evolución de la temperatura del estar, chimenea y ambiente exterior



> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i7ammue.html>

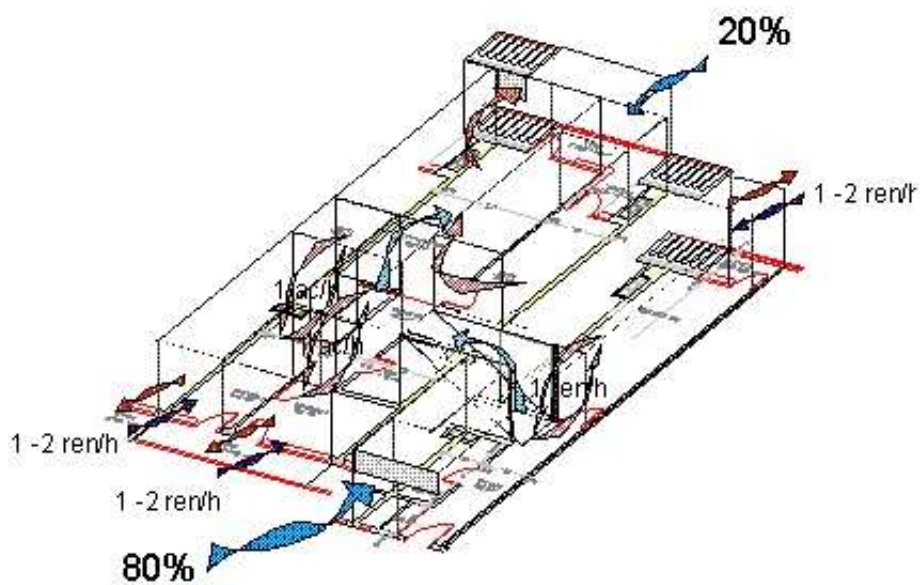
Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i8ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## Figura 8: Esquema de la ventilación nocturna

n



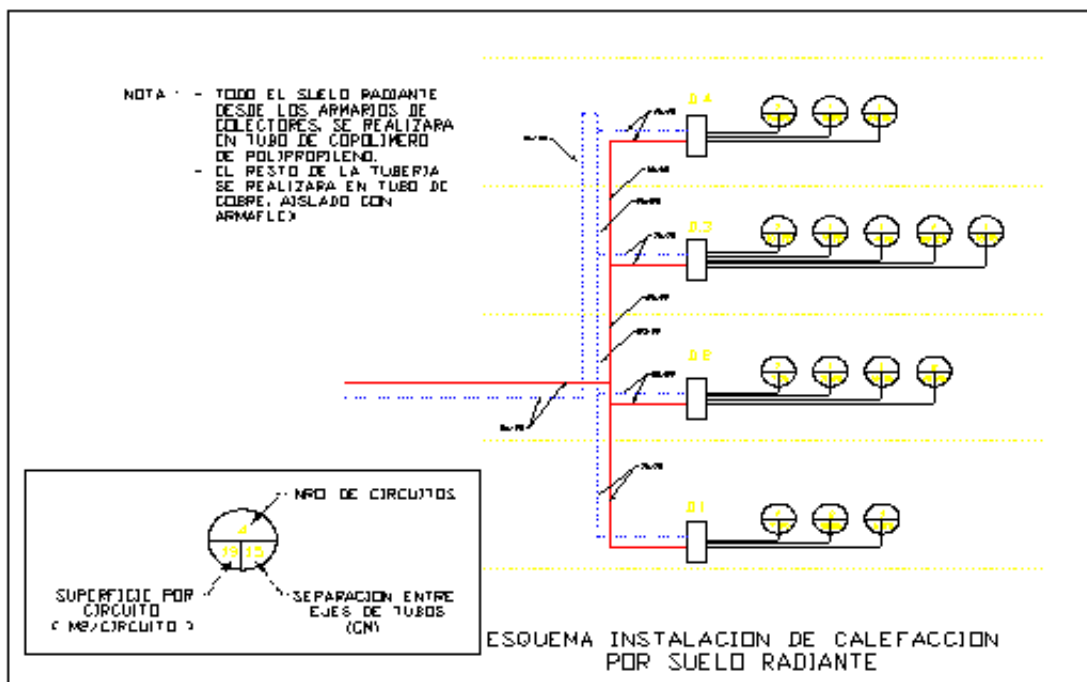
> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i8ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i9ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

## Figura 9: Esquema de calefacción por suelo radiante



> <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/fammue/i9ammue.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X