

PROYECTO Y REALIZACION DE INSTALACIONES DE SUELO RADIANTE PARA CALEFACCION Y REFRIGERACION



**Cálculo, realización y precauciones útiles
para la correcta ejecución de suelo radiante
a baja temperatura**

ELABORADO POR EL CENTRO DE INVESTIGACION DE



GIACOMINI S.P.A.

Sumario

Introducción

EL SUELO RADIANTE

Parámetros de proyecto

Aislante de fondo

Banda aislante perimetral

Distancia entre tubos (paso)

Longitud máxima del circuito

Distribución de circuitos

Temperatura del agua

GRAFICOS PRACTICOS PARA DIMENSIONAR EL SUELO RADIANTE

Juntas de dilatación

Consejos para la construcción del solado

Prueba de presión

Primer calentamiento

Consideraciones sobre la carga de la instalación

REFRIGERACION POR SUELO RADIANTE

Resultados prácticos de la refrigeración por suelo radiante

Consumo de energía para refrigeración

Regulación y tarado

Centralita Giacoklima

Regulación estival

Instalaciones mixtas

Regulación individual

Protección del circulador contra sobrepresiones

Ejemplos de instalación

Instalación de calefacción por suelo radiante en viviendas

Condiciones de cálculo

Equilibrado

Regulación

Regulación mediante válvula de zona R278 y motor R270A

IGLESIAS Y GRANDES SUPERFICIES

Introducción

La sociedad Giacomini, desde los inicios del reconocimiento del suelo radiante como sistema de calefacción allá por los años 70, hasta la actualidad, se ha dedicado con empeño al estudio y desarrollo de soluciones tecnológicas dirigidas a hacer este sistema mas funcional, de fácil instalación y de correcto equilibrado.

Desde la aparición del sistema hasta las modernas versiones, Giacomini ha desarrollado numerosas de entre las mas importantes innovaciones que posteriormente han pasado a formar parte del hábito tecnológico, tales como:

Colectores de distribución modulares y estampados



Colectores de distribución de barra perfilada



Grupos termostáticos para la regulación del ambiente basados en el control proporcional



Válvulas de regulación específicas para colectores



Colectores con detentores integrados, para el equilibrado de la instalación



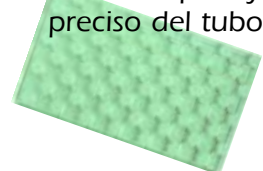
Colectores centrales equipados con válvulas de mezcla de tres y cuatro vías



Válvulas termoeléctricas accionadas mediante termostato de ambiente



Paneles aislantes para un tendido rápido y preciso del tubo



Tubo en material sintético, tanto en Polietileno reticulado como en Polibutileno

Estas son solo algunas de entre las realizaciones mas destacadas de Giacomini en esta especialidad. Desde el principio de los noventa, Giacomini ha desarrollado y puesto a punto una tecnología propia para el control de la instalación, apta tanto para calefacción como para refrigeración, cuyos resultados prácticos demuestran la total validez del sistema defendido por la Sociedad desde sus inicios.

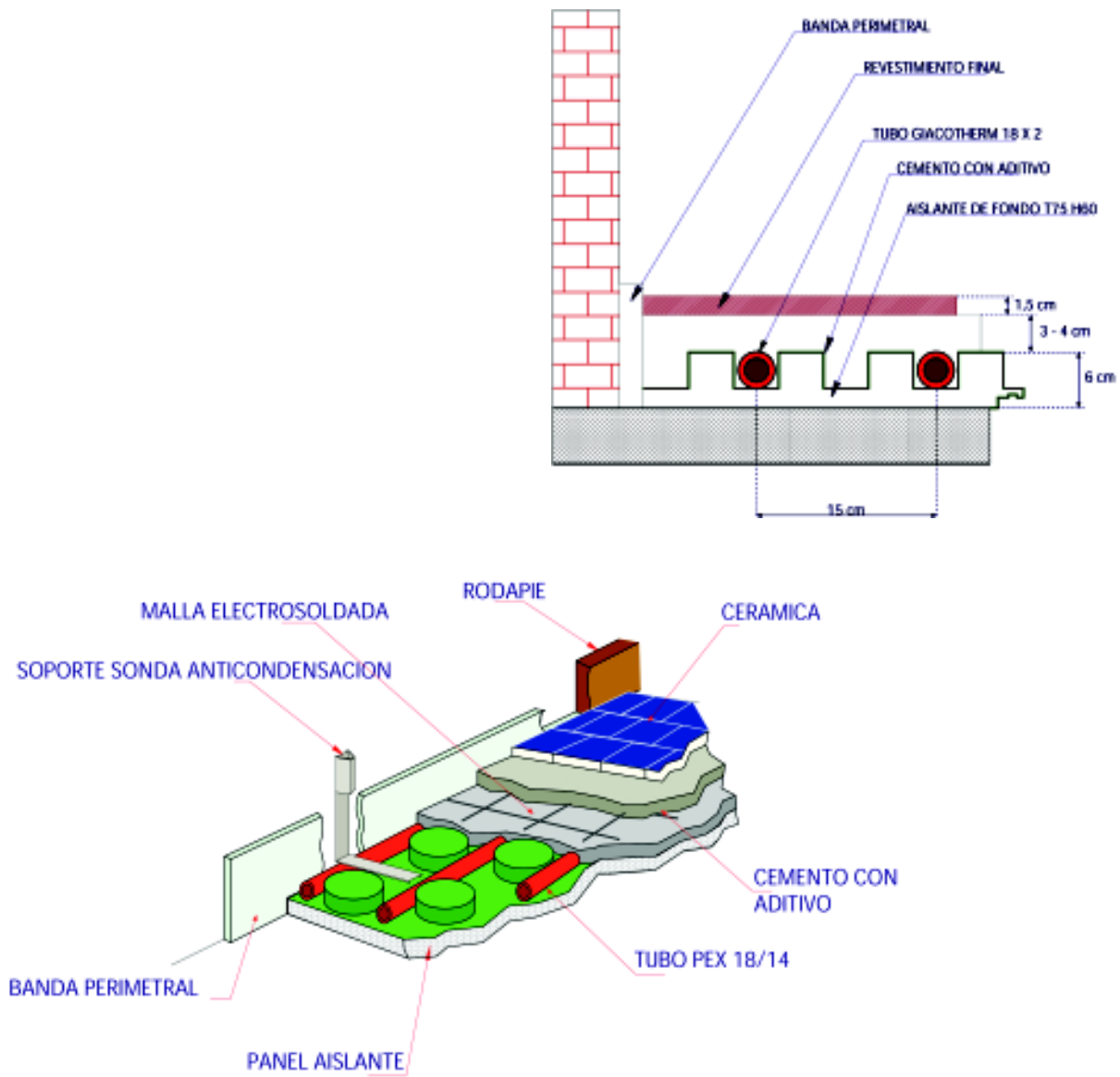


Fig.1 - Fondo aislante conformado con protuberancias para la colocación fácil y rápida del tubo.

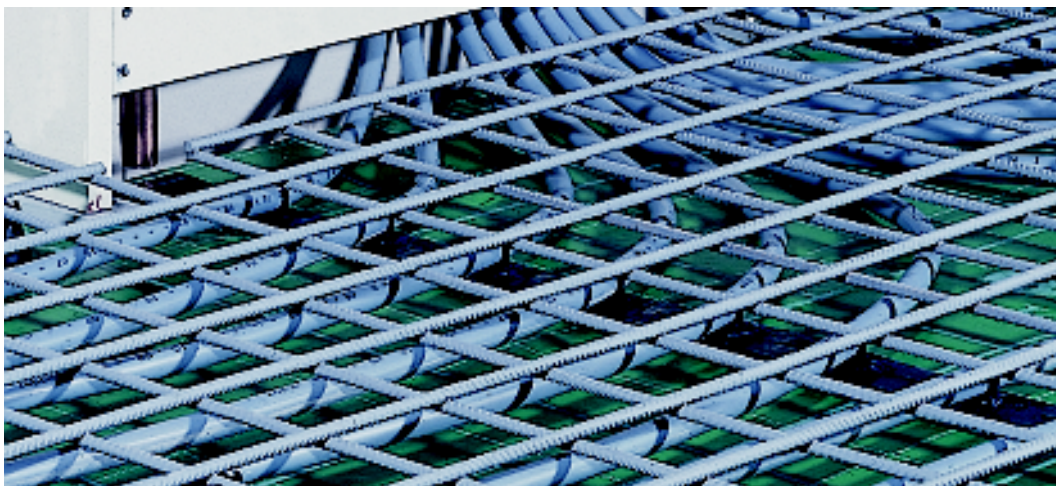


Fig. 2 - Fondo plano con sistema de guías para el tubo

El suelo radiante

Parámetros de proyecto

Los principales parámetros de proyecto vienen en la actualidad definidos a nivel europeo por la norma EN1264. En ayuda al método de cálculo tradicional, tal normativa tiene en cuenta valores prácticos y teóricos experimentados en el curso de años, a los que haremos referencia en la parte esencial del desarrollo del proyecto.

Aislante de fondo

El sistema de calefacción por suelo requiere la aplicación de una capa aislante entre el forjado y la masa de cemento del solado. Sus funciones son:

- . Reducir la inercia térmica del sistema, reduciendo la masa a calentar
- . Evitar que el calor pase de forma incontrolada a un ambiente que no lo requiere.

El aislante puede ser plano o conformado en su cara superior para facilitar la colocación del tubo. El plano se utiliza principalmente en grandes superficies, en cuyo caso se dispone de guías especiales con clips de sujeción rápida del tubo, en los cuales queda firmemente alojado.

Los edificios de viviendas y la mayor parte de comercios de reducidas dimensiones, requieren aislante de densidad estándar mientras que en áreas de gran extensión y de mas alta concentración como centros deportivos o comerciales son necesarios aislantes de alta densidad. Para áreas industriales es oportuno utilizar aislantes de densidad extra-alta y para soportar cargas elevadas es aconsejable además extender sobre la superficie una red electrosoldada.

Giacomini propone tres espesores diferentes en su gama, cuya referencia de catálogo es R982:

- . Tipo H30 de 30 mm de espesor
- . Tipo H45 de 45 mm de espesor
- . Tipo H60 de 60 mm de espesor

La versión inferior, de 30 mm es especialmente adecuada para ambientes cuya altura es limitada; es el caso de la mayoría de rehabilitaciones de viviendas. El tipo H60 es el tipo adecuado para pavimentos bajo los cuales se encuentren locales no calefaccionados o bien en forjados donde se quiera mejorar las características térmicas o incluso acústicas.

Para el montaje de las instalaciones eléctricas o sanitarias, se pueden seguir dos alternativas:

1. Colocar las conducciones sobre el forjado gris y enrasado con hormigón. Por encima se colocará el aislante, el tubo y el mortero o cemento aditivado sobre el que finalmente se coloca el revestimiento
2. Dejando una banda de 30 a 40 cm de amplitud a lo largo de los muros o tabiques internos, en la que no se coloca tubo de calefacción. En ella se colocan los canales para cables y la posible distribución hidrosanitaria. Evidentemente es la solución mas económica aunque resta superficie de emisión térmica que en ocasiones puede ser necesaria.

Banda perimetral aislante

Antes del vertido del cemento, se debe extender a lo largo de toda superficie vertical, paredes, columnas, bancadas, etc., una banda perimetral aislante que debe cubrir desde la base de soporte hasta la superficie del suelo radiante acabado y permitir un movimiento del solado de algunos mm.

La banda perimetral debe ser fijada de modo tal que no permita su movimiento durante el vertido del cemento del solado. La parte superior de la banda perimetral que sobresalga por encima del pavimento, no debe cortarse hasta completar la cobertura con el revestimiento final.

Distancia entre tubos (paso)

El paso o distancia entre tubos puede variar en función de la carga térmica. Desde valores bajos, (50 ó 75 mm según se haya elegido el tipo de aislante T50 ó T75) hasta un máximo de 300 mm en grandes áreas como centros deportivos o almacenes. Los cálculos se especifican en la norma EN1264. La complejidad del cálculo presentado en la norma no debe inducir a engaño. Se trata de consideraciones que forman parte de la física del edificio y que al usuario pueden interesar solo expresadas en forma de tablas. Los cálculos efectuados para utilización solo calefacción, no son válidos para aplicación calefacción y refrigeración. Efectivamente en todos aquellos casos en que el suelo radiante vaya a ser usado también en refrigeración, el cálculo del paso debe basarse en esta última aplicación, tratándose de condiciones en las que la emisión específica del suelo resulta mas limitada. A igualdad de caudal (es decir, sin variar el circulador) y con temperatura mínima de ida no inferior a 14°C, la emisión se sitúa alrededor del 40% respecto a la que ofrecería en mismo pavimento durante el funcionamiento invernal. Para obtener una emisión estival de 35-40 W/m², la invernal correspondiente debe situarse entre 90 y 100W/m².

Longitud máxima del circuito

Ningún circuito debe superar la longitud de 200m. La longitud depende obviamente del caudal y del diámetro del tubo. Es aconsejable limitar los circuitos a un maximo de 120m.

Indicando con G el caudal en l/h y con Di el diámetro interno del tubo en mm, la pérdida de carga puede ser calculada, entre diversas maneras, con la siguiente:

$$Dp = L \times 191,4 \times \frac{G^2}{Di^5}$$

Para un tubo de 18x2, o sea con 14 mm de diámetro interior, considerando una pérdida de carga admitida para un circuito, de 2000 mm c.d.a. se obtiene el siguiente diagrama que relaciona el caudal y la longitud en metros del circuito.

Relación entre longitud del tubo y caudal para tubo de diámetro interno 14 y 16 mm, con pérdida de carga máxima por circuito de 2000 mm c.d.a.

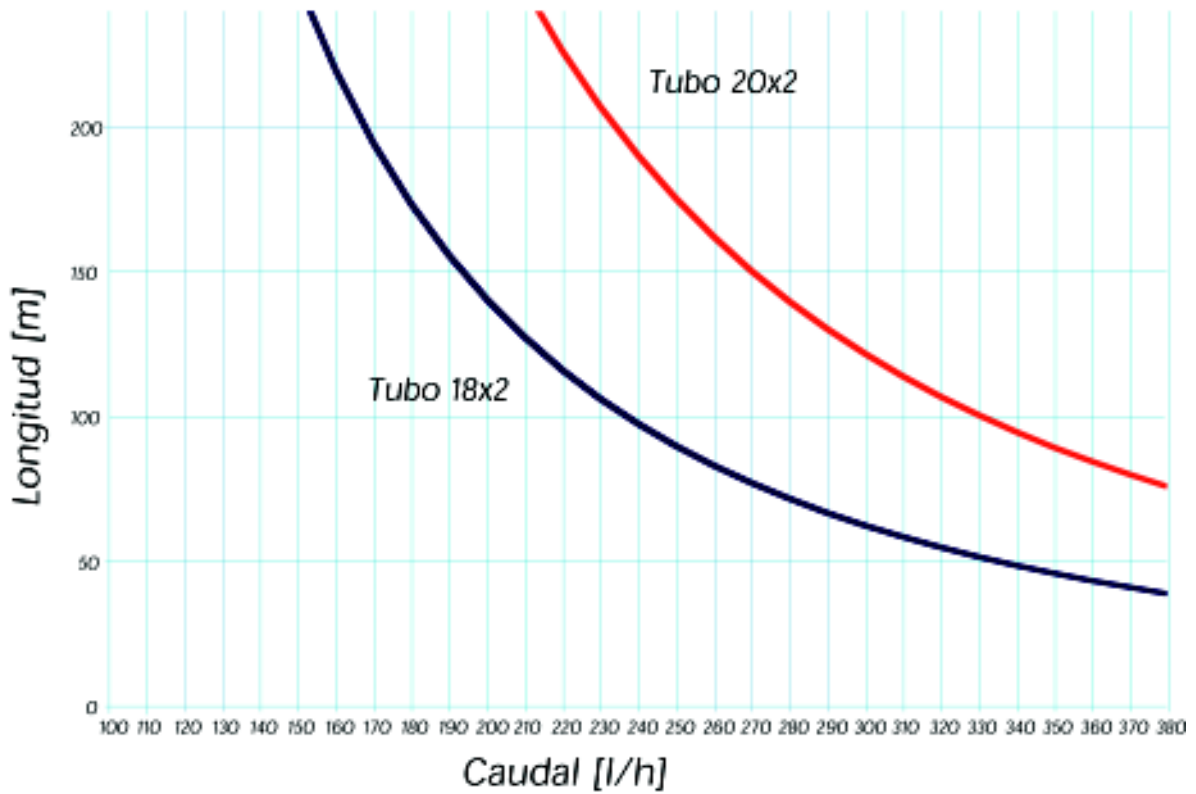


Fig.3 - Relación entre longitud del tubo y el caudal para una pérdida de carga de 20kPa (2000 mm c.d.a.)

