

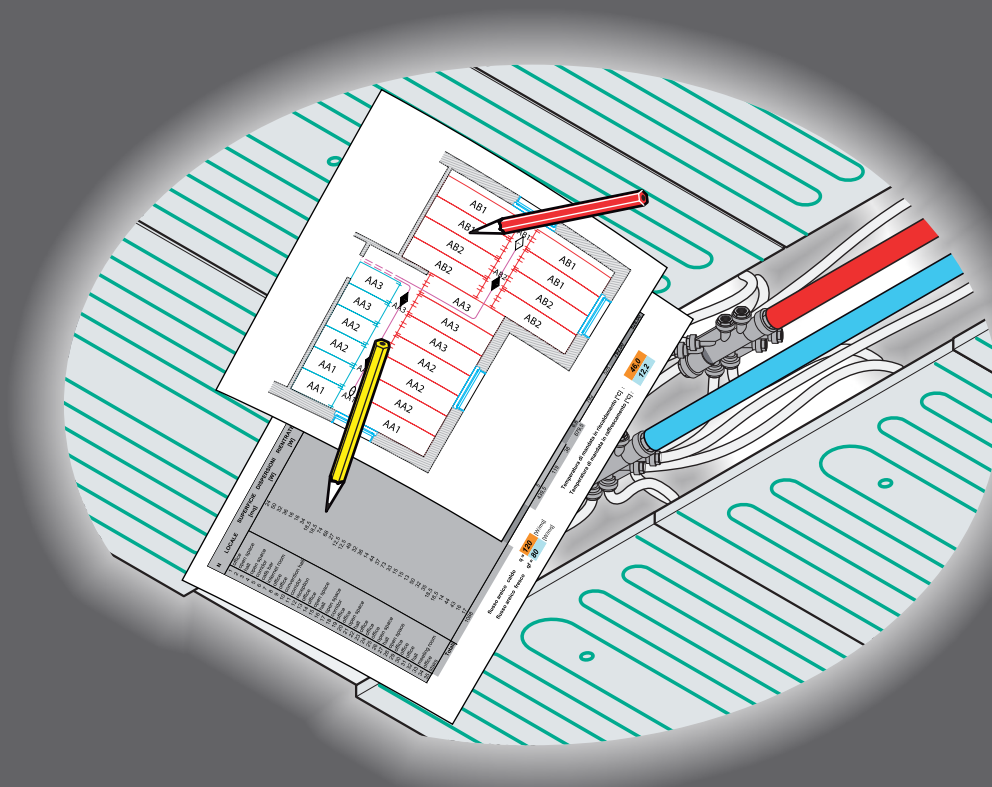
Sistemas radiantes por techo/pared
Sistemi radianti a soffitto/parete



b!klimax

Cálculo y dimensionado

Calcolo e dimensionamento



MANUAL TÉCNICO
MANUALE TECNICO



	Descripción	Descrizione	Pag.
1	Dimensionado paneles radiantes b!klimax	Dimensionamento pannelli radianti b!klimax	4
	<i>Consideraciones generales para el cálculo</i>	Considerazioni generali per il calcolo	4
	<i>Introducción para el cálculo</i>	Premessa per il calcolo	4
2	Descripción del sistema	Descrizione del sistema	5
	<i>Características físicas de los paneles</i>	Caratteristiche fisiche dei pannelli	5
	<i>Distribución</i>	Distribuzione	5
	<i>Informaciones para el cálculo</i>	Informazioni per il calcolo	7
	<i>Potencia en calefacción</i>	Rese in riscaldamento	9
	<i>Potencia en refrescamiento</i>	Rese in raffrescamento	10
	<i>Contenido de agua</i>	Contenuto d'acqua	11
	<i>Formulas para la pérdida de carga</i>	Formule per le perdite di carico	11
	<i>Equilibrado de los circuitos principales</i>	Bilanciamento dei circuiti principali	13
	<i>Datos técnicos de las válvulas del colector MAXI</i>	Dati tecnici delle valvole del collettore MAXI	13
3	Cálculo de la instalación	Calcolo dell'impianto	15
	<i>Cálculo de la instalación sólo calefacción en invierno</i>	Calcolo dell'impianto per solo riscaldamento invernale	15
	<i>A) selección de la temperatura media del agua</i>	A) scelta della temperatura media dell'acqua	15
	<i>B) estimación de la superficie útil activa</i>	B) stima della superficie utile attiva	15
	<i>C) valoración gráfica de la superficie útil activa</i>	C) valutazione grafica della superficie utile attiva	16
	<i>D) verificación de las potencias en juego</i>	D) verifica delle potenze in gioco	16
	<i>E) selección de la distribución en los varios locales</i>	E) scelta della distribuzione nei vari locali	16
	<i>F) cálculo del caudal para dimensionado de bombas</i>	F) calcolo delle portate per il dimensionamento delle pompe	16
	<i>Cálculo de la instalación de climatización estival/invernal</i>	Calcolo dell'impianto per climatizzazione estiva / invernale	17
	<i>A) selección de la temperatura media del agua</i>	A) scelta della temperatura media dell'acqua	17
	<i>B) estimación de la superficie útil activa</i>	B) stima della superficie utile attiva	17
	<i>C) valoración gráfica de la superficie útil activa</i>	C) valutazione grafica della superficie utile attiva	18
	<i>D) verificación de las potencias en juego</i>	D) verifica delle potenze in gioco	18
	<i>E) selección de la distribución en los varios locales</i>	E) scelta della distribuzione nei vari locali	18
	<i>F) cálculo del caudal para dimensionado de bombas</i>	F) calcolo delle portate per il dimensionamento delle pompe	18
	<i>Consideraciones</i>	Considerazioni	18
4	Flujo térmico pasivo posterior al panel	Flusso termico passivo dietro il pannello	19
5	Ejemplo de cálculo en calefacción	Esempio di calcolo in riscaldamento	22
	<i>Material utilizado</i>	Materiale impiegato	28
6	Ejemplo de cálculo en refrescamiento y calefacción	Esempio di calcolo in raffrescamento e riscaldamento	29
	<i>Material utilizado</i>	Materiale impiegato	36

CONSIDERACIONES GENERALES PARA EL CÁLCULO

El dimensionado de los paneles radiantes empieza con las siguientes consideraciones preliminares:

1. Potencia en calefacción
2. Potencia en refrescamiento

que a la vez están en función del tipo de revestimiento aplicado sobre los paneles:

3. Potencia en calefacción:
 - Paneles enyesados
 - Paneles revestidos con azulejos
 - Paneles revestidos con cartónyeso
4. Potencia en refrescamiento:
 - Paneles enyesados
 - Paneles revestidos con azulejos
 - Paneles revestidos con cartónyeso

También se deberá considerar el tipo de aplicación:

1. Paneles radiantes por pared
2. Paneles radiantes por techo

INTRODUCCIÓN PARA EL CÁLCULO

En un principio deberán ser fijados los límites operativos para el correcto funcionamiento de las instalaciones.

Estos límites serán:

- Temperaturas máximas superficiales (invierno): considerar correcto un dimensionado para valores de 32°C, con posibilidad de dimensionar para temperaturas superficiales de 35°C u otras.
- Temperatura superficial mínima (verano): igual al punto de rocío (valor variable en función de las condiciones de temperatura y humedad relativa ambiente).
- Velocidad mínima del agua en los tubos de los paneles (circuito elemental) igual a 0,2 m/seg para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías contra pendiente.
- Velocidad máxima del agua en los tubos de los paneles (circuito elemental) igual a 0,8 m/seg para evitar la presencia de ruidos molestos en la instalación.
- Velocidad mínima del agua en circulación en los tubos de distribución general (tubos diámetro 20x2 mm, circuitos principales) igual a 0,30÷0,35 m/seg para evitar la formación de bolsas de aire en tuberías contra pendiente.
- Velocidad máxima del agua en circulación en los tubos de distribución general (tubos diámetro 20x2 mm, circuitos principales) igual a 0,6 m/seg para evitar la presencia de ruidos molestos en la instalación.

CONSIDERAZIONI GENERALI PER IL CALCOLO

Il dimensionamento dei pannelli radianti prende l'avvio dalle seguenti considerazioni preliminari:

1. Rese in riscaldamento
2. Rese in raffrescamento

che a loro volta saranno in funzione del tipo di rivestimento applicato sui pannelli:

3. Rese in riscaldamento:
 - Pannelli intonacati
 - Pannelli rivestiti con piastrelle
 - Pannelli rivestiti con cartongesso
4. Rese in raffrescamento:
 - Pannelli intonacati
 - Pannelli rivestiti con piastrelle
 - Pannelli rivestiti con cartongesso

Inoltre si dovrà considerare il tipo di applicazione:

1. Pannelli radianti a parete
2. Pannelli radianti a soffitto

PREMESSA PER IL CALCOLO

In via preliminare dovranno essere fissati dei limiti operativi per il corretto funzionamento degli impianti.

Tali limiti saranno:

- Temperatura superficiale minima (estate): pari al punto di rugiada (valore variabile in funzione delle condizioni di temperatura e umidità relativa ambiente).
- Temperature massime superficiali (inverno): considerare corretta una progettazione per valori di 32 °C, con possibilità di dimensionare per temperature superficiali di 35 °C o anche oltre.
- Velocità minima dell'acqua nei tubi dei pannelli (circuiti elementari) pari a 0,2 m/seg per evitare la formazione di sacche d'aria nelle tubazioni in contropendenza.
- Velocità massima dell'acqua nei tubi dei pannelli (circuiti elementari) pari a 0,8 m/seg per evitare l'insorgere di fastidiose rumorosità con il funzionamento degli impianti.
- Velocità minima dell'acqua in circolazione nei tubi della distribuzione generale (tubi di diametro 20x2 mm, circuiti principali) pari a 0,30÷0,35 m/seg per evitare la formazione di sacche d'aria nelle tubazioni in contropendenza.
- Velocità massima dell'acqua in circolazione nei tubi della distribuzione generale (tubi di diametro 20x2 mm, circuiti principali) pari a 0,6 m/seg per evitare l'insorgere di fastidiose rumorosità con il funzionamento degli impianti.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS PANELES

Los paneles prefabricados llevan incorporados los circuitos, realizados con tubo PB diám. 6x1mm, con la siguiente longitud:

- 2 circuitos de 14 metros, para paneles dim. 2200x600 mm
- 1 circuito de 15 metros, para paneles dim. 1200x600 mm
- 1 circuito de 8 metros, para paneles dim. 600x600 mm

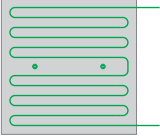
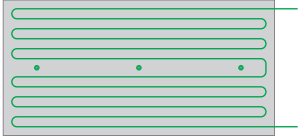

Los circuitos, realizados con tubo en PB diám. 6x1 mm, vienen denominados "**circuitos elementales**".

CARATTERISTICHE FISICHE DEI PANNELLI

I pannelli prefabbricati hanno già incorporati i circuiti, realizzati con tubo in PB diam. 6x1 mm, aventi le seguenti lunghezze:

- N. 2 circuiti da 14 metri, per i pannelli dim. 2200x600 mm
- N. 1 circuito da 15 metri, per i pannelli dim. 1200x600 mm
- N. 1 circuito da 8 metri, per i pannelli dim. 600x600 mm

I circuiti, realizzati con tubo in PB diam. 6x1 mm, vengono chiamati "**circuiti elementari**".

Dimensiones paneles radiantes Misure pannelli radianti		600x600 mm Circuito/Circuito 8 m 1/2 circuito elemental 1/2 circuito elementare
	1200x600 mm Circuito/Circuito 15 m 1 circuito elemental 1 circuito elementare	
	2200x600 mm Circuito/Circuito n° 2 x 14 m 2 circuito elemental 2 circuito elementare	

DISTRIBUCIÓN

Los circuitos de calefacción (o de refrescamiento) serán realizados de la forma como se describe seguidamente:

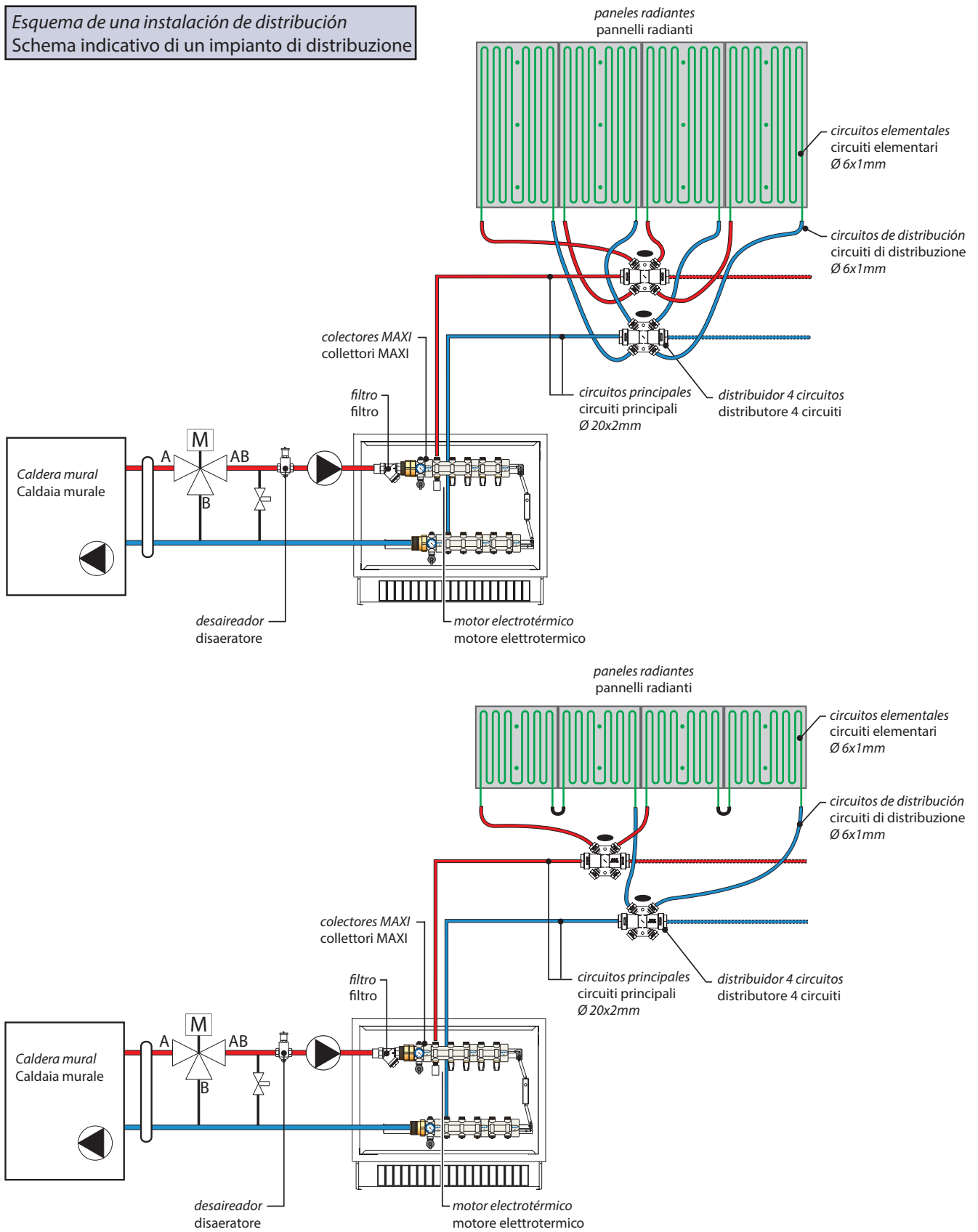
1. Por el generador de calor (caldera o refrigerador), con ayuda de los elementos de termorregulación (eventualmente de acumuladores) el fluido se envía a los colectores principales (llamados "colectores de derivación", colectores MAXI). De estos colectores vienen derivados los "circuitos principales".
2. En los colectores MAXI se aconseja colocar un desaireador (separador de microburbujas) que tiene la función de mantener siempre bien desaireado y en perfecta eficiencia la instalación.
3. Los colectores MAXI pueden orientarse tanto hacia arriba como hacia abajo, y pueden llevar cabezales electrotérmicos sobre cada circuito de forma que actúen en tipo ON-OFF sobre cada "circuito principal". Los colectores MAXI están dotados de filtro inspeccionable, con el fin de evitar que impurezas en el agua puedan obstruir el paso en los tubos de pequeño diámetro. Los colectores están aislados con revestimientos anticóndensación.
4. Cada circuito principal deberá servir un único ambiente (para poder convenientemente gestionar la instalación). Si el ambiente es muy grande se podrá servir con más circuitos.
5. Desde los circuitos principales, con la ayuda de los colectores de distribución (llamados "distribuidores") vienen derivados los paneles radiantes; por medio de racores de conexión rápida los circuitos elementales se conectan a los circuitos principales. Los distribuidores están dotados de uniones de conexión rápida, y vienen previstos de aislamiento anticóndensación.

DISTRIBUZIONE

I circuiti del riscaldamento (o del raffrescamento) saranno eseguiti nel modo di seguito descritto:

1. Dal generatore di calore (caldaia o refrigeratore), con l'ausilio di opportuni organi di termoregolazione (ed eventualmente di accumuli) il fluido termovettore viene inviato ai collettori principali (chiamati "collettori di derivazione", collettori MAXI).
Da questi collettori vengono derivati i "circuiti principali".
2. A monte dei collettori MAXI si consiglia un opportuno disaeratore (separatori di microbolle) che ha lo scopo di mantenere sempre ben sfiatato e in perfetta efficienza l'impianto.
3. I collettori MAXI possono essere orientati sia verso l'alto che verso il basso, e possono avere dei motori elettrotermici sul singolo circuito in modo da poter attuare degli interventi di tipo ON-OFF sui singoli "circuiti principali". I collettori MAXI sono dotati di filtro ispezionabile, al fine di evitare che impurità presenti nell'acqua possano ostruire il passaggio nei tubi di piccolo diametro. Gli stessi collettori sono opportunamente coibentati con gusci anticóndensa.
4. Ogni circuito principale tendenzialmente dovrebbe servire un unico ambiente (per poter convenientemente gestire l'impianto). Se l'ambiente è molto vasto esso potrà essere servito da più circuiti.
5. Dai circuiti principali, con l'ausilio di appositi collettori di distribuzione (chiamati "distributori") vengono derivati i pannelli radianti; per mezzo di raccordi ad innesto rapido i circuiti elementari vengono allacciati ai circuiti principali. I distributori sono già preassemblati con gli attacchi ad innesto rapido, e sono anch'essi dotati di isolamento anticóndensa.