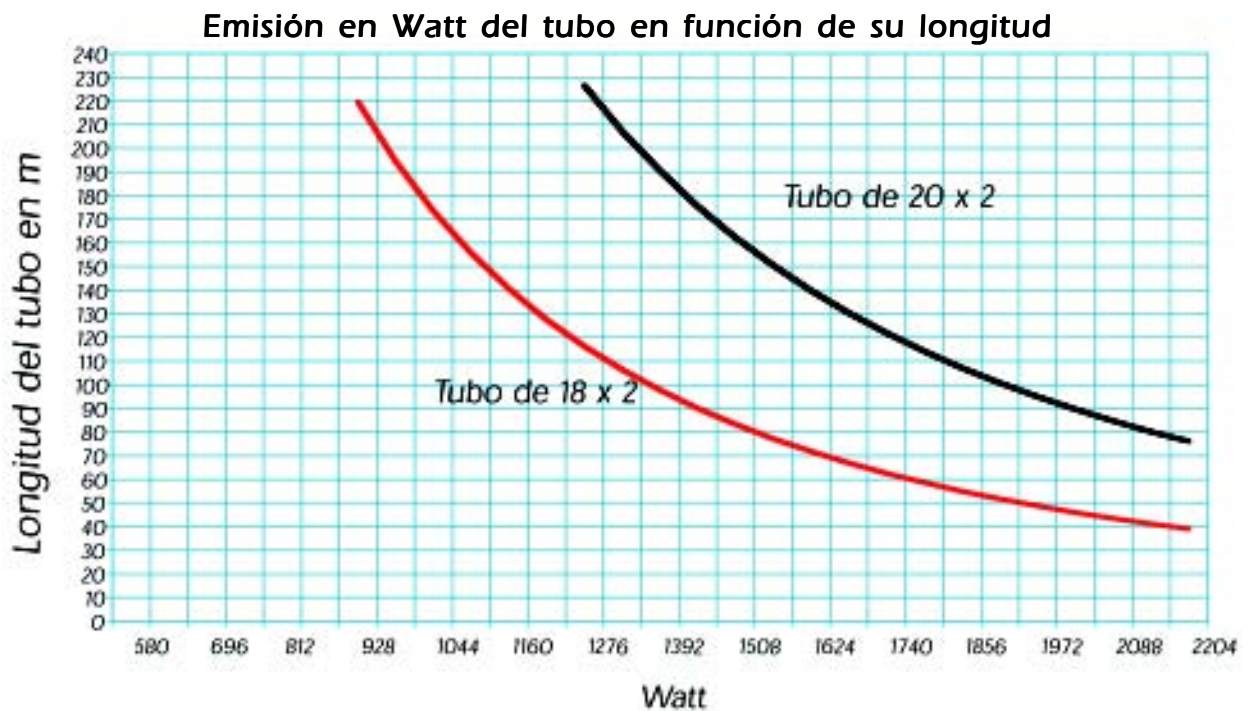


Fig.4 - Relación entre la longitud del tubo y emisión del pavimento para una pérdida de carga admitida en el circuito de 20 kPa. (2000 mm c.d.a.)

Distribución de los circuitos

El tendido del tubo puede ser realizado de diferentes formas. La elección de la forma del suelo radiante esta relacionada con la tipología del entorno a calefaccionar.

Para obtener la distribución de temperatura superficial más homogénea posible se recurre a menudo al sistema de retorno invertido. Con ello se obtiene una temperatura media superficial prácticamente constante. Este método permite una mayor temperatura superficial y por tanto una emisión mayor.

En caso de amplias superficies acristaladas es posible concentrar el paso de los tubos en sus proximidades para aumentar la emisión térmica. Según la EN 1264-3, en las áreas periféricas a lo largo de paredes externas acristaladas, hasta una anchura máxima de 1 m, se admite una temperatura superficial más alta (hasta a un máximo de 35°C). En este caso es permitida una diferencia entre temperatura superficial y temperatura ambiente de hasta 15°C, mientras en las superficies interiores la diferencia entre la temperatura mediana superficial del suelo y el ambiente no debe superar los 9°C.

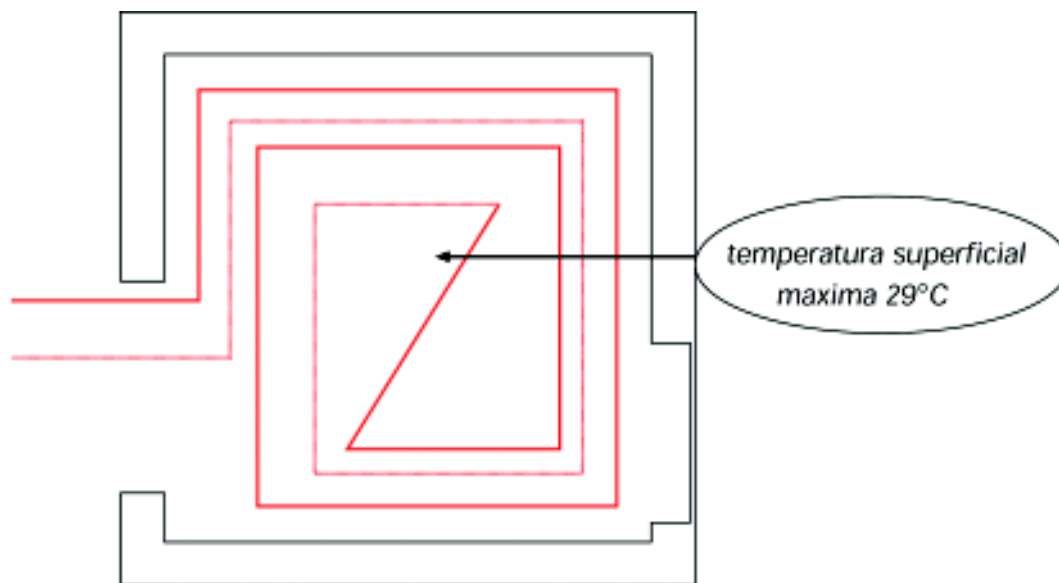


Fig.5- Tipo de distribución más frecuente.

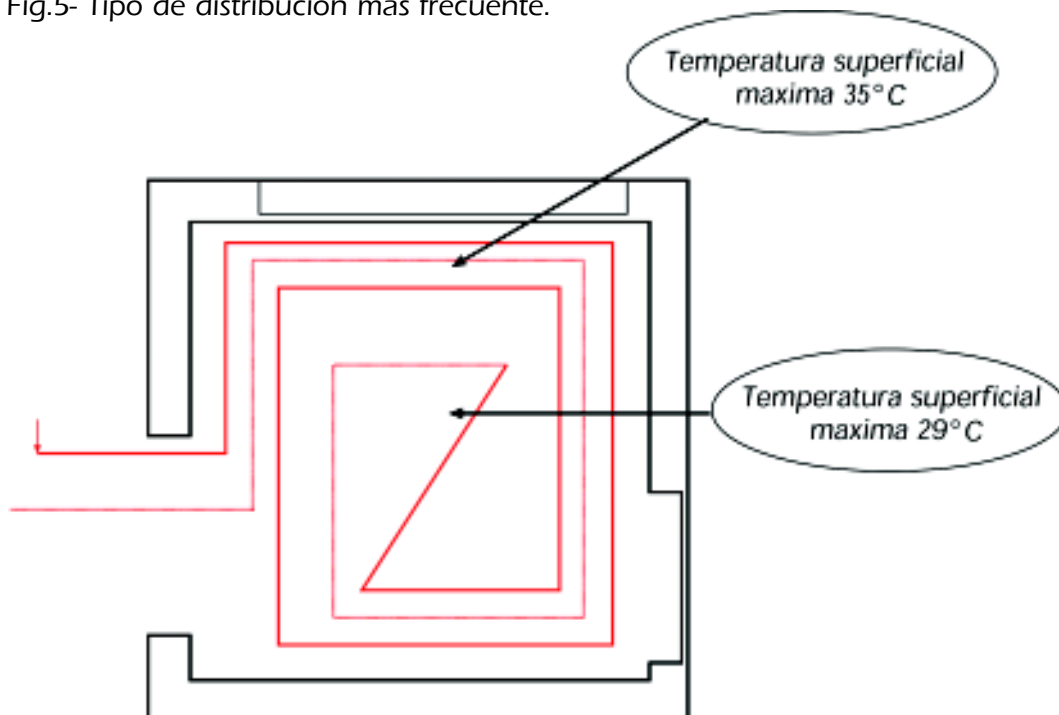


Fig.6- Tubos más concentrados en proximidad de la pared acristalada.

Temperatura del agua

Es importante que ida y retorno se mantengan el máximo posible dentro de un salto térmico contenido. En todo caso, cuanto menor sea la temperatura del agua, mayores serán el confort y la economía de gestión del sistema.

La temperatura del agua variará según el tipo de suelo. Deberá limitarse a 45°C en los suelos normales y a 55°C en aquellos particularmente aislantes (moqueta, parquet flotante). El salto térmico entre ida y retorno indicado en la norma EN 1264-3 con el símbolo s , debe estar entre 0 y 5°C, pero es bastante común un $\Delta t = 8^\circ\text{C}$.

En todo caso, la temperatura máxima de ida dependerá de la diferencia de temperatura admitida entre pavimento y ambiente, que por ejemplo en un baño puede alcanzar los 9°K (temperatura interna 24°C) (EN 1264-3)



GRAFICOS PRACTICOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DEL SUELO RADIANTE

Los siguientes gráficos han sido elaborados sobre la base de las indicaciones de la norma EN 1264, reemplazando los cálculos complejos en ella contenidos con gráficos de más fácil empleo.

Para el cálculo se procede como sigue :

- 1) Determinar mediante cálculo, las necesidades térmicas q en W / m^2 , sin tener en cuenta los flujos de calor hacia abajo (los cuales ya se tienen en cuenta en los cálculos de la difusión del calor).
- 2) Si es conocida la temperatura de ida del agua, y la temperatura interior del local, se localiza el valor de ΔTh en uno de los tres gráficos indicados en las páginas siguientes
- 3) Mediante los gráficos que relacionan q (W/m^2) a ΔTh (K) se localiza el paso necesario
- 4) Si en cambio es conocido el paso T , entonces se determina a través de los gráficos $q = f(\Delta Th)$ el valor de ΔTh y de éste se deduce el valor requerido de la temperatura de ida del agua.

Recordamos que:

$$\Delta Th = \frac{TV - TR}{\text{Ln} \frac{(TV - Ta)}{(TR - Ta)}}$$

donde:

TV = Temperatura de ida expresada in °C

TR= Temperatura de retorno expresada en °C

Ta = Temperatura ambiente expresada in °C

Ln = Logaritmo natural

Temperatura ambiente 18°C
 ΔTh medio logarítmico en función de la temperatura de ida del agua

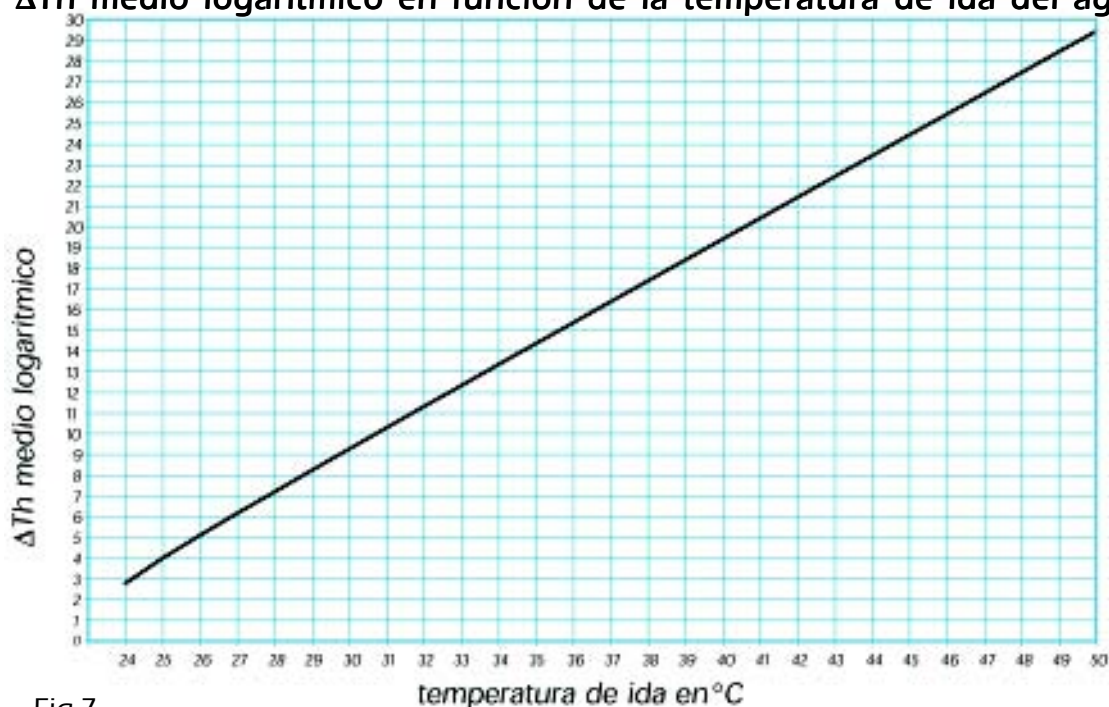


Fig.7.

Temperatura ambiente 20°C
 ΔT_h medio logarítmico en función de la temperatura de ida del agua

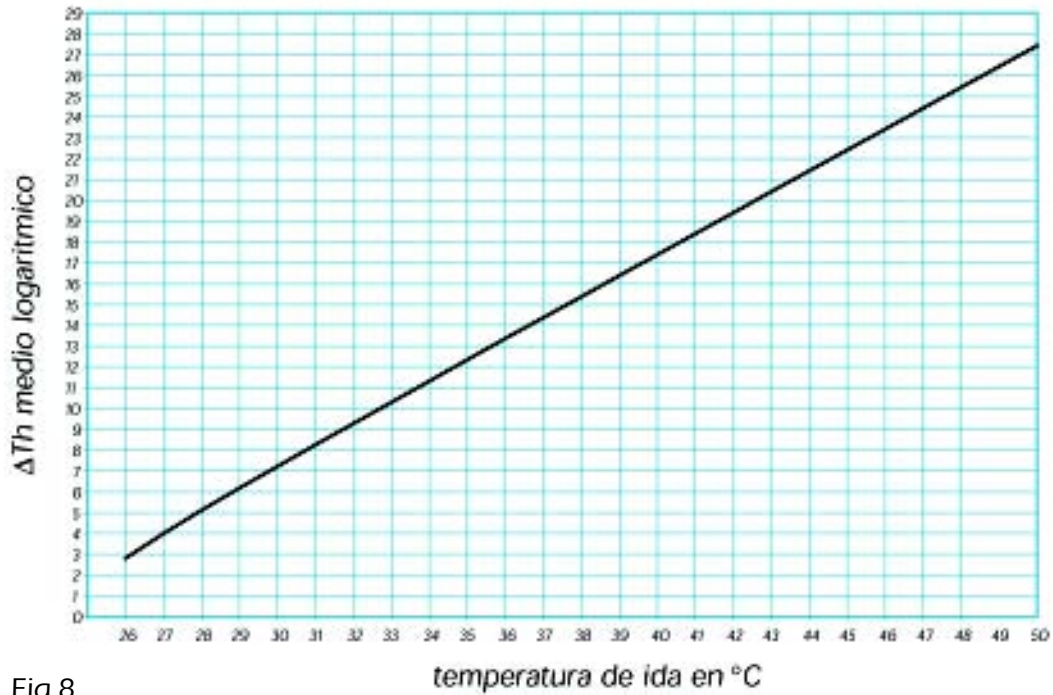


Fig.8.