Esquema de una instalación de distribución
 Schema indicativo di un impianto di distribuzione



INFORMACIONES PARA EL CÁLCULO

Con las informaciones indicadas anteriormente se pueden fijar las siguientes condiciones:

- El caudal de agua nominal de un circuito elemental (tubo diám. 6x1 mm) viene fijado en 20 Kg/h. Este caudal de agua conlleva una velocidad de circulación de 0.44 m/s; un circuito de longitud 15 metros con una pérdida de carga de 1745 DaPa (mmWC).

CAUDAL DE AGUA NOMINAL: **20 kg/h**
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN: **0.44 m/s**
PÉRDIDA DE CARGA: **1745 DaPa (mmca)**

- Hay que tener presente que el número MÍNIMO de paneles de mayores dimensiones (2200x600 mm) conectados a un circuito principal es cerca de 6, por lo tanto, el número MÍNIMO de circuitos elementales derivados de un circuito principal son 12. Esto equivale a decir que el caudal de agua mínimo de un circuito principal es de 240 Kg/h. La correspondiente velocidad en los tubos de diámetro 20x2 mm es de 0,33 m/s. En realidad el número podrá ser inferior, dado que la instalación de distribución estará siempre bien desaireada en fase de funcionamiento con el oportuno desaireador (separador de microburbujas) el cual, necesario en la instalación, se encargará de mantener todo en perfecta eficiencia.

NÚMERO MÍNIMO PANELES 2200x600: **6**



Observaciones: en el desgraciado caso que surgieran problemas de falta de circulación por la existencia de aire, el simple cierre de otros circuitos, obligando al circulador a servir sólo al circuito implicado, resuelve brillantemente el caso.

- Análogamente al punto precedente, el número MÍNIMO (que es posible colocar) de paneles de dimensiones 1200x600 mm a conectar en un circuito de distribución principal es de 12.

NÚMERO MÍNIMO PANELES 1200x600: **12**

- Los circuitos de los Paneles pequeños (dimensiones 600x600 mm) tienen una longitud cerca de la mitad de los otros Paneles. Para estos Paneles la regla será: conectar en serie 2 circuitos con el fin de homogeneizar las longitudes. 2 circuitos en serie forman un nuevo circuito elemental.

- El número MÁXIMO de Paneles de mayores dimensiones (2200x600 mm) a conectar a un circuito principal es de 12, por lo tanto el número MÁXIMO de circuitos elementales derivados de un circuito principal es de 24. Esto equivale a decir que el caudal de agua máxima de un circuito principal es de 480 Kg/h. Su correspondiente velocidad en los tubos de diámetro 20x2 mm es de 0,66 m/s.

NÚMERO MÁXIMO PANELES 2200x600: **12**

INFORMAZIONI PER IL CALCOLO

Con le informazioni riportate precedentemente si possono dunque fissare delle ulteriori condizioni:

- La portata d'acqua nominale di un circuito elementare (tubo diam. 6x1 mm) viene fissata pari a 20 Kg/h. Questa portata d'acqua comporta una velocità di circolazione pari a 0.44 m/s; un circuito di lunghezza 15 metri presenta una caduta di pressione pari a 1745 DaPa (mm.c.a.).

PORTATA D'ACQUA NOMINALE: **20 kg/h**
VELOCITÀ DI CIRCOLAZIONE: **0.44 m/s**
CADUTA DI PRESSIONE: **1745 DaPa (mm.c.a.)**

- Per quanto possibile bisogna aver presente che il numero MINIMO di pannelli di maggiori dimensioni (2200x600 mm) da collegare ad un circuito di principale è pari a 6, ovvero, se possibile, tenere come MINIMO il numero di circuiti elementari derivati da un circuito principale pari a 12. Ciò equivale a dire che la portata d'acqua minima di un circuito principale è pari a 240 Kg/h. La corrispondente velocità nei tubi di diametro 20x2 mm è di 0,33 m/s. In realtà il numero potrà essere anche inferiore, perché l'impianto di distribuzione sarà sempre ben disaerato in fase di messa in funzione dell'impianto e l'apposito disaeratore (separatore di microbolle) di cui l'impianto è necessariamente corredato si incaricherà di mantenere il tutto in perfetta efficienza.

NUMERO MINIMO PANNELLI 2200x600: **6**



Osservazione: nel malaugurato caso che insorgano problemi di mancata circolazione per la presenza di aria, la semplice intercettazione degli altri circuiti, costringendo il circolatore a servire il solo circuito implicato, risolve brillantemente il caso.

- Analogamente al punto precedente il numero MINIMO (per quanto possibile) di pannelli di dimensioni 1200x600 mm da collegare ad un circuito di distribuzione principale è pari a 12.

NUMERO MINIMO PANNELLI 1200x600: **12**

- I circuiti dei pannelli piccoli (dimensione 600x600 mm) sono di lunghezza pari a circa la metà degli altri pannelli. Per questi pannelli la regola sarà: collegamento in serie di 2 circuiti per volta, al fine di omogeneizzare le lunghezze. N. 2 circuiti in serie formano un nuovo circuito elementare.

- Il numero MASSIMO di pannelli di maggiori dimensioni (2200x600 mm) da collegare ad un circuito principale è pari a 12, ovvero il numero MASSIMO di circuiti elementari derivati da un circuito principale è pari a 24. Ciò equivale a dire che la portata d'acqua massima di un circuito principale è pari a 480 Kg/h. La corrispondente velocità nei tubi di diametro 20x2 mm è di 0,66 m/s.

NUMERO MASSIMO PANNELLI 2200x600: **12**

- Análogamente al punto precedente el número MÁXIMO de paneles de dimensiones 1200x600 mm a conectar a un circuito de distribución principal es de 24.

NÚMERO MÁXIMO PANELES 1200x600: **24**



En fase de proyecto normalmente se adoptará un número máximo de 20 circuitos elementales derivados de un circuito principal (10 Paneles de dimensiones 2200x600 mm o 20 Paneles de dimensiones 1200x600 mm)

- Temperatura máxima de impulsión invernal: según criterio de proyecto (que podrá depender de la disponibilidad de energía gratuita de paneles solares, por ejemplo, o de la oportunidad de disfrutar mejor los rendimientos de los generadores por condensación o por bomba de calor) se podrán utilizar temperaturas de 35°C, a 45°C o también valores superiores (con límite de 60°C). Temperaturas de impulsión más bajas favorecen el confort y limitan los consumos.

- Temperatura mínima de impulsión estival: en línea general la temperatura deberá ser tal de no causar fenómenos de condensaciones sobre las superficies; las temperaturas de impulsión más usuales estarán entorno a los 15÷16°C, pero podrán ser adoptados valores inferiores compatibles con las características de las estructuras (hasta temperaturas mínimas en impulsión de 8÷10°C). Temperaturas menos contenidas (adopción de superficies "activas" más grandes) privilegian el confort y permiten mejores rendimientos de los refrigeradores (conteniendo los consumos).

- Todo el sistema de climatización radiante funciona bien si va acompañado por un sistema de termorregulación sofisticado, que pueda con mucha precisión determinar los parámetros de funcionamiento óptimos, según las situaciones climáticas ambientales contenidas, y hacer intervenir a los actuadores en consecuencia. Es importante evidenciar el dimensionado oportuno de los sistemas de deshumidificación, relacionándolos con el uso de los ambientes, con el fin de obtener el ideal confort en verano.

- Analogamente al punto precedente il numero MASSIMO di pannelli di dimensioni 1200x600 mm da collegare ad un circuito di distribuzione principale è pari a 24.

NUMERO MASSIMO PANNELLI 1200x600: **24**



In fase di progettazione normalmente si adotterà un numero massimo di 20 circuiti elementari derivati da un circuito principale (10 pannelli di dimensioni 2200x600 mm oppure 20 pannelli di dimensioni 1200x600 mm).

- Temperatura massima di mandata invernale: a seconda del criterio di progettazione da privilegiare (che potrà dipendere dalla disponibilità di energia gratuita da pannelli solari, per esempio, o dalla opportunità di sfruttare meglio i rendimenti dei generatori a condensazione o a pompa di calore) si potranno utilizzare temperature di 35 °C, oppure di 45 °C ma anche valori superiori (al limite anche 60 °C). Temperature di mandata più contenute privilegiano il comfort e limitano i consumi.

- Temperatura minima di mandata estiva: in linea generale la temperatura dovrà essere tale da non causare fenomeni di condensazioni sulle superfici; le temperature di mandata più usuali si aggirano attorno ai 15÷16 °C, ma potranno essere adottati valori anche inferiori compatibilmente con le caratteristiche delle strutture (fino anche a temperature minime in mandata di 8÷10 °C). Temperature meno contenute (adozione di superfici "attive" più estese) privilegiano il comfort e permettono migliori rendimenti dei refrigeratori (contenimento dei consumi).