Temperatura ambiente 22°C
 ΔT_h medio logarítmico en función de la temperatura de ida del agua

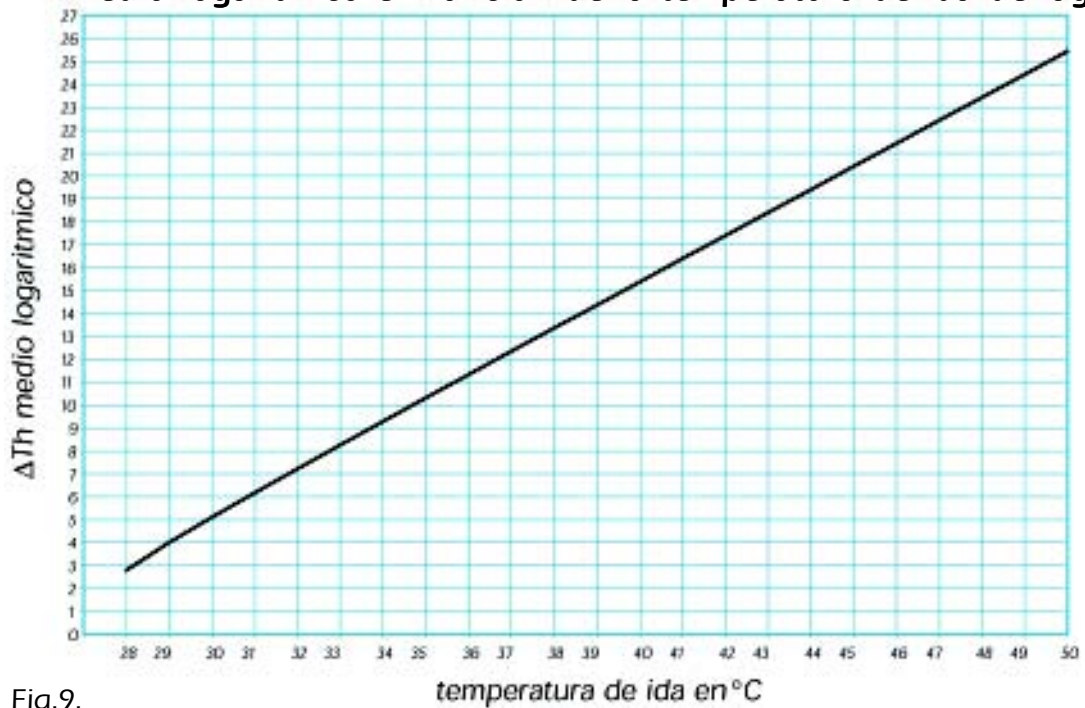


Fig.9.

Material lítico o cerámica
Emisión térmica en función del ΔTh medio logarítmico
y paso entre tubos (desde 5 cm hasta 30 cm)

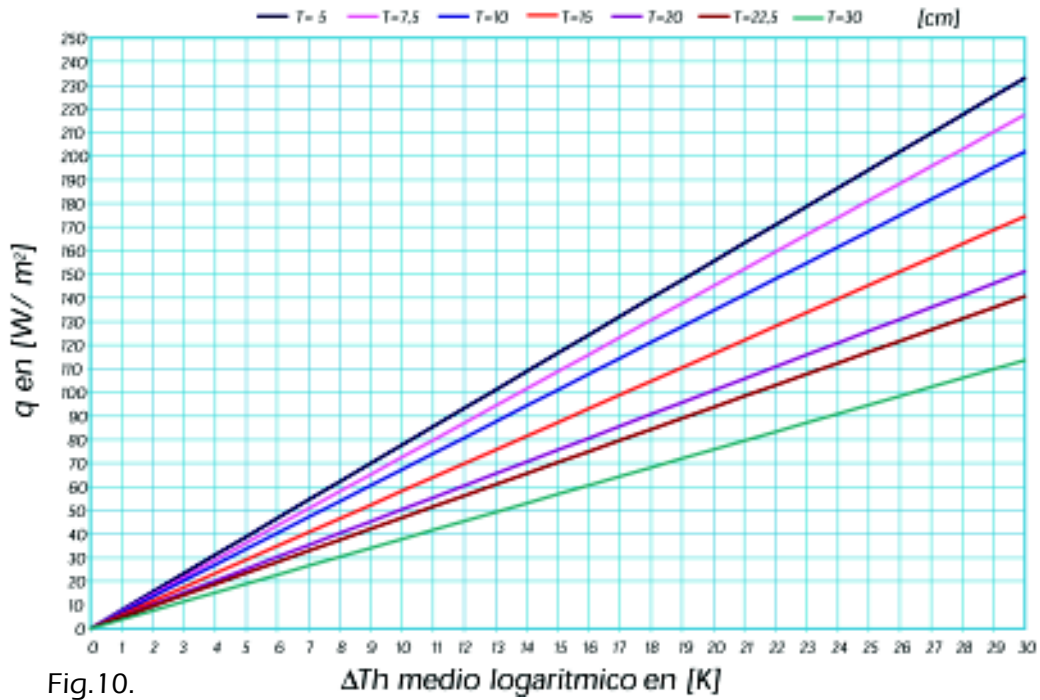


Fig.10.

Parquet
Emisión térmica en función del ΔTh medio logarítmico
y paso entre tubos (desde 5 cm hasta 30 cm)

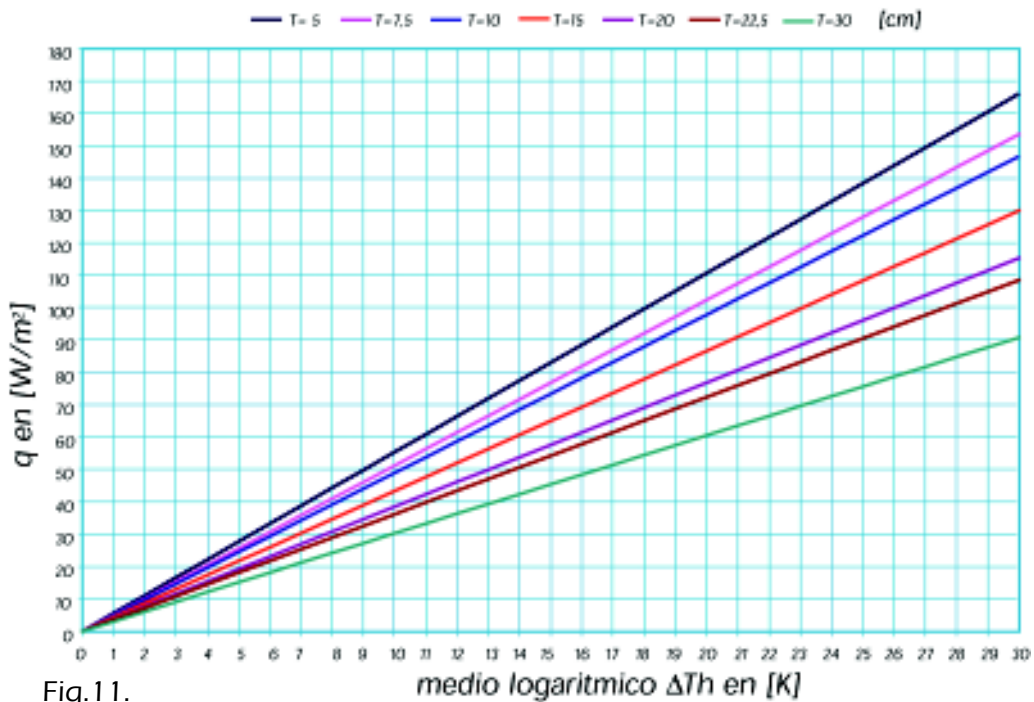


Fig.11.

Moqueta ligera
Emisión térmica en función del ΔTh medio logarítmico
y paso entre tubos (desde 5 cm hasta 30 cm)

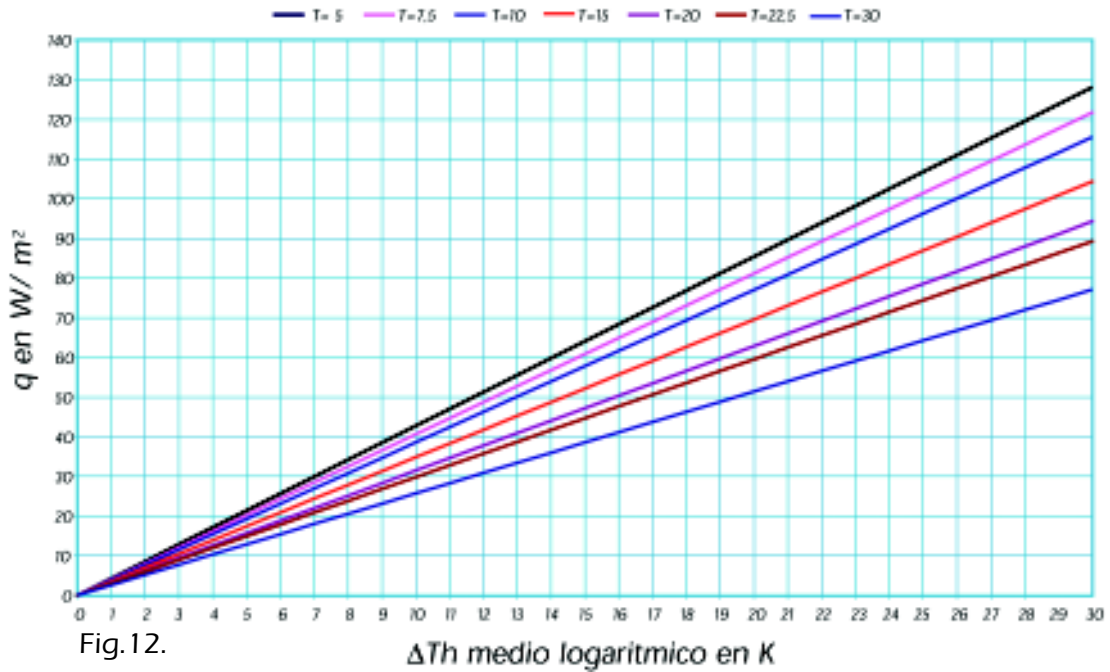


Fig.12.

Moqueta pesada
Emisión térmica en función del ΔTh medio logarítmico
y paso entre tubos (desde 5 cm hasta 30 cm)

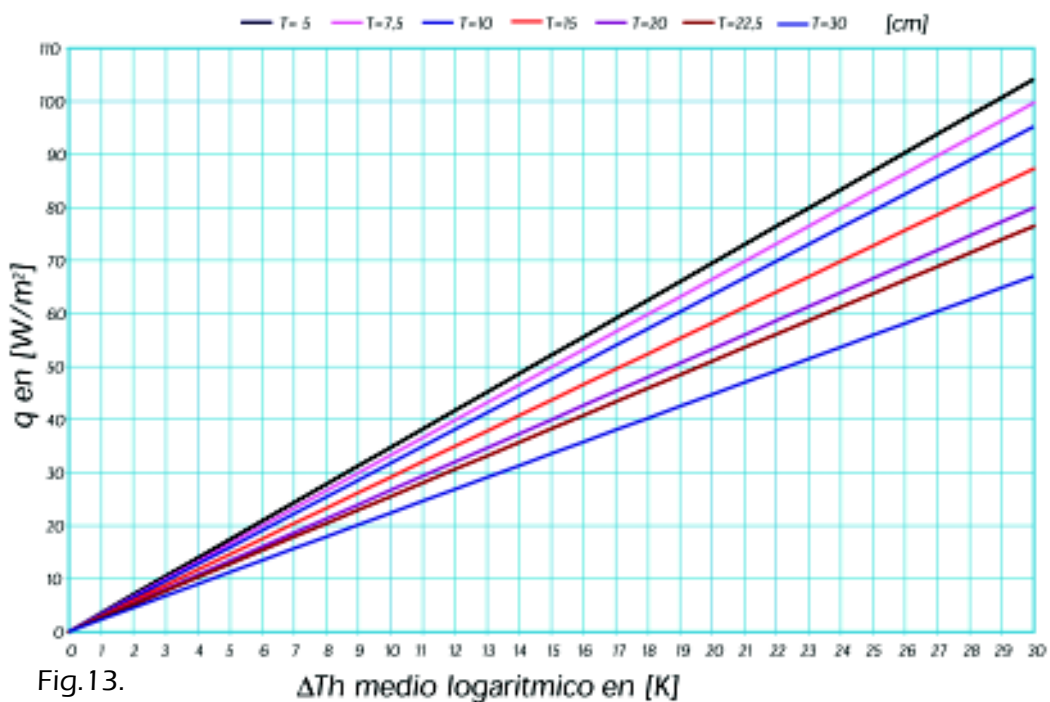


Fig.13.

Para el cálculo práctico del paso y de la emisión térmica se opera de la forma siguiente:

- Se establece cual debería ser la temperatura máxima de ida de la instalación (por ejemplo 45°C) y se lleva al diagrama de la fig.7, 8 ó 9, según que la temperatura ambiente prevista para el local sea de 18, 20 ó 22°C respectivamente.
- Definida de esta forma la temperatura media logarítmica ΔTh , se lleva al diagrama de emisión térmica del suelo, correspondiente al tipo de pavimento utilizado (cerámica, parquet, moqueta ligera o moqueta pesada) para obtener el paso entre tubos adecuado para las necesidades concretas de calor q (W/m²) de la habitación.

Juntas de dilatación

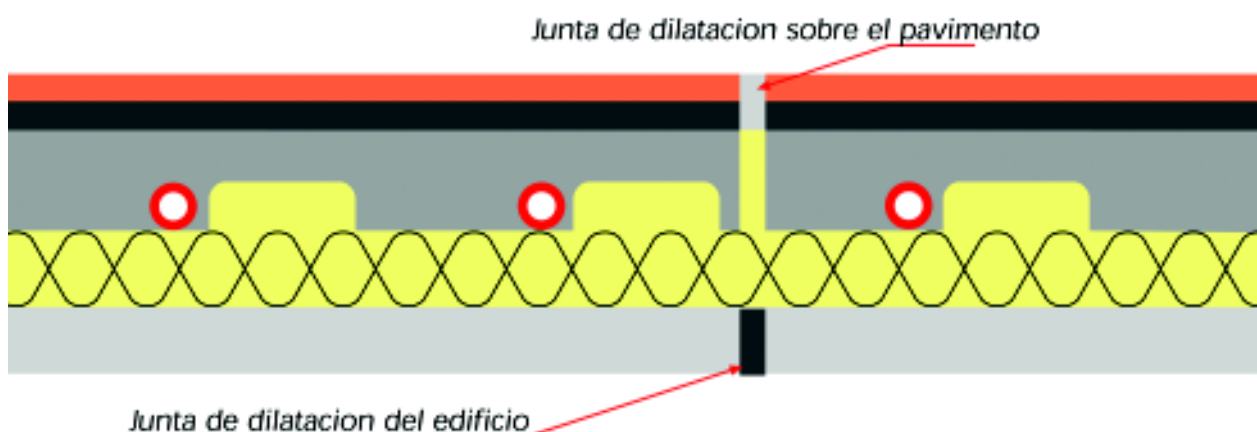
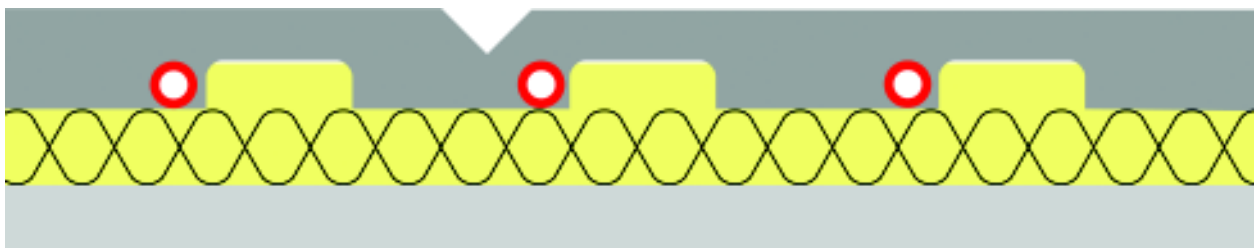
Los tubos generalmente se distribuyen de forma individual para cada ambiente. Para locales amplios se recurre a la subdivisión con juntas de dilatación. El prEN 1264-4 establece que las juntas de dilatación se correspondan con las del edificio. Además el cemento del suelo debe estar separado de las estructuras verticales, mediante una banda perimetral. En la práctica:

- . Las juntas de dilatación absorben las variaciones dimensionales de la losa de cemento
- . La banda perimetral sirve de compensación en las áreas periféricas del cemento y reducen la transmisión acústica y térmica del suelo a las zonas colindantes (por los llamados puentes acústicos o puentes térmicos)
- . Las juntas aparentes son puntos predeterminados para la interrupción del cemento.

Para cementos cuyo acabado posterior sea piedra o cerámica, las superficies comprendidas entre las juntas de dilatación no deben superar los 40 m², con una longitud máxima de 8 m. En el caso de un local rectangular, las áreas incluidas dentro de las juntas de dilatación pueden superar estas dimensiones a condición de que el relación entre las dos longitudes no supere 2:1.

Para cruzar las juntas de dilatación, los tubos deben mantenerse en un mismo plano y quedar protegidos mediante un tubo flexible de al menos treinta centímetros de longitud.

Deben también preverse juntas de dilatación en los umbrales y puertas. Dentro de lo posible el inicio de una junta de dilatación debería situarse en los puntos mas críticos como pilares o chimeneas, o en puntos dónde se presenta una reducción o un ensanchamiento del paso.



Consejos prácticos para la colocación del solado

Durante la colocación del solado es importante evitar que sobre el aislante carguen pesos excesivos. Es importante disponer sobre el sistema, una superficie plana y dura como tablas de madera o similar, para moverse sobre ellas y evitar daños.