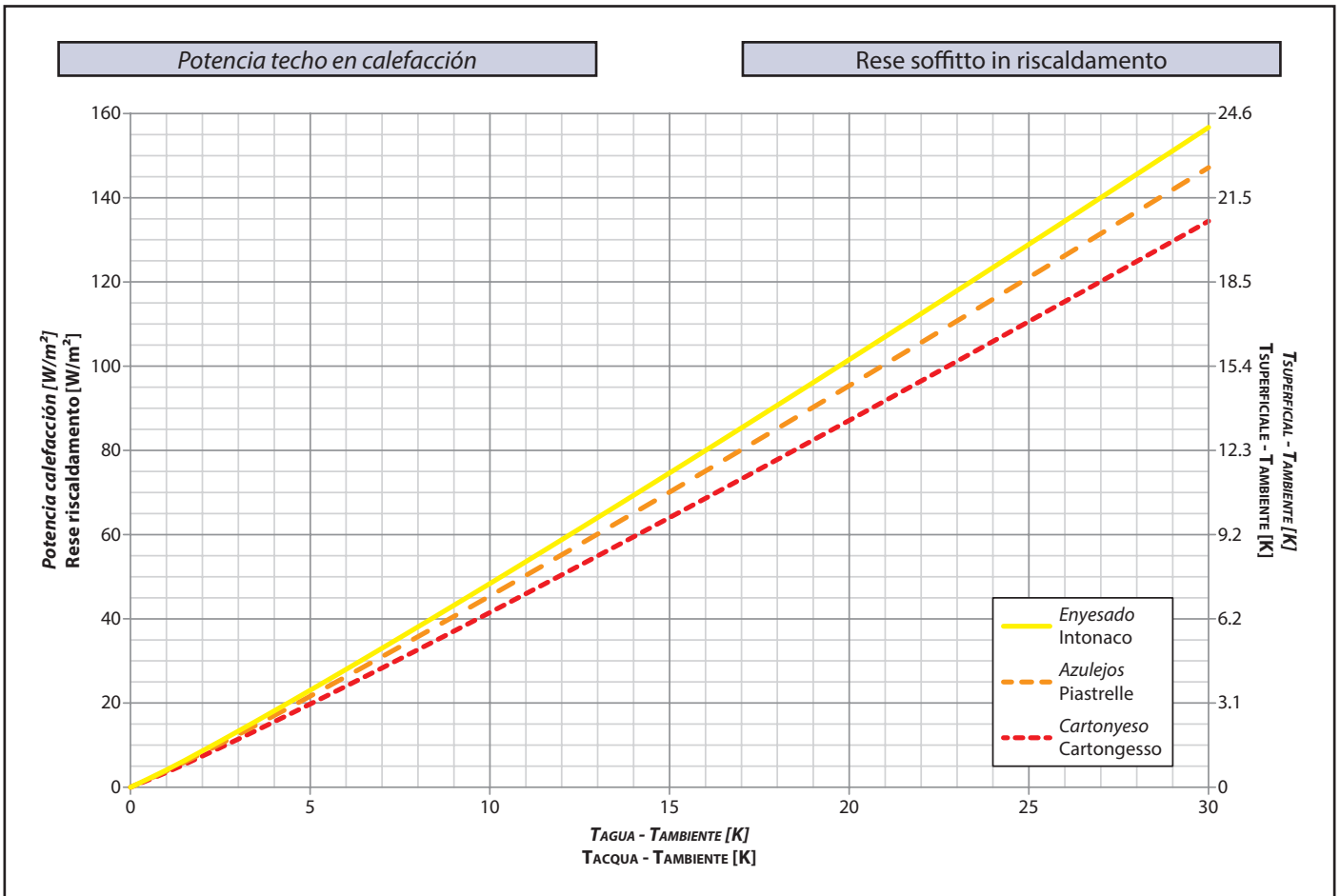
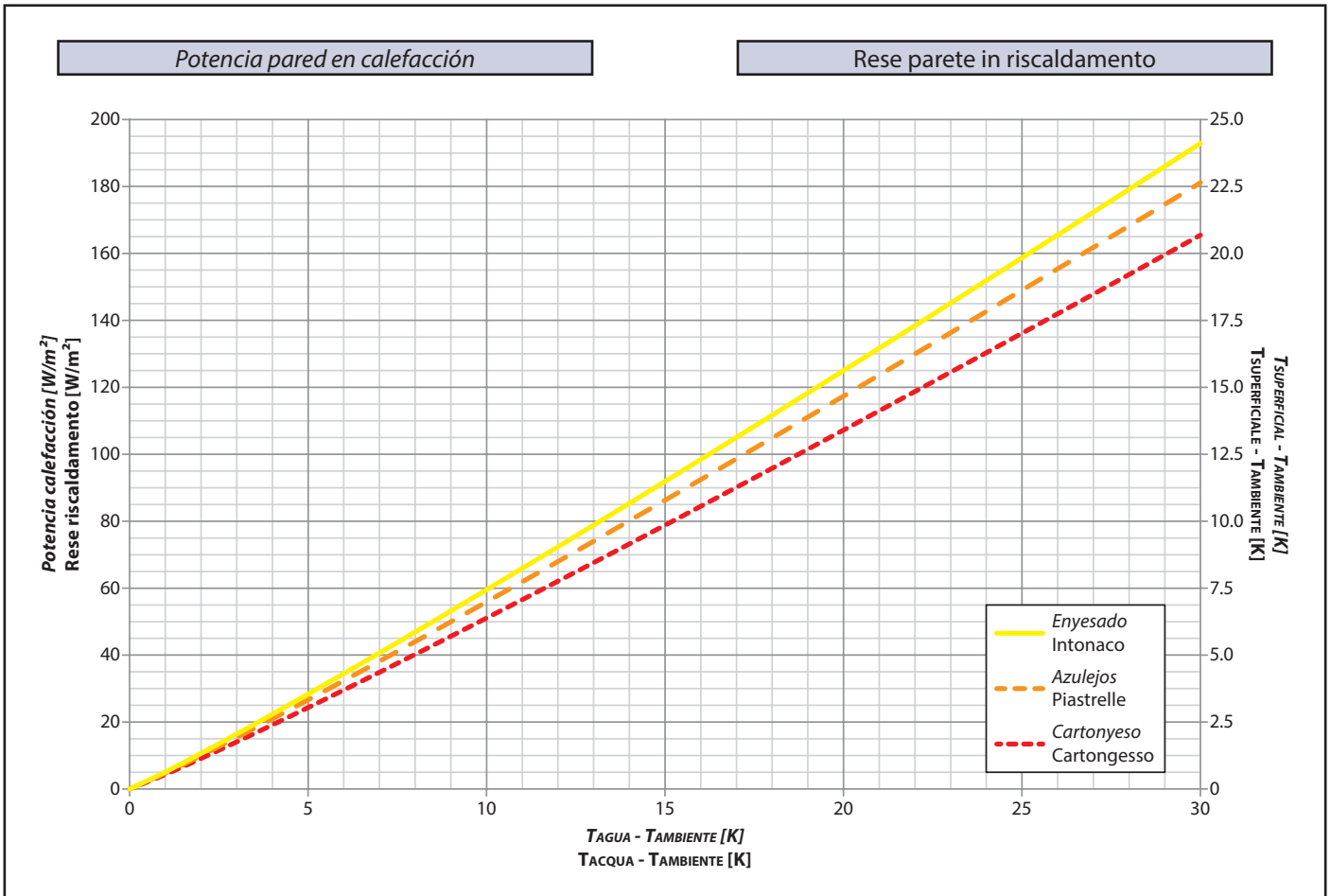
- Tutto il sistema di climatizzazione radiante funziona bene se è corredato da un sistema di termoregolazione molto sofisticato, che possa con molta precisione determinare i parametri di funzionamento ottimali, a seconda delle situazioni climatiche ambientali contingenti, e far intervenire gli attuatori di conseguenza. E' appena il caso di evidenziare quanto sia importante dimensionare opportunamente i sistemi di deumidificazione, relazionandoli all'uso degli ambienti, al fine di ottenere il giusto comfort in estate.

POTENCIA EN CALEFACCIÓN

Según el tipo de aplicación (pared o techo) se podrá hacer referencia a los diagramas de potencia térmica siguientes:

RESE IN RISCALDAMENTO

A seconda del tipo di applicazione (parete o soffitto) si potrà fare riferimento ai diagrammi di resa termica seguenti:

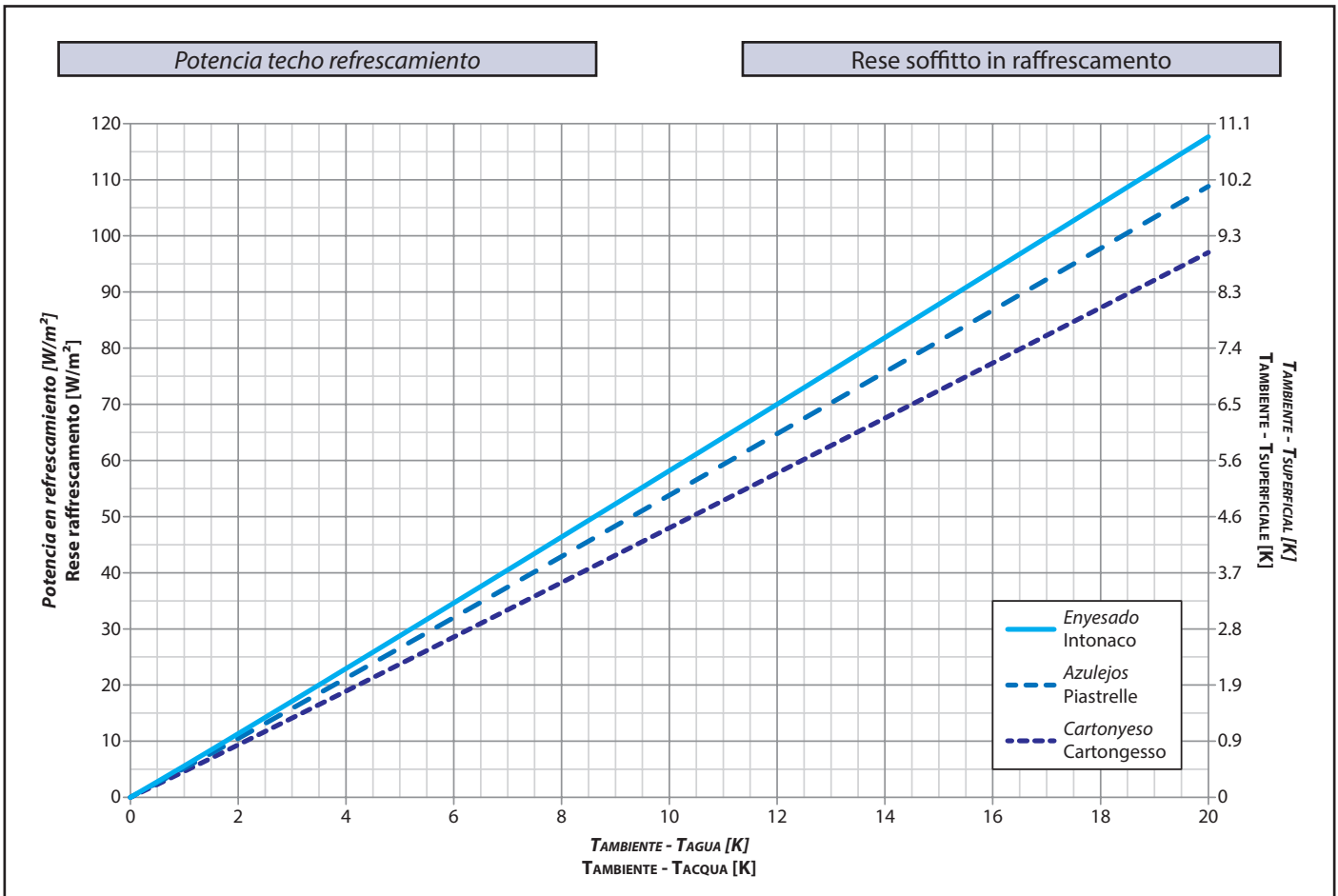
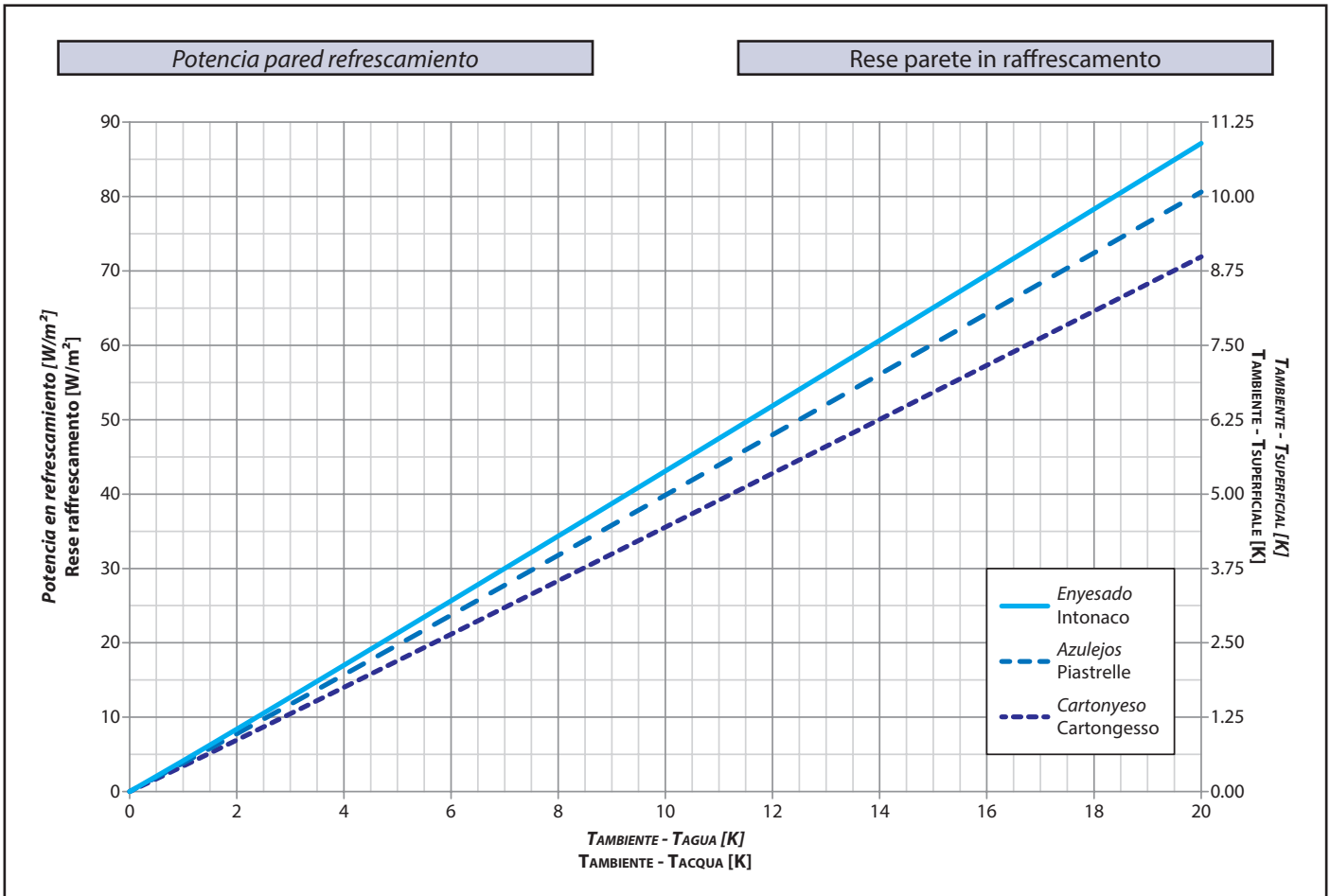


POTENCIA EN REFRESCAMIENTO

Según el tipo de aplicación (pared o techo) se podrá hacer referencia a los diagramas de potencia térmica siguientes:

RESE IN RAFFRESCAMENTO

A seconda del tipo di applicazione (parete o soffitto) si potrà fare riferimento ai diagrammi di resa termica seguenti:



De las informaciones anteriormente expuestas se obtiene una información "práctica" bastante interesante: desde el momento que un circuito elemental, con caudal de agua 20 kg/h, sirve una superficie de cerca 0.72 m² (1.2 m x 0.6 m), se obtiene el caudal de agua por metro cuadrado de superficie activa:

$$\text{CAUDAL DE AGUA: } 20/0.72 = 28 \text{ kg}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$$

Otro interesante dato es el salto térmico del agua que se encuentra en funcionamiento en esta instalación.

En la hipótesis de funcionamiento invernal, techo en calefacción, temperatura media del agua 40°C, paneles revestidos en cartón yeso, la potencia térmica es de cerca de 87.1 W/m²; un circuito elemental (0.72 m²) con caudal de agua de 20 kg/h emite (87.1 x 0.72) 62.7 W.

El salto térmico del agua resulta por lo tanto:

$$\text{THERMAL DROP (WINTER): } 62.7 \times 0.86 / 20 = 2.7 \text{ K}$$

Donde: 0.860 es el factor de conversión de W/m² -> kCal/(h*m²)
1 W = 0,86 kCal/h

En la hipótesis de funcionamiento estival, techo frío, temperatura media del agua 16°C, paneles revestidos en cartón yeso, la potencia térmica es de cerca de 48 W/m²; un circuito elemental (0.72 m²) con caudal de agua de 20 kg/h emite (48 x 0.72) 34.6 W.

El salto térmico del agua resulta por lo tanto:

$$\text{SALTO TÉRMICO (VERANO): } 34.6 \times 0.86 / 20 = 1.5 \text{ K}$$

CONTENIDO DE AGUA

Los circuitos principales, realizados con tubos en PB diám. 20x2 mm, tienen un contenido de agua de 0,2 l/m.

Los circuitos elementales, realizados en PB diám. 6x1 mm, para la longitud nominal de 15 metros tienen un contenido de agua de 0.188 litros.