Armadura del fondo

Si es previsible que sobre el suelo descansen cargas superiores al normal equipamiento doméstico, es aconsejable prever una armadura de malla electrosoldada de 10 cm. Para casos particulares con cargas puntuales elevadas, se debe someter al criterio de un técnico en cemento armado

Granulometría de la arena

No tiene que superar 8 mm y debe ser mezclada con arena más fina a fin de evitar bolsas de aire; el contenido de cemento estará comprendido entre 275 y 350 Kg/m³ de mortero.

Aditivos para el cemento

Giacomini dispone de un aditivo para cemento (K376) que tiene la función de fluidificar el mortero reduciendo la cantidad de agua necesaria y por lo tanto reduciendo el tiempo de fraguado. Las dosis aconsejadas varían entre los 3 y 4 litros por m³ de mortero (1 l. por cada 100 Kg de cemento)

Aditivos para el agua de la instalación

Independientemente del posible empleo de tubos con barrera antioxígeno, siempre es aconsejable añadir al agua de la instalación un aditivo antialgas (K375) cuya función es evitar la formación de micro-algas dentro de las redes de tubo. De hecho, la presencia de oxígeno no podrá ser nunca evitada, ni tan siquiera usando tubo con barrera antioxígeno, por cuanto aquel entra en las redes por múltiples puntos, entre los que podemos citar purgadores, uniones, bombas, válvulas, etcétera. El peligro del oxígeno es doble: produce corrosión sobre las partes de acero de la instalación y facilita la formación de algas, especialmente en presencia de polifosfatos que pueden derivar del desprendimiento de los pasivantes de los componentes de acero.

Por tanto, la introducción de aditivo K375, antiincrustante y antialgas, en la medida de 1 litro cada 200 litros de agua es importante para asegurar una larga vida a la instalación.

Organización del trabajo

Las acometidas a los colectores y las cajas de distribución se colocan simultáneamente con los montantes, teniendo presente que el tubo se colocará al nivel del aislante. Para iniciar los trabajos de montaje de un suelo radiante es oportuno que ya estén acabados los siguientes trabajos:

- colocación de cerramientos exteriores
- colocación de los bastidores de las puertas interiores
- los revoques
- estén terminadas las demás instalaciones técnicas

En el momento de la colocación del suelo radiante, solo el instalador debe estar presente en la zona de trabajo. Para desplazarse por el aislamiento es oportuno usar tablas de madera. El vertido del mortero se efectúa inmediatamente después de la colocación de los tubos y mientras se tiene la red en presión.

. Durante la colocación del solado la temperatura no debe ser inferior a 5°C. Tiene que mantenerse a una temperatura por encima de 5°C por no menos de 3 días (este tiempo es más largo para cementos de fraguado lento).

. Es obvio que cualquier orificio que sea necesario en el suelo tiene que ser hecho antes del montaje del sistema y nunca después.

. Cualquier tubo vertical que deba atravesar el solado, tendrá que ser interiormente a un conducto de protección. Ningún otro tubo deberá atravesar los tubos del sistema del pavimento.

Prueba de presión

Antes de la cobertura con cemento, los circuitos de calefacción deben ser verificados para asegurar su estanqueidad. Esta verificación se efectúa con agua al menos a dos veces la presión prevista de ejercicio y nunca inferior a 6 bares.

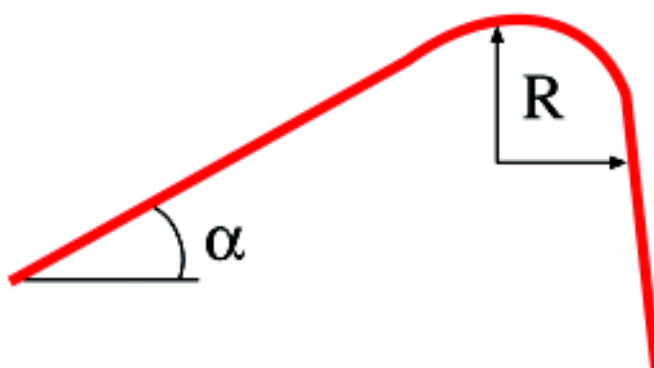
En caso de riesgo por heladas, se debe prever o bien el uso de anticongelante o asegurar una temperatura interior apta para la protección de la instalación. La eventual eliminación del anticongelante por cese del riesgo tiene que efectuarse con al menos tres aclarados de la instalación (prEN 1264-4)

Primera puesta en marcha

Esta operación sólo debe ser efectuada después de la completa maduración del cemento. Se aconseja esperar 21 días después de la colada (EN 1264) o según las instrucciones del constructor. El primer calentamiento se limitará a una temperatura de entre 20°C y 25°C y se debe mantener al menos 3 días. Luego se aumentará hasta alcanzar la temperatura de proyecto y se mantendrá durante los siguientes 4 días. Por cuanto atañe a la regulación mediante la centralita Giacoklima, ver el apartado «Regulación y calibrado», ateniéndose escrupulosamente a las instrucciones integradas en los embalajes.

Llenado de la instalación

El llenado de la instalación debe efectuarse desplazando convenientemente el aire contenido en los circuitos. Este desplazamiento se produce cuando el agua alcanza una velocidad determinada capaz de vencer el empuje hacia arriba del aire. Mediante pruebas experimentales llevadas a cabo tanto en los laboratorios Giacomini como en laboratorios independientes, se han determinado las velocidades necesarias para el arrastre del aire dentro de las tuberías operando con un circuito tal como:



Las pruebas se han desarrollado con ángulos de 30° 45° 90°

Radio de curvatura $R = 120$ mm

Temperatura del agua variable entre 20°C y 70°C

La evacuación completa del aire se alcanza con una velocidad del agua de 0,2 m/s, con arrastre hacia abajo.

Diámetro del tubo, 10 mm.

Con diámetros mayores la velocidad de arrastre hacia abajo varía según:

Diametro interno del tubo en mm	Velocidad critica en m/s	Caudal minimo l/h
10 mm	0.2	57
12 mm	0.26	106
13 mm	0.3	143
14 mm	0.38	210
16 mm	0.40	289

Estos resultados llevan a algunas consideraciones importantes. El aire que se acumula dentro de los circuitos en el curso del funcionamiento de la instalación será arrastrado fuera con tal que se cumplan las condiciones de superación de la velocidad crítica. Tal velocidad depende esencialmente del diámetro interior del tubo. Durante el llenado de la instalación el aire debe ser eliminado con el siguiente procedimiento:

- . Cerrar todos los circuitos de retorno del suelo radiante
- . Alimentar los colectores de ida
- . Intervenir sobre cada colector de retorno, abriendo un circuito cada vez, con la siguiente secuencia de maniobras:
 - a) abrir el volante manual de una de las válvulas incorporadas al colector de retorno, dejando cerradas todas las demás.
 - b) purgar por el grifo de descarga R608 incorporado en el racor terminal o en el intermedio (R554), hasta que de este grifo no salga más aire mezclado con agua.
 - c) cerrar la válvula del circuito lleno y abrir la siguiente, efectuando la purga como en b
 - d) efectuar las mismas operaciones para todos los circuitos, uno por uno
 - e) al final abrir todas las válvulas y asegurarse una vez más de que la purga esté exenta de aire.

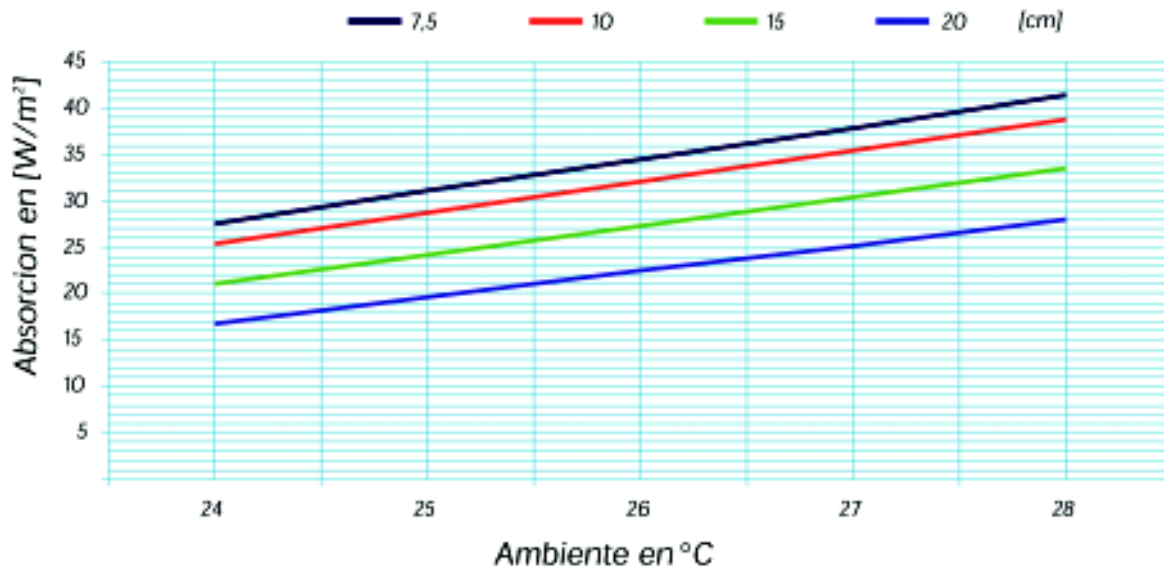
Las operaciones descritas son esenciales para conseguir el perfecto llenado de los tubos y asegura la correcta circulación del agua.

REFRIGERACION MEDIANTE SUELO RADIANTE

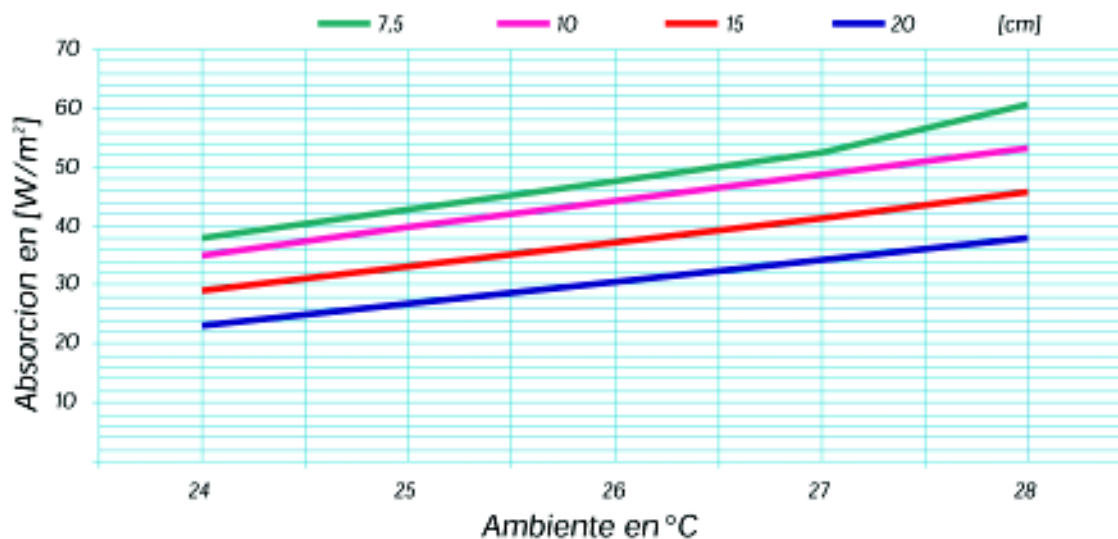
La posibilidad de refrigerar mediante el sistema de suelo radiante es una innovación que Giacomini ha estudiado y experimentado profusamente desde el principio de los años 90, con instalaciones piloto en localidades europeas diversas, a fin de comparar los resultados y evaluar la bondad del proyecto.

El sistema Giacoklima, tal como es conocido hoy en día, funciona perfectamente gracias entre otros, a los dispositivos capaces de proteger del riesgo de condensaciones.

PARQUET: Absorción térmica en función de la temperatura ambiente y el paso entre tubos en cm - Temperatura de ida 14°C



CERAMICA: Absorción térmica en función de la temperatura ambiente y el paso entre tubos en cm - Temperatura de ida 14°C



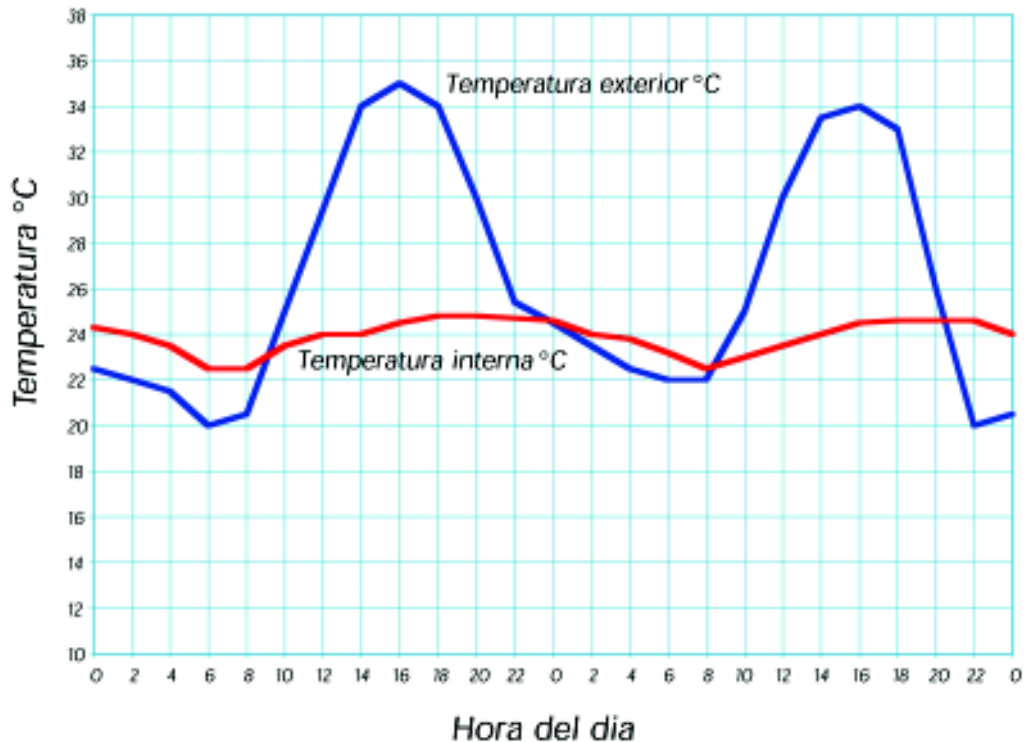
La baja eficacia del suelo revestido de moqueta desaconseja su empleo como pavimento refrescante. El rendimiento que se obtiene es tan reducido que resulta antieconómico.

Resultados prácticos de la refrigeración por suelo radiante

Los gráficos siguientes muestran claramente la evolución de la temperatura interior de diferentes tipos de viviendas refrigeradas mediante suelo radiante.

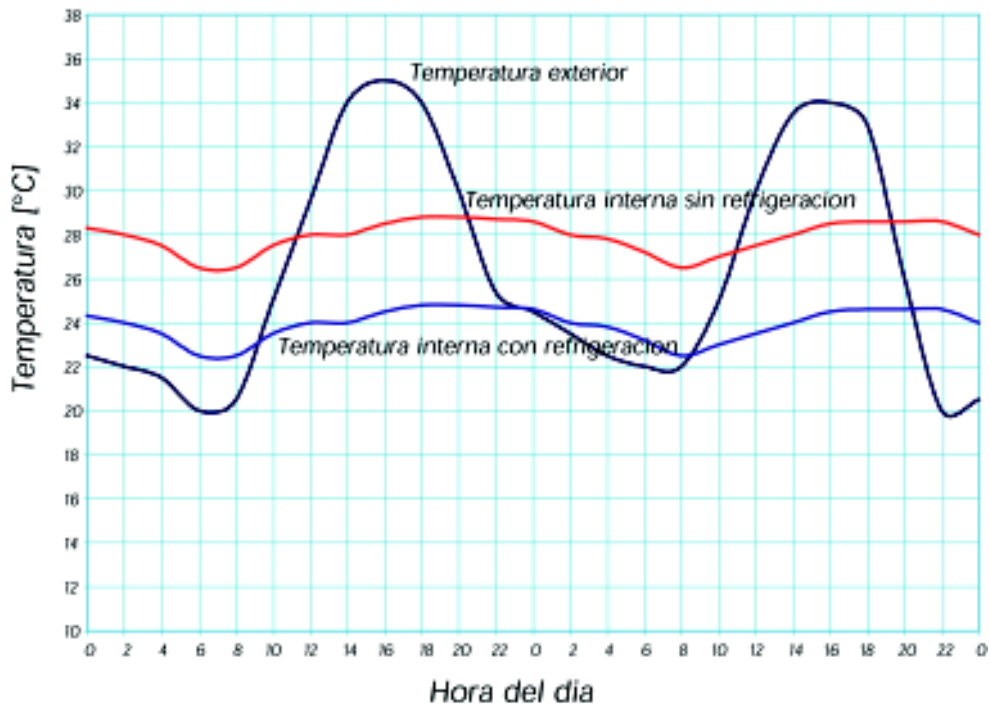
El primero de ellos se refiere a una vivienda unifamiliar situada en la Suiza italiana cerca del lago de Lugano, y muestra la estabilidad de la temperatura ambiente, mientras que la externa alcanza valores alrededor de los 35°C.