CONT. AGUA TUBOS Ø 6x1 MM: **0.188 l/circuito elemental**

CONT. AGUA TUBOS Ø 20x2 MM: **0.2 l/m**

Las informaciones sobre el contenido de agua son útiles con el fin del dimensionado del vaso de expansión de la instalación.

FÓRMULAS PARA LA PERDIDA DE CARGA

Los circuitos de distribución están realizados con tubos PB diám. 20x2 mm.

Los tubos de la instalación son por lo tanto todos en PB, y de 2 diámetros diversos (6x1 mm para los circuitos elementales, 20x2 mm para los circuitos principales).

Con el fin de calcular las características hidráulicas de los circuitos se utilizarán las siguientes fórmulas:

PERDIDA DE CARGA TUBO Ø 6x1 MM: **$\Delta P = 5.7632 \cdot G$ [DaPa/m]**

PERDIDA DE CARGA TUBO Ø 20x2 MM: **$\Delta P = 0.00092 \cdot G^{1.75}$ [DaPa/m]**
donde el caudal de agua "G" se expresará en [Kg/h].

Seguidamente vienen reportados los diagramas para una rápida valoración de las pérdidas de carga en los tubos:

Dalle informazioni precedentemente esposte si ricava una informazione "pratica" assai interessante: dal momento che un circuito elementare, con portata d'acqua 20 kg/h, serve una superficie di circa 0.72 m² (1.2 m x 0.6 m), si ottiene la portata d'acqua per metro quadrato di superficie attiva:

$$\text{PORTATA D'ACQUA: } 20/0.72 = 28 \text{ kg}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$$

Un altro interessante dato è il salto termico dell'acqua che si ha con il funzionamento di questo impianto.

Nelle ipotesi di funzionamento invernale, soffitto caldo, temperatura media dell'acqua 40°C, pannelli rivestiti in cartongesso, la resa termica è pari a circa 87.1 W/m²; un circuito elementare (0.72 m²) con portata d'acqua di 20 kg/h emette 87.1 x 0.72 = 62,7 W.

Il salto termico dell'acqua risulta quindi:

$$\text{SALTO TERMICO (INVERNO): } 62.7 \times 0.86 / 20 = 2.7 \text{ K}$$

Dove: 0.860 è il fattore di conversione da W/m² -> kCal/(h*m²)
1 W = 0,86 kCal/h

Nelle ipotesi di funzionamento estivo, soffitto fresco, temperatura media dell'acqua 16°C, pannelli rivestiti in cartongesso, la resa termica è pari a circa 48 W/m²; un circuito elementare (0.72 m²) con portata d'acqua di 20 kg/h emette 48 x 0.72 = 34.6 W.

Il salto termico dell'acqua risulta quindi:

$$\text{SALTO TERMICO (ESTATE): } 34.6 \times 0.86 / 20 = 1.5 \text{ K}$$

CONTENUTO D'ACQUA

I circuiti principali, realizzati con tubi in PB diam. 20x2 mm, hanno un contenuto d'acqua pari a 0,2 l/m.

I circuiti elementari, realizzati in PB diam. 6x1 mm, per la lunghezza nominale di 15 metri hanno un contenuto d'acqua di 0.188 litri.

CONTENUTO ACQUA TUBI Ø 6x1 MM: **0.188 l/circuito elementare**

CONTENUTO ACQUA TUBI Ø 20x2 MM: **0.2 l/m**

Le informazioni sul contenuto d'acqua sono utili ai fini del dimensionamento del vaso di espansione dell'impianto.

FORMULE PER LE PERDITE DI CARICO

I circuiti di distribuzione sono realizzati con tubi in PB diam. 20x2 mm.

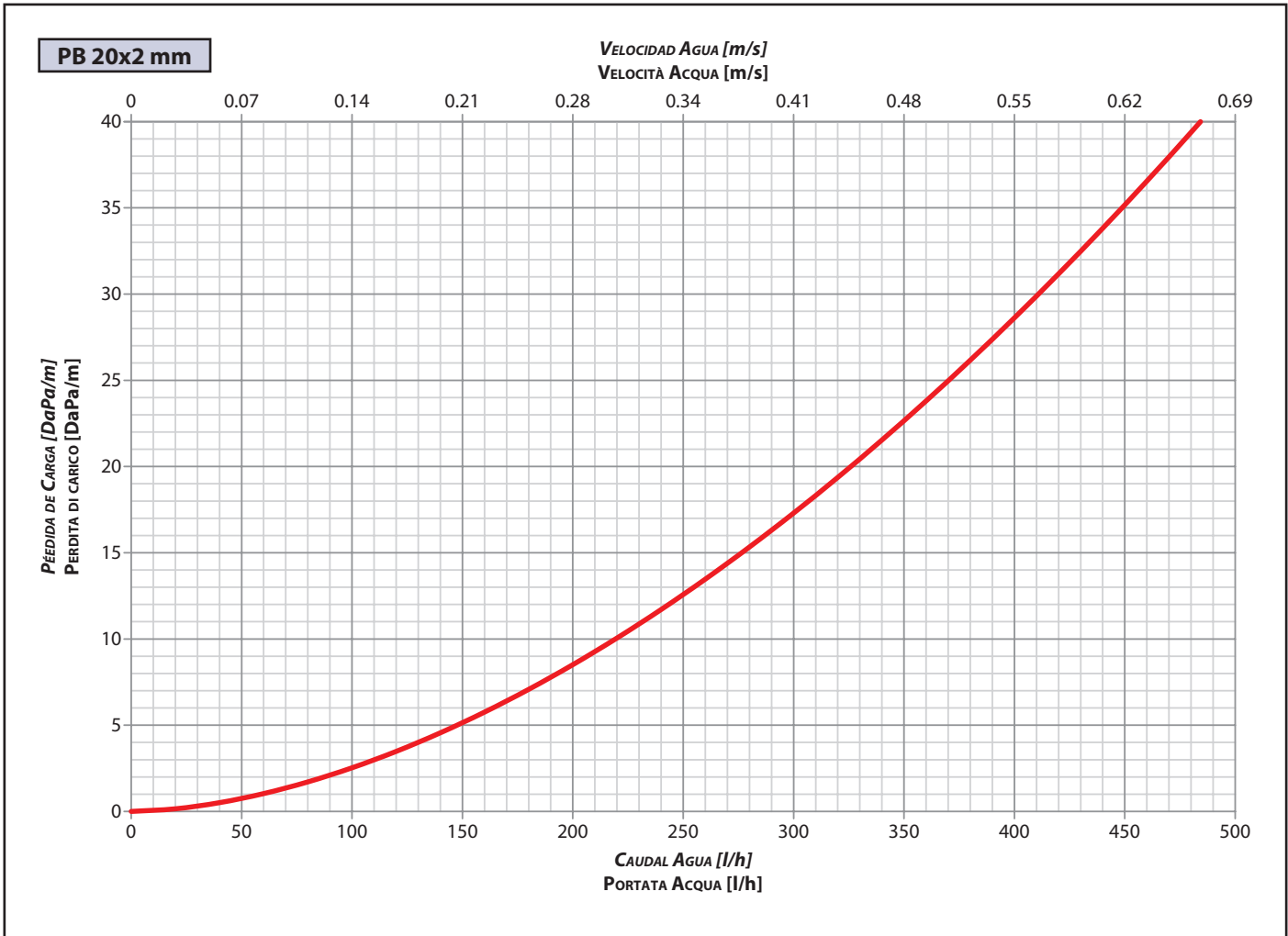
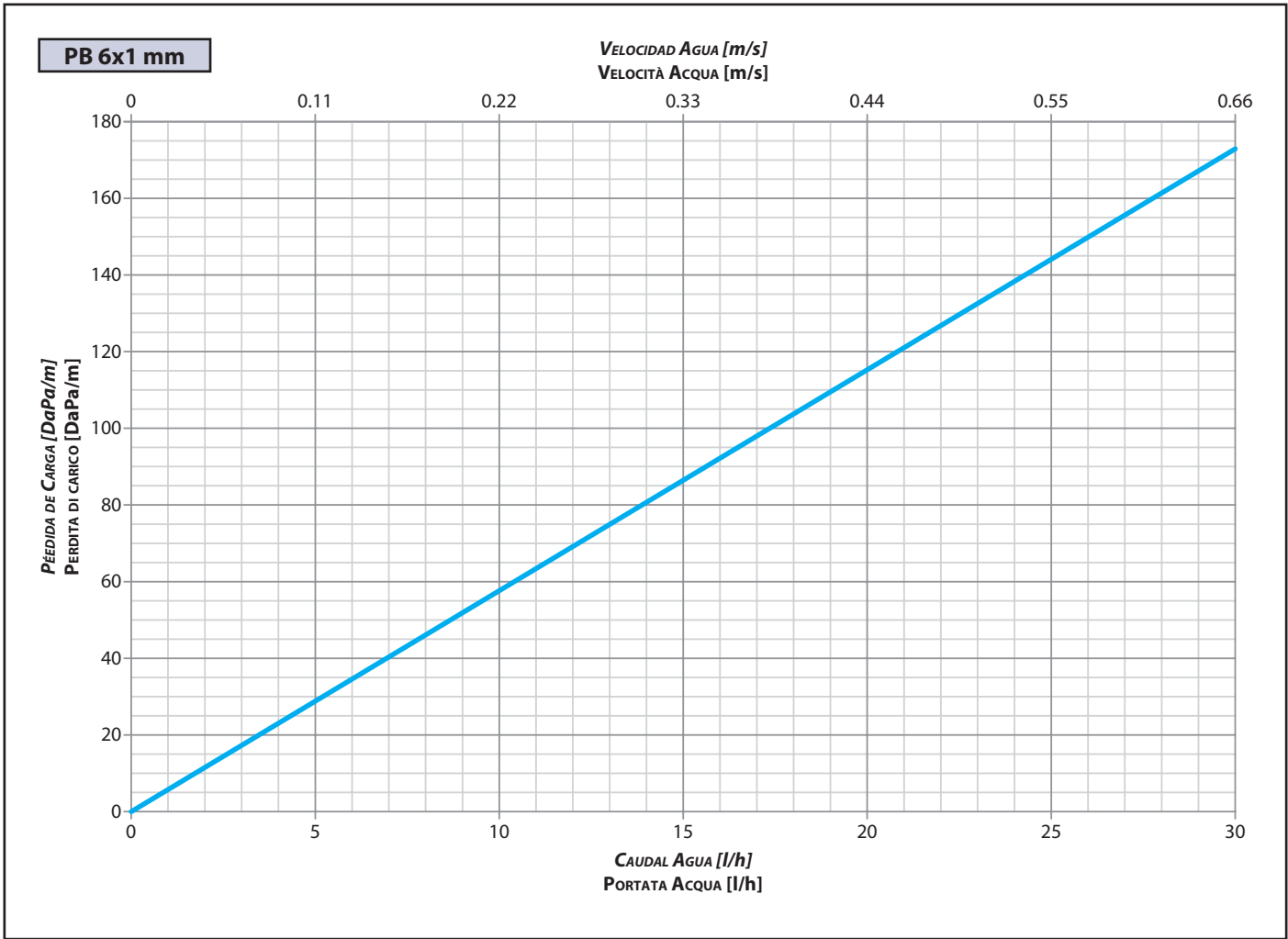
I tubi degli impianti sono quindi tutti in PB, e di 2 diametri diversi (6x1 mm per i circuiti elementari, 20x2 mm per i circuiti principali).