Evolución temperaturas exterior-interior con suelo radiante



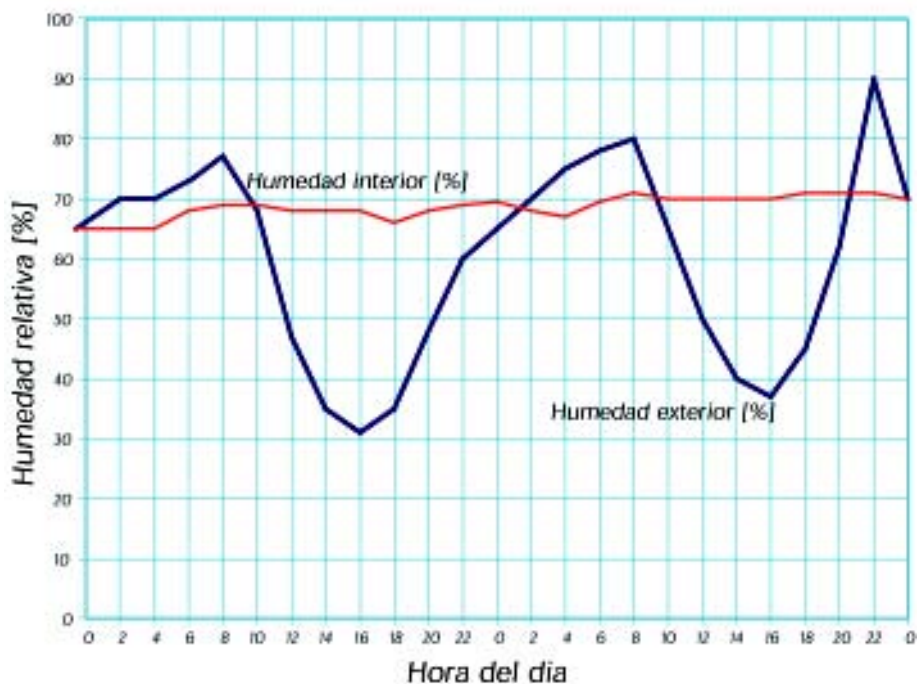
Estos datos corresponden al mes de agosto de 1995. De los gráficos se puede deducir el comportamiento de la instalación. Mientras la temperatura externa alcanza los 35°C, la interna se mantiene dentro del entorno de los 24°C–25°C. Durante la noche la temperatura exterior queda por debajo de la interior, lo que demuestra que hay horas durante las que el sistema no actúa. Particularmente interesante ha sido la confrontación de esta gráfica con la de otra vivienda contigua parecida, pero sin instalación de refrigeración por suelo.

Viviendas idénticas con y sin refrigeración

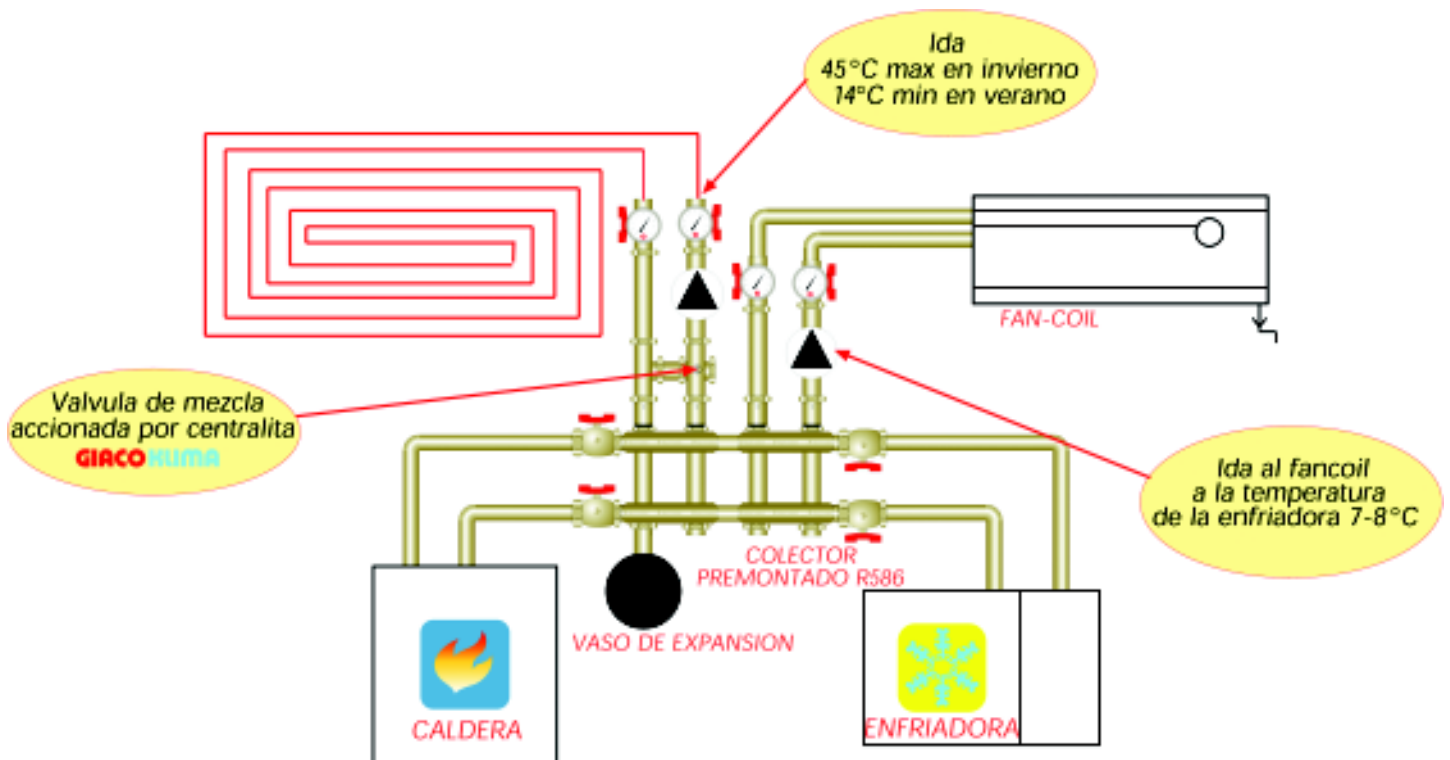


La diferencia medida entre la temperatura interior de las dos viviendas es de alrededor de 4°C. En algunas horas del día se han medido 25°C en la refrigerada y 29°C en la no refrigerada. Esta es precisamente la diferencia que hace confortable el ambiente. La realidad ha demostrado que las dudas que en su momento surgieron por motivo de la humedad, carecían de base; el gráfico siguiente muestra el curso seguido por la humedad relativa del entorno.

Evolución humedad relativa interior/exterior



Como se puede apreciar, la humedad interior no suele tener oscilaciones importantes. Si se quiere sin embargo reducir o controlar con mayor precisión la humedad, se puede recurrir a una distribución de este tipo:



El funcionamiento es el siguiente: el agua a baja temperatura procedente de la enfriadora es mezclada por la válvula a tres vías Giacomini controlada por una centralita Giacoklima y enviada a la instalación a una temperatura programada. La temperatura del agua de ida al fan-coil es en cambio la misma de la enfriadora. En este caso se consiguen dos efectos: reducir la humedad sustrayendo el calor latente e incrementar la aportación de frío al entorno cuando la carga térmica es particularmente elevada.

Consumo de energía para refrigeración

Trabajando a una temperatura mínima de 14°C, la enfriadora puede ofrecer rendimientos muy elevados.

Por comprender mejor la eficacia de la instalación tomamos como ejemplo un piso de 100 m² con pavimento de cerámica. Para una emisión de 35 W por m² tenemos unas necesidades totales de energía frigorífica de 3500 W.

Dando a la enfriadora un COP de 3,5 (fácilmente alcanzable en las condiciones de empleo citadas) la potencia eléctrica necesaria será:

$$\text{Watt (Pot. Eléctrica)} = \frac{\text{Watt (Pot. Frigorífica)}}{\text{COP}} = \frac{3500}{3,5} = 1000 \text{ W}$$

que es una potencia soportable fácilmente por cualquier contador doméstico. Es evidente que se puede refrigerar una vivienda sin ulteriores gastos por la instalación de contadores más potentes y costosos.

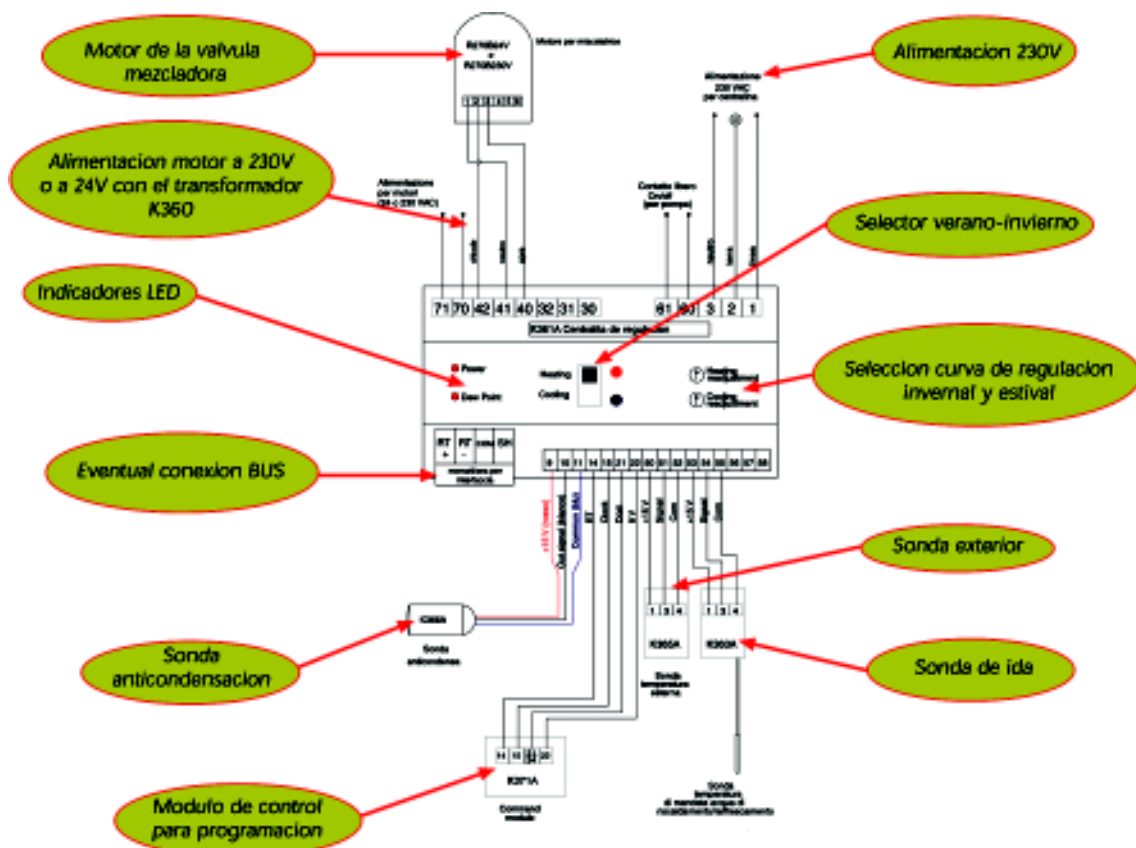
Regulación y tarado.

Los tipos de regulación que se requieren en la instalación son dos:

- Regulación de la temperatura del agua de ida
- Regulación individual de los circuitos

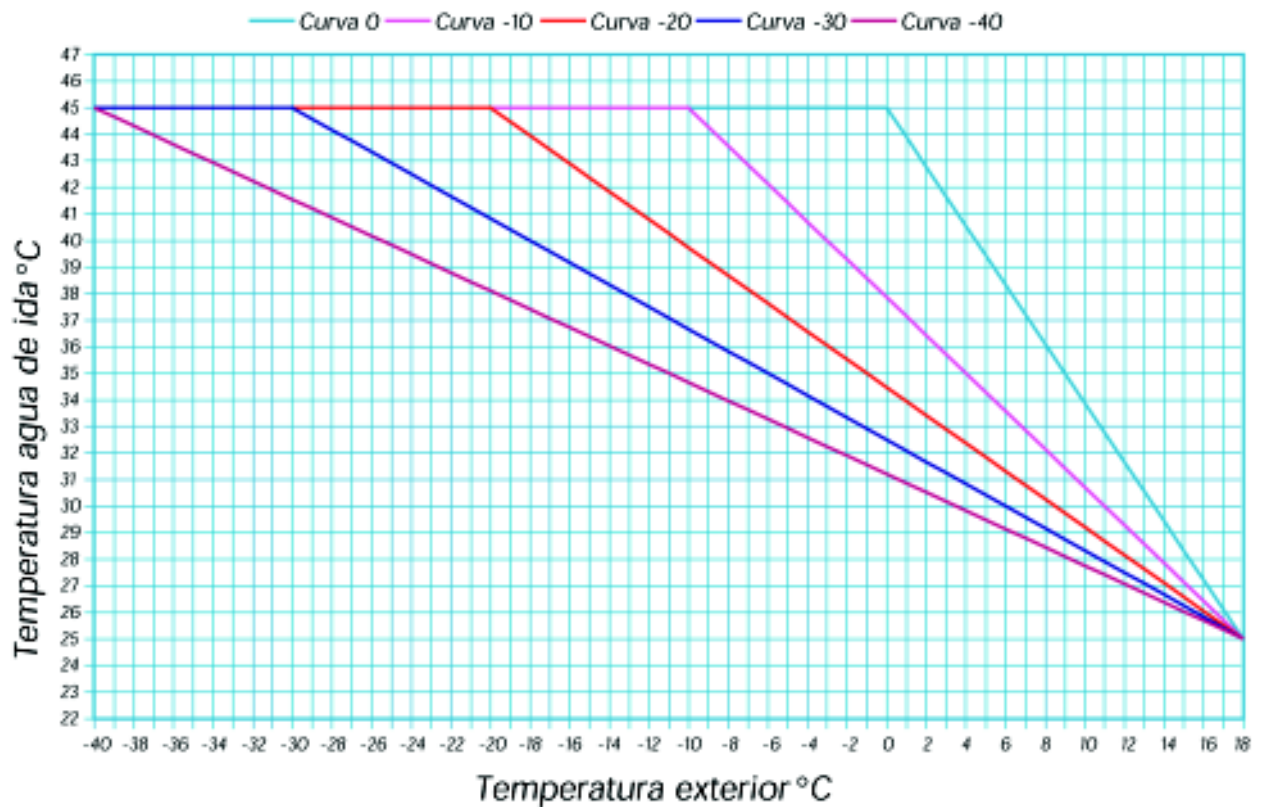
Regulación de la temperatura del agua de ida

Centralita Glacoklima



La regulación se efectúa mediante la centralita Giacoklima esquematizada en la página anterior.

La centralita acciona automáticamente la válvula mezcladora montada sobre el colector de distribución R586, adecuando la temperatura del agua de ida en función de la temperatura exterior, según la curva de regulación elegida. Para la medición de las temperaturas emplea las sondas de temperatura exterior (K365A) y de temperatura del agua de ida (K363A). La curva de regulación debe ser elegida en función de las condiciones climáticas, siguiendo los valores indicados sobre el gráfico siguiente:

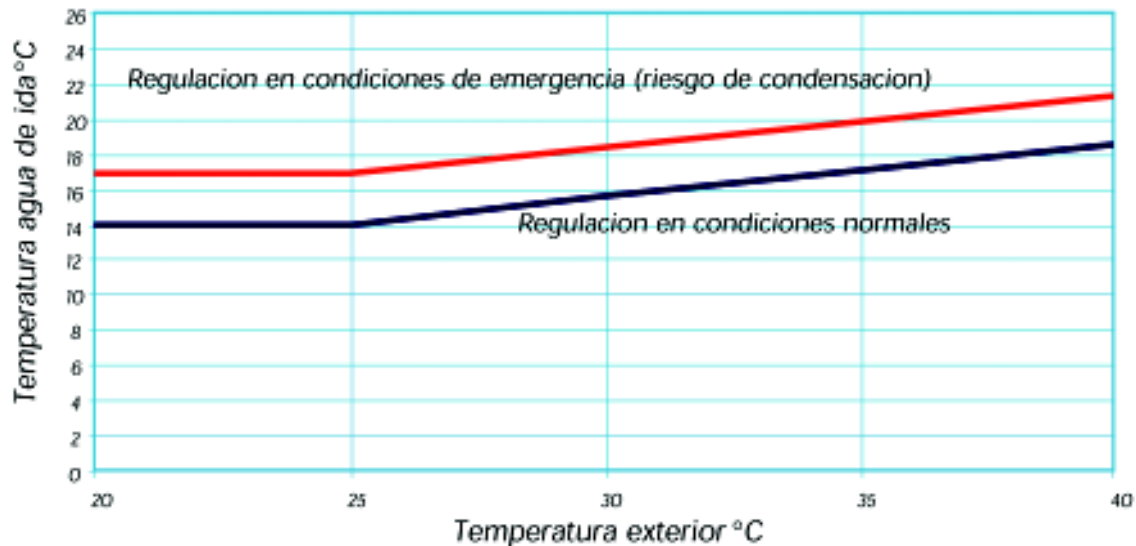


La curva de regulación a elegir debe situarse entre las indicadas, teniendo en consideración la temperatura exterior de proyecto, a la que la instalación aporta su potencia nominal. Ejemplo: temperatura externa de proyecto -10°C , comporta la temperatura máxima del agua de ida, normalmente 45°C , cuando la temperatura externa alcanza el valor mínimo de -10°C .

De los gráficos se deduce que en caso de que se desee una temperatura de agua de ida más elevada, se cambiará a una curva situada más a la derecha. En efecto, si tenemos fijada la curva -10 y una temperatura externa de -7°C , para conseguir una temperatura de ida más elevada desplazaremos la regulación hacia la curva 0 porque en este caso la temperatura del agua en vez de 43°C se situará en 45°C , con la consiguiente mayor emisión térmica.

Regulación estival

El funcionamiento estival de la centralita Giacoklima obedece al siguiente esquema:



La temperatura de agua de ida nunca baja de los 14°C y tiende a ascender ligeramente con inclinación programable a partir de la temperatura externa de 25°C. La inclinación de la curva (de 0,2 a 0,8) debe ser elegida en función de la temperatura ambiente que se desea alcanzar en el local y de la humedad relativa. Si la zona en que se opera es muy húmeda, una curva muy plana es contraproducente, por cuanto la diferencia entre la temperatura del aire de renovación y la de las superficies interiores es cada vez mayor cuanto mayor es la temperatura externa. Es evidente que riesgo de condensación es elevado.

Además, aunque no se formaran condensaciones, la instalación trabajaría la mayor parte del tiempo en condiciones de seguridad sobre la curva superior, en cuyo caso la eficiencia de la superficie fría, es mínima.

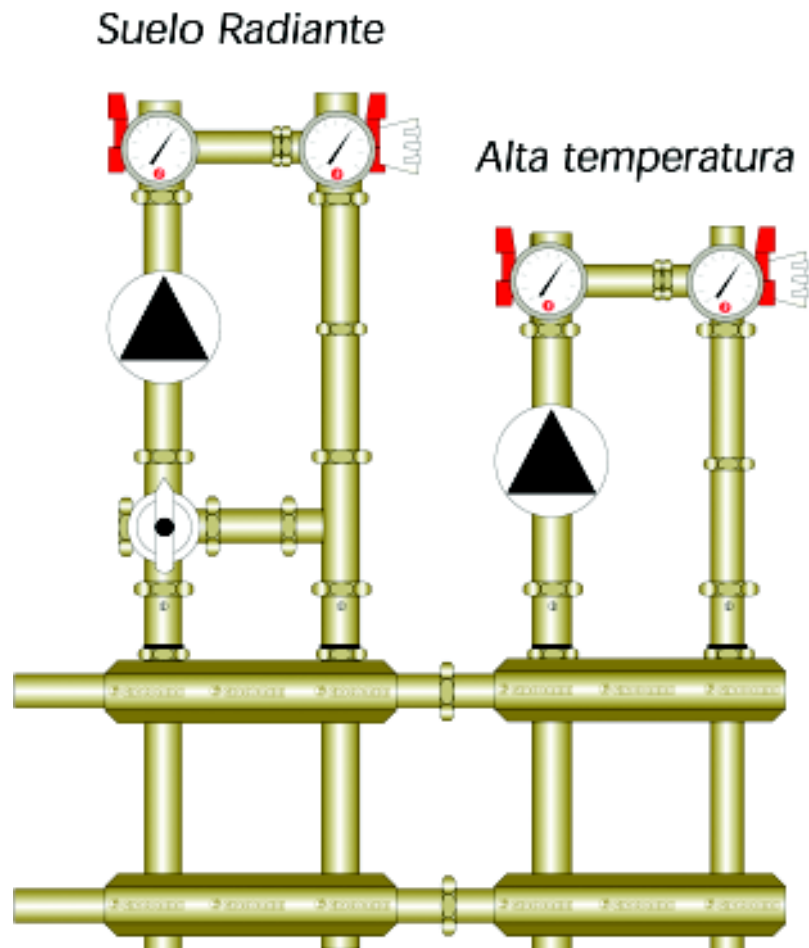
En cualquier caso una inclinación de alrededor de 0,3 es ideal para el suelo; eventuales correcciones son posibles actuando sobre el regulador mediante un destornillador. Las centralitas Giacoklima van equipadas de sonda anticondensación, que en el montaje se sitúa sobre las superficies más frías de la instalación y por lo tanto con mayor riesgo de condensación superficial.

Cuando sobre la superficie más fría se alcanza una humedad relativa superficial cercana al 95% se produce el desplazamiento automático de la curva de regulación sobre el valor más elevado (para el conexionado y funciones ver el párrafo «Centralita Giacoklima»)

Instalaciones mixtas

Instalación mixta es aquella en la que se emplea agua a baja y a alta temperatura al mismo tiempo. Puede realizarse de dos modos:

a) Con salidas separadas para la baja y la alta temperatura como indica el esquema siguiente:



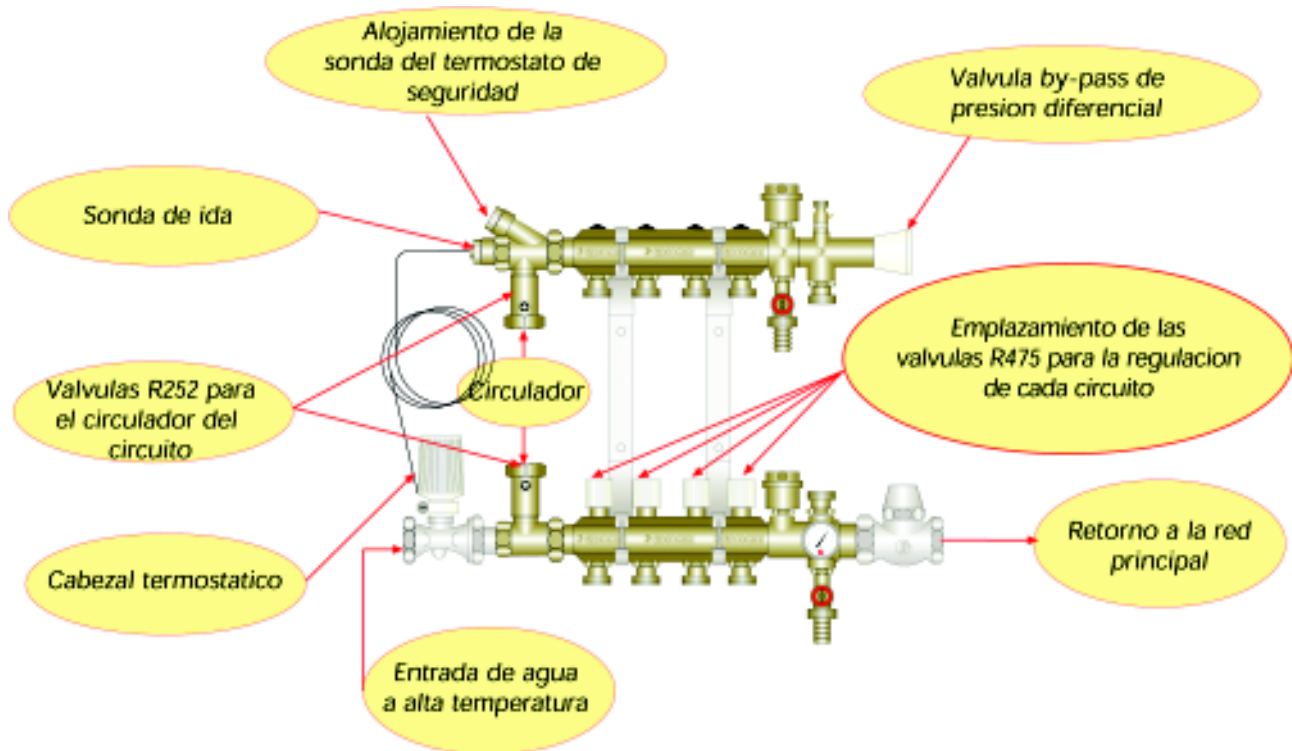
En este caso las dos instalaciones son efectivamente independientes y su control se adecúa a las condiciones previstas para cada uno de ellas.

Esta solución es especialmente indicada en caso de:

- . instalaciones claramente separadas, pero alimentadas desde una única central
- . instalaciones mixtas radiadores - suelo radiante, cuando las potencias son de un mismo nivel o parecido.

b) Regulación a punto fijo

El sistema de regulación más simple es el denominado **a punto fijo**, en el cual la temperatura de ida del agua se mantiene constante en el valor deseado. Este sistema resulta más económico y está especialmente indicado cuando una parte de la instalación es un suelo radiante, mientras el cuerpo principal está constituido por radiadores. La circulación constante del agua a alta temperatura es un requisito esencial para el buen funcionamiento del conjunto.



Colector R557 para la regulación a punto fijo de la temperatura del agua de ida a instalaciones de suelo radiante. En efecto el agua necesaria para el sistema de suelo radiante a baja temperatura proviene de la red principal de alimentación de los radiadores, por lo tanto a alta temperatura (aprox. 80°C)

Nota:

El caudal de agua a 80°C es solo una pequeña parte del caudal efectivo en juego.

De un balance de caudales y energía en juego se tiene:

- Balance entálpico: $m \cdot T_V = m_{80} \cdot 80 + m_R (T_V - 5)$
- Balance caudales: $m = m_{80} + m_R$

De cuyo

$$\frac{m_{80}}{m_R} = \frac{5}{(80 - T_V)}$$

Si $T_V = 45^\circ\text{C}$

$$\frac{m_{80}}{m_R} = 1/7$$

Dónde:

T_V = Temperatura de ida °C

T_R = Temperatura de retorno °C

m = Caudal total en juego Kg/h

m_{80} = Caudal a 80°C Kg/h

m_R = Caudal de retorno Kg/h

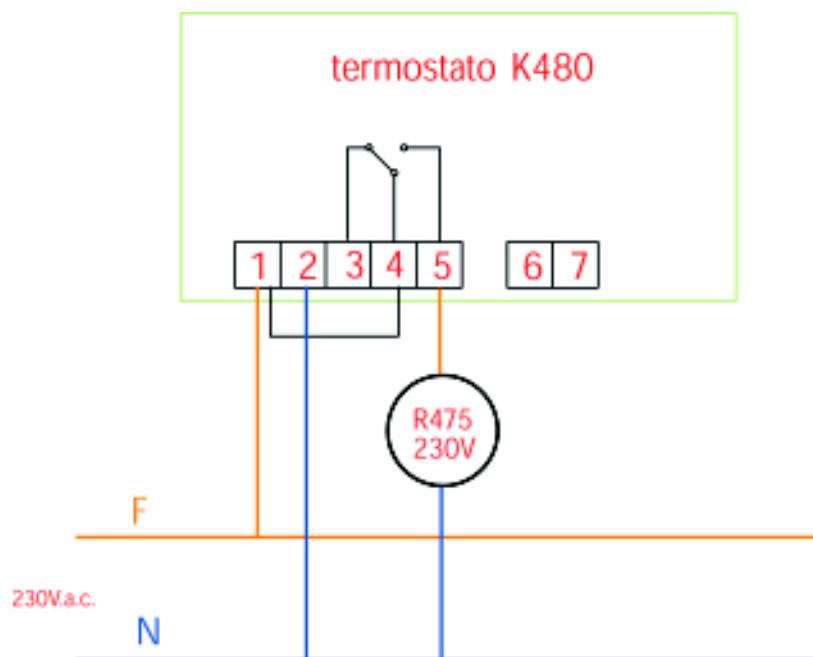
Regulación individual de los circuitos

La regulación individual de cada habitación (regulación secundaria), es muy importante tanto en términos de confort de las personas como en términos de ahorro de energía. Tanto es así que hoy en día, es ya obligatorio por ley en muchos países europeos. Debe tener en cuenta los aportes de calor gratuitos en cada ambiente, tales como el calor generado por la iluminación, electrodomésticos, radiación solar a través de ventanas, las propias personas que ocupan aquel ambiente, etc. De igual modo que en una instalación por radiadores no se debe olvidar la utilización de válvulas termostáticas, sobre el suelo radiante que constituye un verdadero y propio cuerpo calefactor, debe ser instalada la correspondiente regulación termostática.

Los colectores premontados para suelo radiante, R553D y R557, son sistemas preparados para el funcionamiento con actuadores termostáticos capaces de controlar la temperatura ambiente cerrando o abriendo el flujo del agua en cada circuito.

Estos actuadores pueden ser del tipo usado en los radiadores, con un elemento sensor situado en la pared de la habitación a controlar, o bien el más habitual, del tipo electrotérmico accionado mediante un termostato de ambiente.

El conexionado del cabezal electrotérmico R475 a un termostato de ambiente K480, es el siguiente:



Protección del circulador contra sobrepresiones

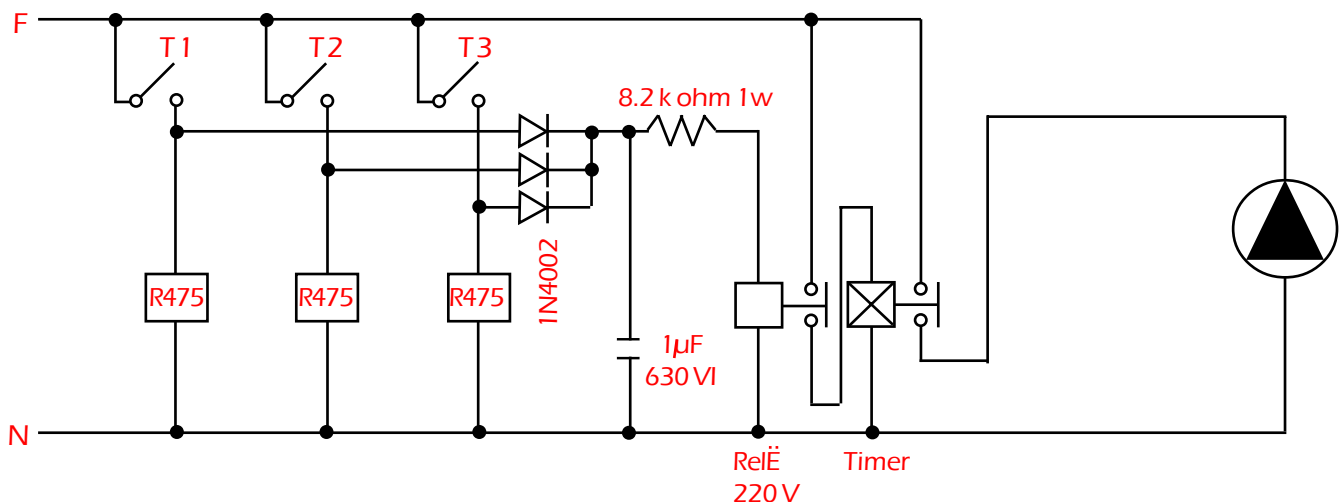
Es sabido que el funcionamiento de un circulador resulta anómalo cuando el caudal desciende por debajo de un valor mínimo, característico de la propia bomba.

Cuando cierran progresivamente los circuitos de distribución, controlados por los termostatos de ambiente, la presión en el circulador aumenta y el caudal circulante disminuye, pudiendo alcanzar el punto de funcionamiento anómalo.

El método más utilizado para evitar tal sobrepresión es recurrir a un sistema de presión diferencial. Giacomini cuenta con grupos diferenciales R147 (válvula diferencial genérica para todas las aplicaciones), R148 (grupo diferencial para colectores) y R284 (válvula diferencial para grupos universales de caldera) utilizables en cada caso según la instalación y de la función requerida. En el colector R557 la válvula diferencial se incluye de serie. Su regulación se efectúa en base a las características de la bomba, limitando la presión al 80% del valor máximo indicado en la curva de la misma.

Tanto desde el punto de vista energético como funcional resulta importante que además la bomba se pare cuando todos los circuitos quedan cerrados. Si el control de los circuitos se realiza mediante termostatos que actúan sobre los cabezales eléctricos R475 situados sobre el colector R557, es posible realizar la desconexión del circulador cuando se cierra el último circuito e igualmente, activar la bomba a la apertura del primero.