Al fine di calcolare le caratteristiche idrauliche dei circuiti saranno utilizzate le seguenti formule:

PERDITE DI CARICO TUBO Ø 6x1 MM: **$\Delta P = 5.7632 \cdot G$ [DaPa/m]**

PERDITE DI CARICO TUBO Ø 20x2 MM: **$\Delta P = 0.00092 \cdot G^{1.75}$ [DaPa/m]**
dove la portata d'acqua "G" sarà espressa in [l/h].

Di seguito vengono riportati dei diagrammi per una rapida valutazione delle perdite di carico nei tubi:



EQUILIBRADO DE LOS CIRCUITOS PRINCIPALES

Para realizar los equilibrados entre los circuitos principales, utilizar el siguiente diagrama que ofrece las características hidráulicas de las válvulas montadas sobre colectores MAXI:



Observaciones: el número mínimo de paneles derivados de un circuito principal viene interpretado con elasticidad. La experiencia ha demostrado ampliamente que, si los valores mínimos indicados no son respetados, la instalación efectúa un tipo de "autoequilibrado". Si se alimenta un número de circuitos inferior, o no se conecta en serie 2 circuitos de los paneles pequeños, el caudal de agua tenderá a ser superior al previsto como necesario, pero no crea mal funcionamiento de la instalación.

El salto térmico del agua en los circuitos es suficientemente reducido para que una variación del caudal de agua no influya significativamente la emisión térmica del panel y por consecuencia el equilibrado entre los circuitos. También hay que observar que la reducida inercia térmica del sistema permite gestionar la instalación de climatización con intervenciones de tipo ON-OFF a nivel de cada ambiente, cosa que será seguramente apreciada por el cliente y convenientemente disfrutada: aunque este aspecto debe tenerse particularmente vinculado con los valores mínimos expuestos a respetar.

Análogamente el número máximo de circuitos podrá de forma eventual ser un poco superior a los límites fijados arriba, pero deberán ser atentamente analizados los valores de caudal de agua, de pérdida de carga y de equilibrado entre los circuitos.

DATOS TÉCNICOS DE LAS VÁLVULAS DEL COLECTOR MAXI

$KV =$ caudal en m^3/h para una pérdida de carga de 1 bar

$KV 0.01 =$ caudal en l/h para una pérdida de carga de 1 kPa

	kV	kV 0.01
1 giro / giro	0.4	40
2 giros / giri	1.1	110
3 giros / giri	2.7	270
4 giros / giri	3.9	390
Válvula micrométrica toda abierta Valvola micrometrica tutta aperta	4.3	430

	kV	kV 0.01
Válvula de corte Valvola d'intercettazione	2.6	260

BILANCIAMENTO DEI CIRCUITI PRINCIPALI

Per eseguire eventuali bilanciamenti tra i circuiti principali, avvalersi del seguente diagramma che fornisce le caratteristiche idrauliche delle valvole montate sui collettori MAXI:



Osservazioni: il numero minimo di pannelli derivabili da un circuito principale va interpretato con elasticità. L'esperienza ha ampiamente dimostrato che, se i valori minimi precedentemente indicati non sono rispettati, l'impianto effettua una sorta di "autobilanciamento". Se si alimenta un numero di circuiti inferiore, oppure non si collegano in serie 2 circuiti dei pannelli piccoli, la portata d'acqua tenderà ad essere superiore a quella prevista come necessaria, ma non vi sono malfunzionamenti dell'impianto.

Il salto termico dell'acqua nei circuiti è sufficientemente ristretto per cui una variazione della portata d'acqua non influenza significativamente l'emissione termica del pannello e conseguentemente il bilanciamento tra i circuiti. Vi è inoltre da osservare che la ridotta inercia termica del sistema permette di gestire l'impianto di climatizzazione anche con interventi di tipo ON-OFF a livello di singolo ambiente, cosa che sarà sicuramente apprezzata dalla clientela e convenientemente sfruttata: anche questo aspetto consente di non ritenere particolarmente vincolanti i valori minimi sopra esposti da rispettare.

Analogamente anche il numero massimo di circuiti potrà eventualmente essere di poco superiore ai limiti sopra fissati, ma dovranno essere attentamente analizzati i valori di portata d'acqua, di perdite di carico, di bilanciamento tra i circuiti.

DATI TECNICI DELLE VALVOLE DEL COLLETTORE MAXI

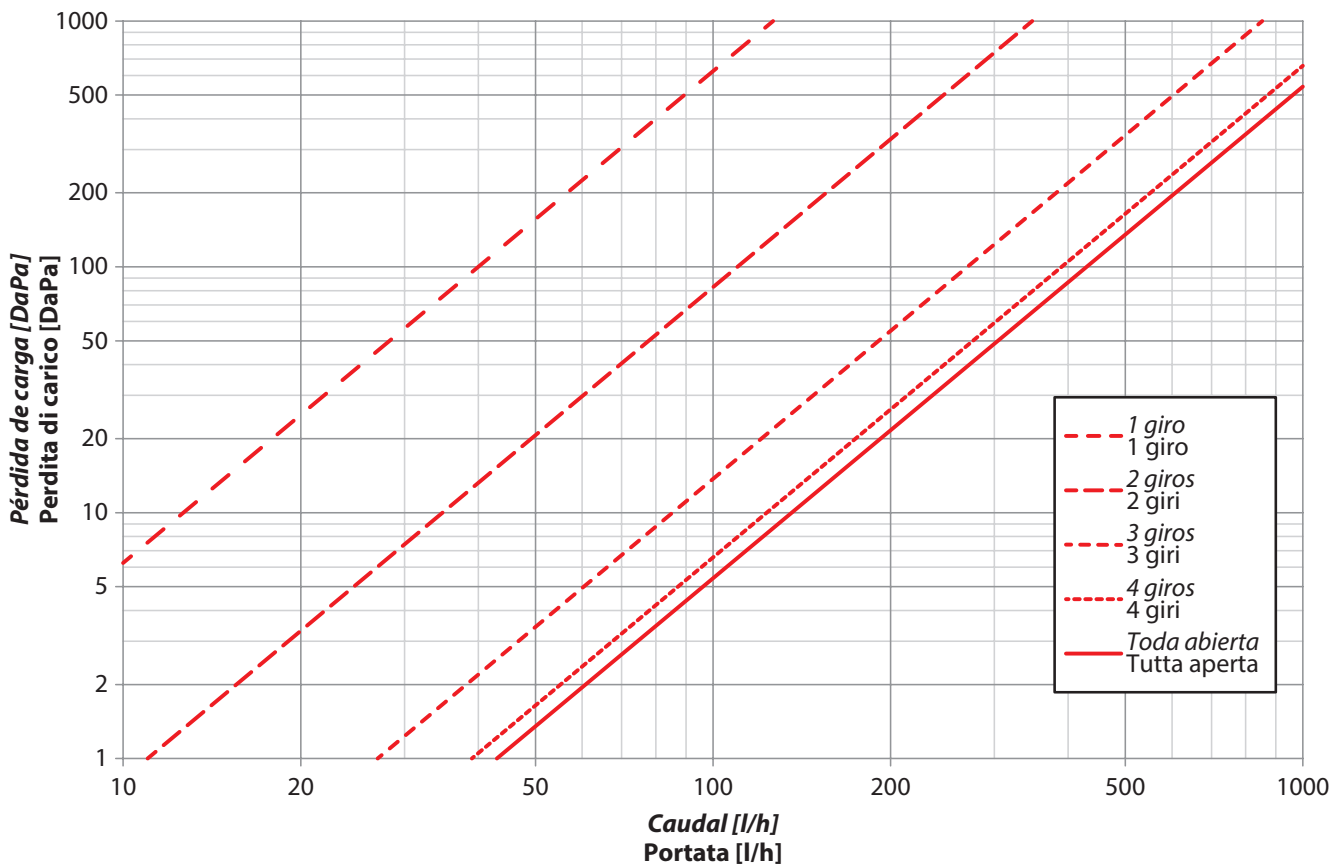
$KV =$ portata in m^3/h per una perdita di carico di 1 bar