El esquema es el siguiente:



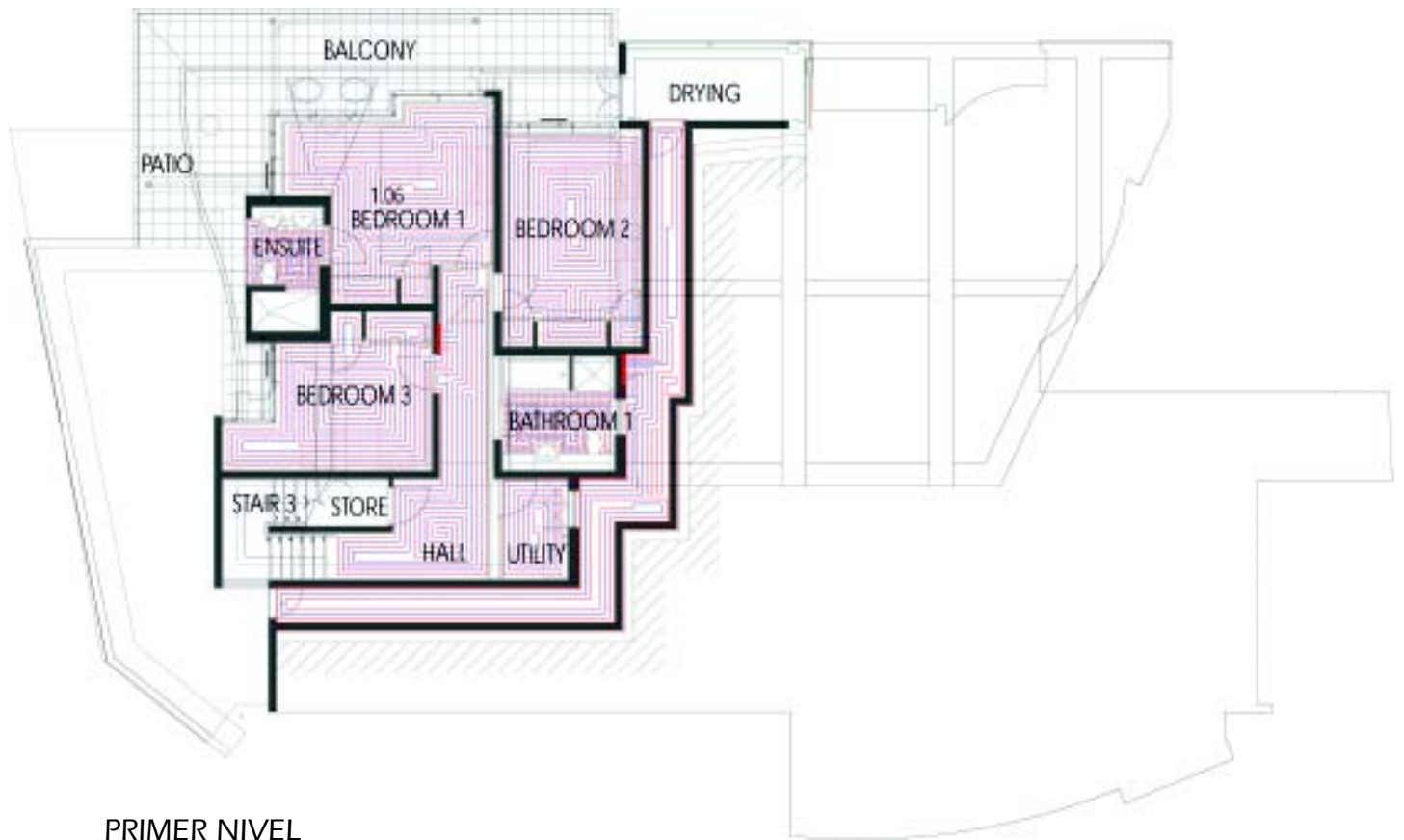
Esquema de conexión/desconexión automática del circulador con la intervención de varios termostatos

El esquema indicado muestra la forma más conveniente de realizar esta función de forma automática, según haya o no circuitos activos sobre el colector. Mediante los diodos (1N 4002 en el ejemplo) conectados a una resistencia (8,2 kOhm) y condensador (1 μF, 630 V) como se indica en el esquema, se obtiene la conexión - desconexión del relé de la bomba al comienzo - final de la alimentación procedente de uno cualquiera de los diodos y por lo tanto de los circuitos controlados.

Para tener en cuenta retrasos al cierre y a la apertura de los cabezales es oportuno insertar un temporizador de modo que la conexión de la bomba sea retardada en 3 minutos, cuando las válvulas electroterómicas ya estén abiertas y no en cambio a la primera señal eléctrica a la que no corresponde todavía la efectiva apertura hidráulica del circuito.

Ejemplos de instalaciones

Los ejemplos siguientes tienen el objetivo de facilitar indicaciones prácticas relativas a la instalación de calefacción y refrigeración en aplicaciones diferentes.



PRIMER NIVEL



SEGUNDO NIVEL

Instalación sólo calefacción por suelo radiante en vivienda

Situación del vivienda: Wellington–Nueva Zelanda Tipo de edificio: Plurifamiliar con 3 apartamentos denominados «Unidad A.», «Unidad B», y «Unidad C» Tubo usado para el distribución: Giacotherm 18x2

Consideraciones relativas a la elección del sistema.

La elección ha caído en este caso sobre la calefacción por suelo porque el cliente lo tiene expresamente indicado, convencido del confort que proporciona. El revestimiento con parquet del suelo y la elevada tasa de humedad de la zona (80% - 85%) no aconsejaba la refrigeración. El dimensionado de la instalación se basa por tanto en un paso de tubo adecuado a solo calefacción. La refrigeración habría precisado para estas condiciones, una adecuada deshumidificación que el cliente no ha querido. Se conectará en todo caso una enfriadora a la instalación, utilizando el frío producido, aunque con un paso relativamente amplio y con rendimiento por m² muy limitado.

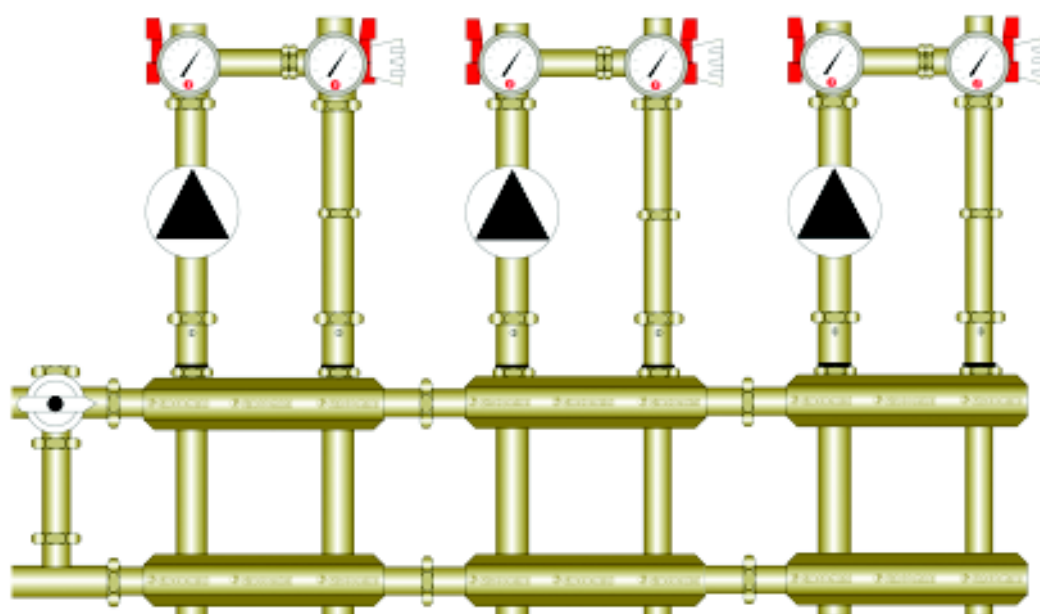
Con ello se asegurará en todo caso una temperatura agradable sin pretender una refrigeración más allá de los límites impuestos por las condiciones climáticas locales.

Descripción de la instalación

El edificio está constituido por 4 plantas y los diversos apartamentos se articulan entre ellas de modo inusual.

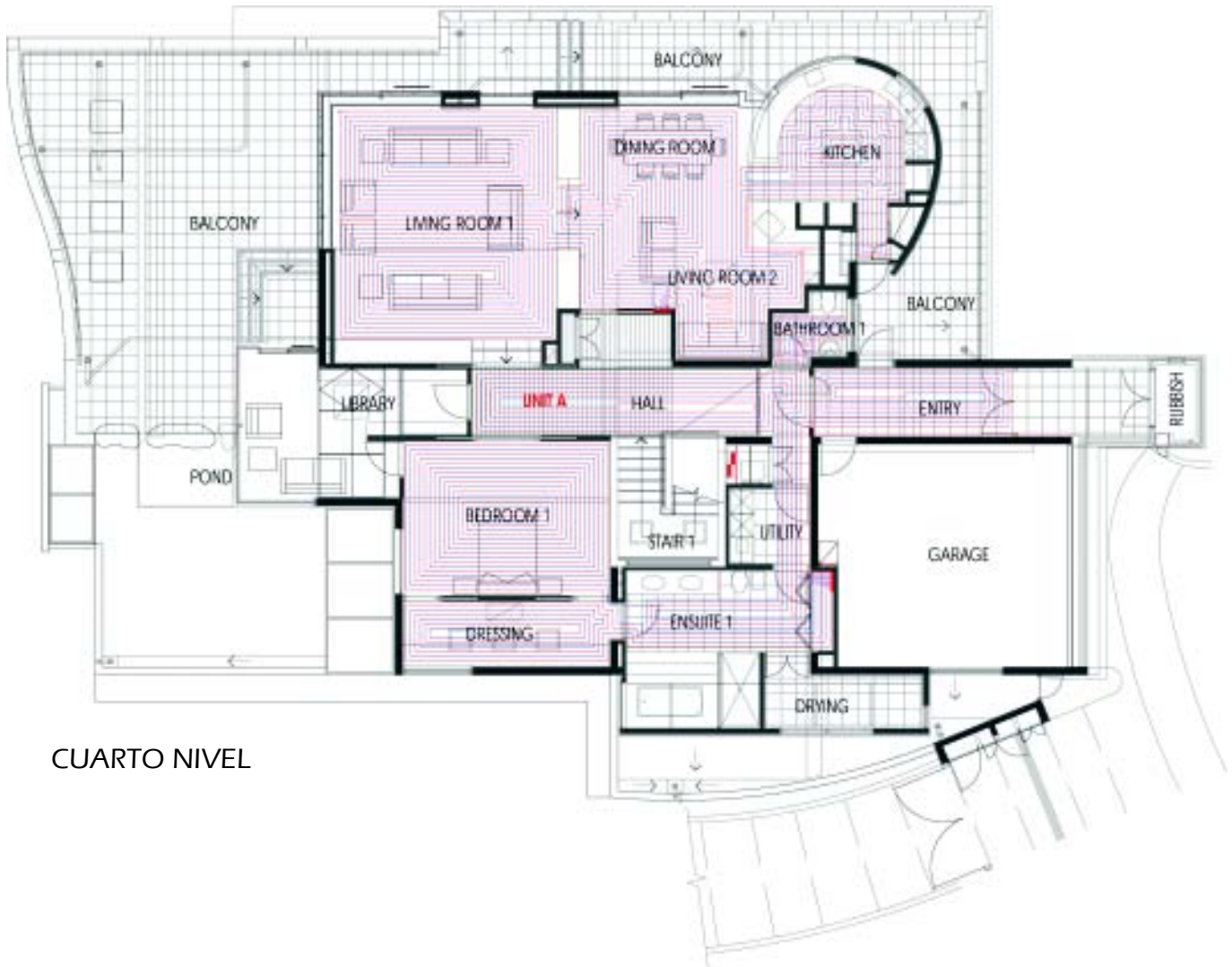
- Apartamento A: se encuentra sobre el Nivel 4 (zona de día) y sobre parte del Nivel 3 (zona de noche)
- Apartamento B: La zona de día se encuentra sobre el Nivel 3 y la de noche sobre el Nivel 2, prácticamente bajo la zona de noche de A.
- Apartamento C: También este se articula entre el Nivel 2 y el Nivel 1

se trata pues de disponer 3 líneas de alimentación desde la central térmica (separada del edificio), cada una de las cuales alimentará un apartamento. Esto hace posible la total independencia y la contabilización del calor.





TERCER NIVEL



CUARTO NIVEL

Condiciones de cálculo

- Temperatura ambiente: 20 °C
- Temperatura máxima superficial del pavimento: 29 °C
- Temperatura máxima superficial del pavimento de los baños: 31 °C
- Salto térmico del agua de calefacción: entre 4 y 8°C

Materiales necesarios:

Vivienda A						
nivel	Tipo de colector	Tipo de caja	Metros de tubo diámetro Bx2	m ² de aislante	Adaptadores R179 BxB.14	Regula- ciones
4	R553D/4 1 1/4" x B	R500B	370	78	8	K480
4	R553D/5 1 1/4" x B	R500B	238	47	10	R475 + K480
3	R553D/7 1 1/4" x B	R500B	366	68	14	R475 + K480
Características de la bomba : 2685 L/h con H = 37,5 kPa						

Vivienda B						
nivel	Tipo de colector	Tipo de caja	Metros de tubo diámetro Bx2	m ² de aislante	Adaptadores R179 BxB.14	Regula- ciones
3	R553/2 1 x B	R500A	147	29	4	R475 + K480
2	R553D/6 1 x B	R500B	461	96	12	R475 + K480
Características de la bomba : 1624 L/h con H = 59,8 kPa						

Vivienda C						
nivel	Tipo de colector	Tipo de caja	Metros de tubo diámetro Bx2	m ² de aislante	Adaptadores R179 BxB.14	Regula- ciones
2	R553D/4 1 1/4" x B	R500B	250	53	8	R475+ K480
2	R553D/5 1 1/4" x B	R500B	225	44	10	R475+ K480
1	R553D/6 1 1/4" x B	R500B	397	80	12	R475+ K480
Características de la bomba 26 l/h con H = 27,9 kPa						

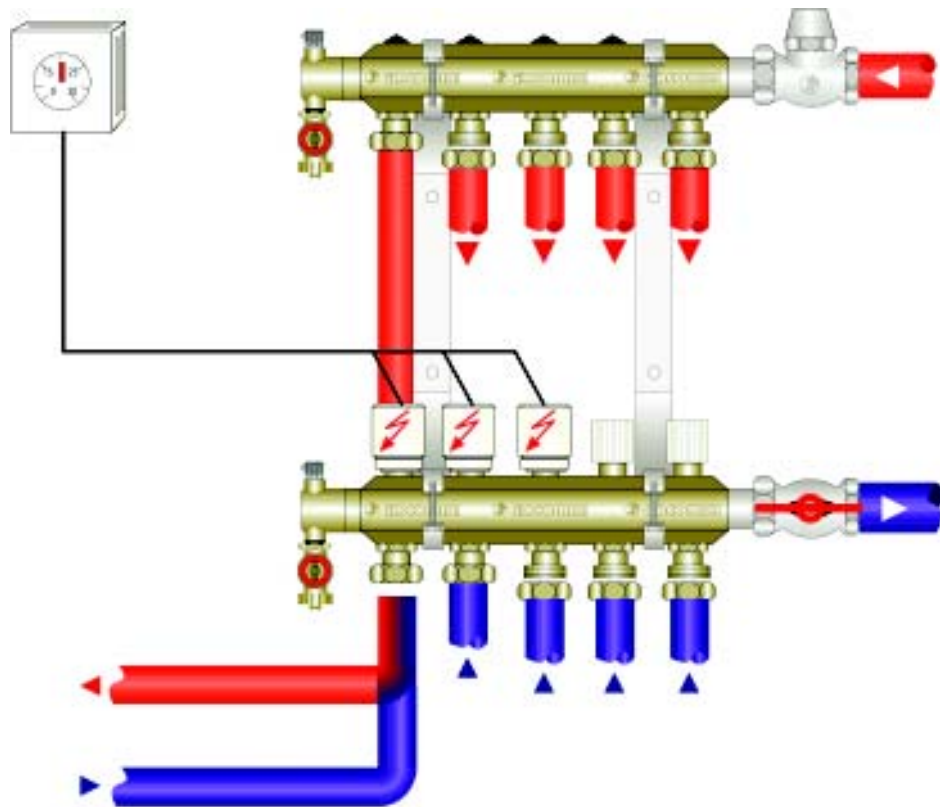
Equilibrado

El equilibrado de los circuitos se efectúa por el detentor incorporado al colector, según los datos que proporciona el programa de cálculo. En el caso examinado el intervalo de regulación varía entre las 0,5 vueltas del detentor a partir de la posición de todo cerrado (para los locales cuyos circuitos son de longitud limitada) hasta totalmente abierto para los circuitos más largos. Para el cálculo se han utilizado las indicaciones de la primera parte de esta publicación, en referencia a suelos con revestimiento de madera.

Regulación

El control de la temperatura de ida es realizado con una única válvula mezcladora situada al principio del grupo universal R586, porque depende solamente de las condiciones climáticas externas.

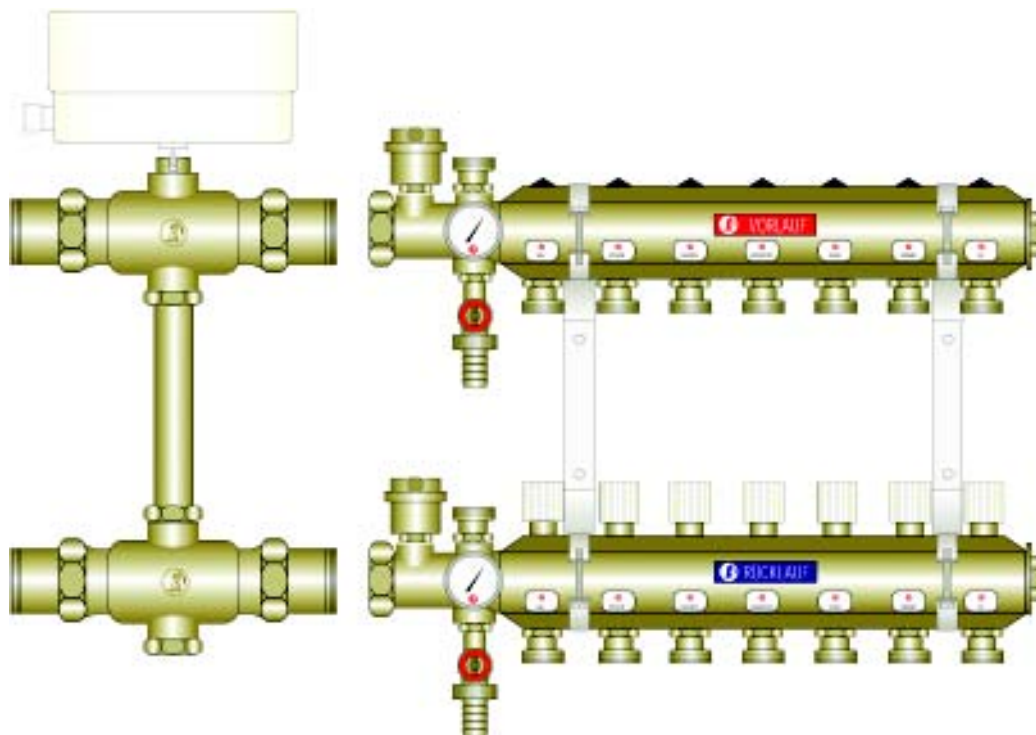
Para la medición del consumo de las tres unidades de las viviendas, cada uno de ellas cuenta con un contador de energía. La regulación de cada local es confiada a un termostato de ambiente que actúa sobre cabezales electrotérmicos situados sobre el colector de distribución R553D.

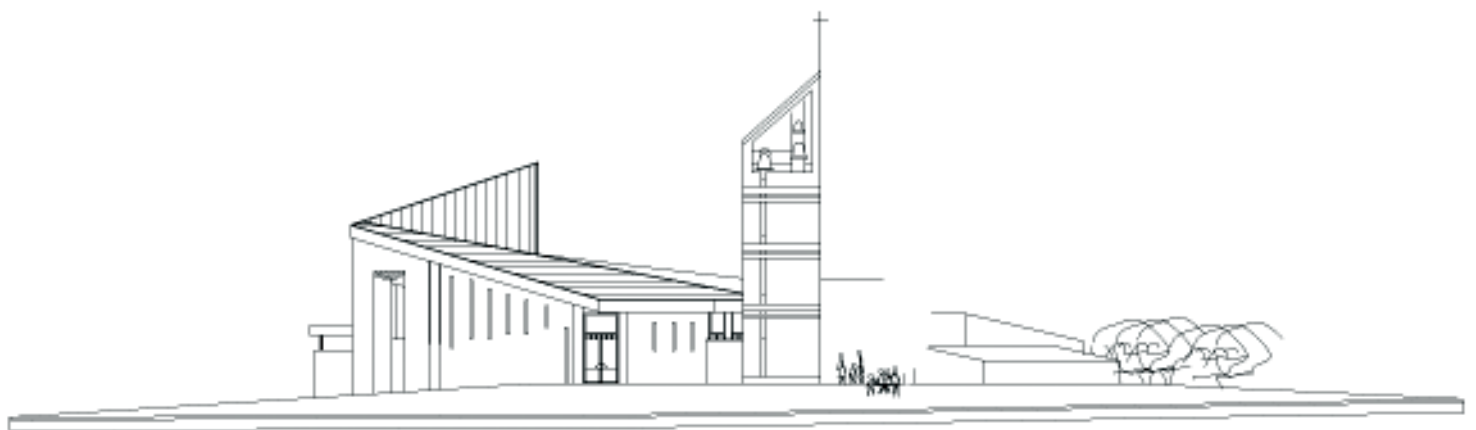
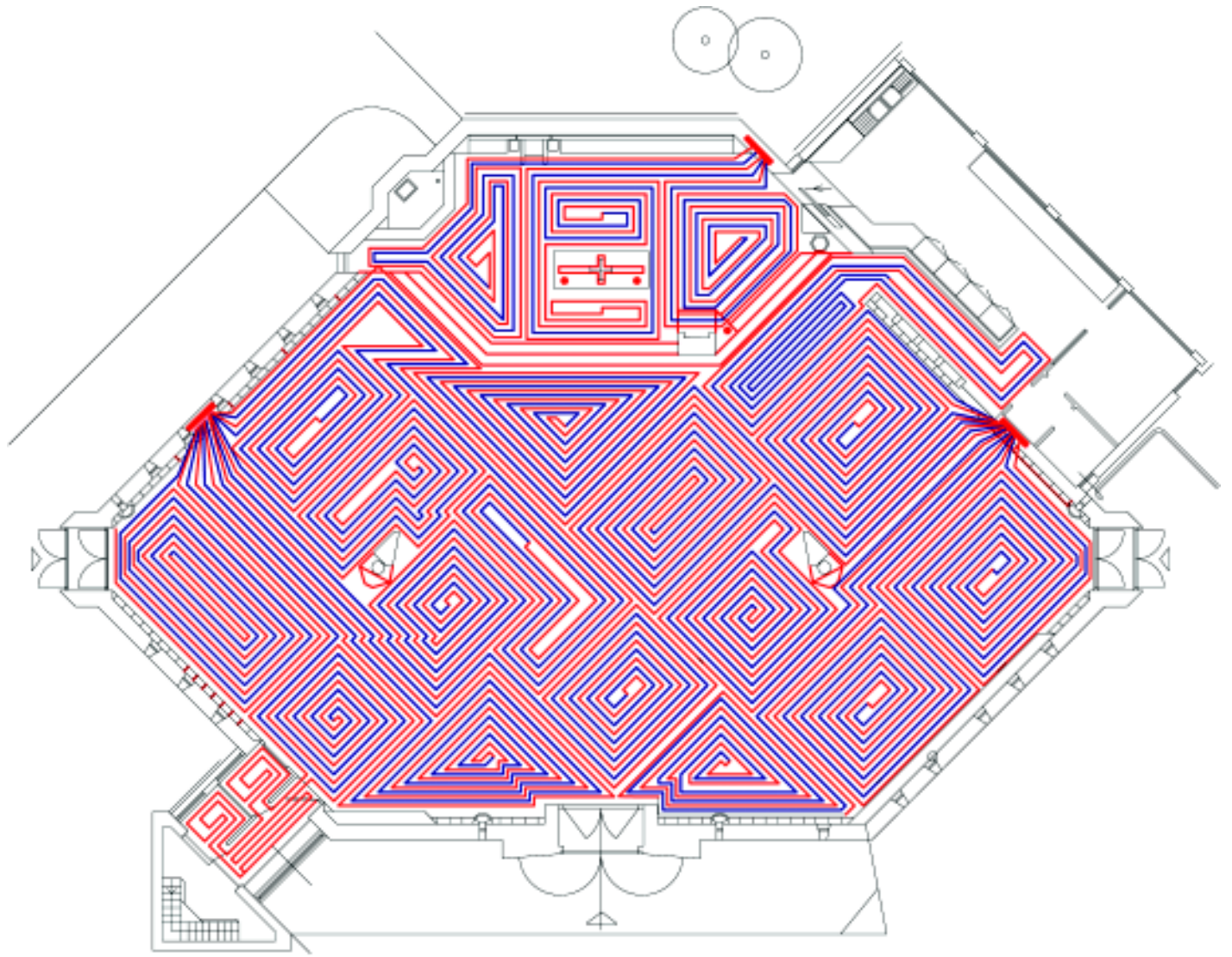
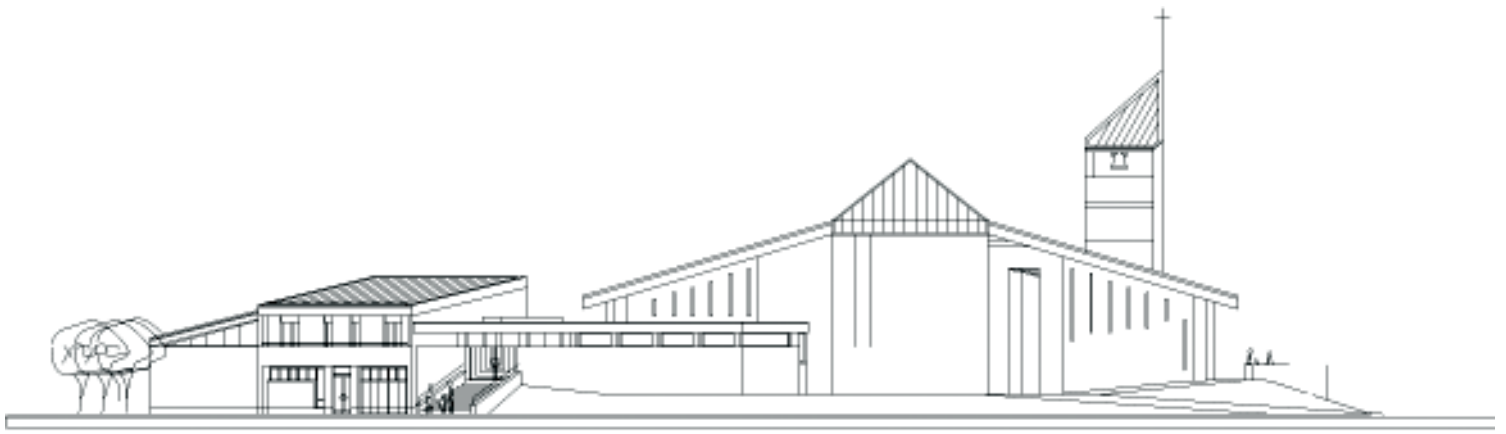


Regulación mediante válvula de zona R278 y servomotor R270A

La regulación por zonas ha sido efectuada mediante válvula de zona sobre colector, accionada por termostato ambiente.

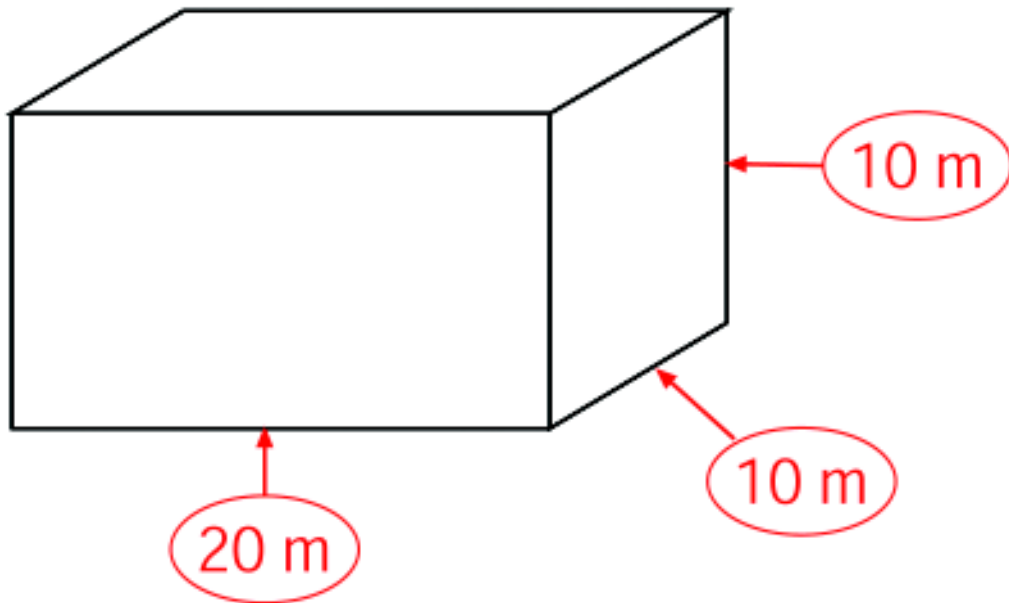
La regulación por local se consigue con cabezales electro térmicos R475 y también termostatos ambiente K480.



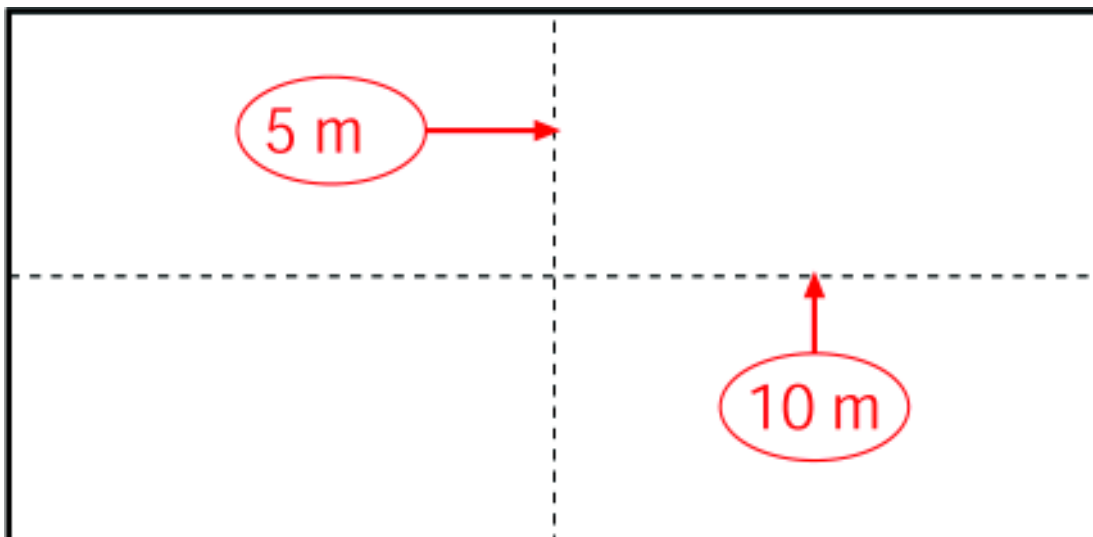


Iglesias y grandes superficies

Cuando nos encontramos en ambientes de superficies relativamente grandes nuestra sensación térmica resulta notablemente influenciada por la temperatura de dichas superficies. Para comprender mejor este concepto pondremos un ejemplo, asumiendo como base de cálculo las indicaciones de las normas ISO 7726



Para una persona colocada en el centro de la iglesia se tienen las siguientes distancias :



Aplicando los cálculos de los ISO 7726, considerando el suelo a 29°C y a las paredes a una temperatura variable entre 14°C y 15°C, se consigue una temperatura radiante equivalente $T_r = 22^\circ\text{C}$ (consecuencia de la influencia de los ángulos de exposición de la persona con respecto de las diversas superficies)

En la práctica la persona que se encuentra en el centro del edificio tiene la misma sensación de quien se encuentra dentro de una estructura cuyas paredes están a una media de 22°C. Considerando a título de ejemplo el aire a la temperatura de 15°C, la temperatura operante que resulta es de :

$$T_O = (22 + 15) / 2 = 18,5 \text{ }^\circ\text{C}$$

Temperatura más que suficiente para asegurar el confort a los presentes, que además probablemente lleven ropa de abrigo.

SOLICITE NUESTRO CATALOGO EN CD-ROM



GIACOMINI ESPAÑA, S.L.
Ctra. Viladrau Km 10 - Pol. Ind. Monmany, nº 2
08553 SEVA (BARCELONA)
Tel: 93 884 1001 - Fax: 93 884 10 73 - E-Mail:
giacomini.espana@giacomini.com