$KV 0.01 =$ portata in l/h per una perdita di carico di 1 kPa



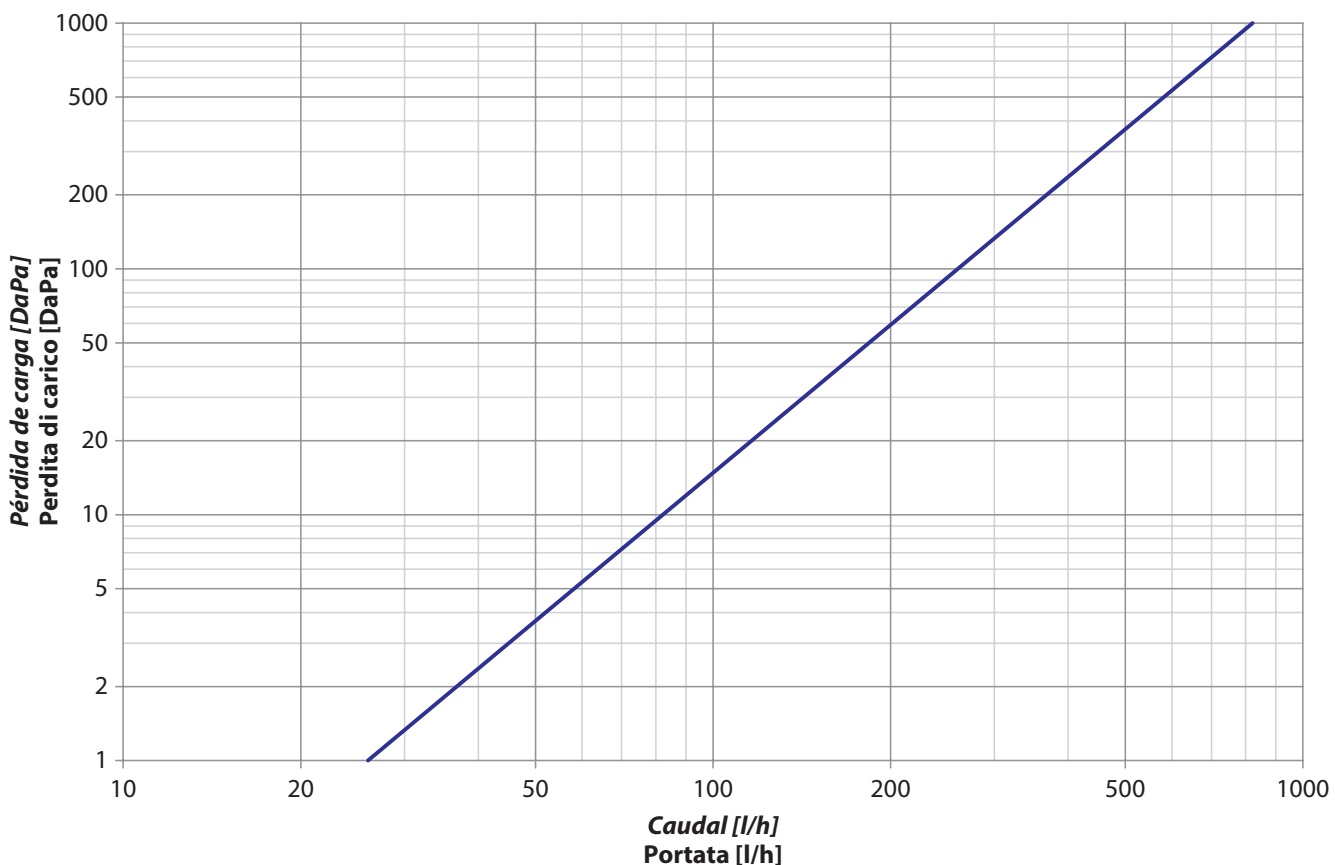
Válvula de regulación

Valvola di regolazione



Válvula de corte

Valvola di intercettazione



El cálculo de la instalación deberá necesariamente considerar como valores de partida las necesidades de calor "Q" (energía térmica positiva o negativa, según la estación considerada) necesaria por el ambiente a climatizar.



Será necesario seguir el cálculo de las dispersiones térmicas (o aportaciones de calor en verano) con particular atención, teniendo cura de no considerar como pérdidas las superficies "activas" cercanas con el exterior (o con otros ambientes con temperaturas diferentes).

Leyenda	
Q_H	Necesidad de energía (calefacción)
q_H	Flujo areico calor (potencia específica W/m^2)
pc	Área panelada/área disponible
S	Superficie necesaria
Q_C	Necesidad de energía (refrescamiento)
q_C	Flujo areico fresco (potencia específica W/m^2)

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN PARA SÓLO CALEFACCIÓN INVERNAL

a) Selección de la temperatura media del agua

En base al tipo de generador o fuente de calor (alternativa) según se escoja la temperatura del agua, por ejemplo:

- Temperaturas cerca $35^\circ C$ hacen posible aprovechar la energía solar o utilizar bombas de calor. Esta selección privilegia el confort (mucho superficie radiante).
- Temperaturas cerca $45^\circ C$ si se utilizan calderas de condensación, o bombas de calor. Esta selección privilegia el mejor compromiso entre confort y costes de instalación.
- Temperaturas cerca $50^\circ C$ de calderas de tipo tradicional para hacer frente a elevados valores de potencia térmica, o para contener los costes de instalación.

En los diagramas de potencia (Potencia techo/pared en calor) se encuentra el flujo areico "q" (potencia específica W/m^2) entregado por los paneles radiantes.

b) Cálculo de la superficie útil activa:

La superficie útil activa o área panelada viene calculada comparando las dispersiones de los diferentes locales para el flujo areico calculado previamente en el punto "a".

A continuación se ofrecen una serie de factores de cobertura (pc =área panelada/área disponible) dictados por la experiencia; estos valores pueden resultar útiles en esta fase del dimensionado para tener una idea de cuanta superficie disponible es efectivamente panelable:

Il calcolo dell'impianto dovrà necessariamente considerare come valori di partenza i fabbisogni di calore "Q" (energia termica positiva o negativa, a seconda della stagione considerata) necessari all'ambiente da climatizzare.



Sarà necessario eseguire il calcolo delle dispersioni termiche (o delle rientrate di calore in estate) con particolare attenzione, avendo cura di non considerare come disperdenti le superfici "attive" confinanti con l'esterno (o con altri ambienti posti a diversa temperatura).

Legenda	
Q_H	Fabbisogno di energia (riscaldamento)
q_H	Flusso areico caldo (potencia específica W/m^2)
pc	Area pannellata/area disponibile
S	Superficie necessaria
Q_C	Fabbisogno di energia (raffrescamento)
q_C	Flusso areico fresco (potencia específica W/m^2)

CALCOLO DELL'IMPIANTO PER SOLO RISCALDAMENTO INVERNALE

a) Scelta della temperatura media dell'acqua

In base al tipo di generatore o fonte di calore (alternativa) a disposizione si scelga la temperatura dell'acqua, ad esempio:

- Temperature di circa $35^\circ C$ se è possibile sfruttare l'energia solare o utilizzare pompe di calore. Questa scelta privilegia il confort (molta superficie radiante).
- Temperature di circa $45^\circ C$ se si utilizzano caldaie a condensazione, o ancora pompe di calore. Questa scelta privilegia il giusto compromesso tra confort e costi di impianto.
- Temperature di circa $50^\circ C$ per caldaie di tipo tradizionale per far fronte ad elevati valori di potenza termica, oppure per contenere i costi di impianto.

Sfruttando i diagrammi di resa (rese soffitto/parete in caldo) si ricava il flusso areico "q" (potencia específica W/m^2) fornito dai pannelli radianti.

b) Stima della superficie utile attiva:

La superficie utile attiva ovvero l'area pannellata viene calcolata rapportando le dispersioni dei vari locali per il flusso areico precedentemente ricavato al punto "a".

Vengono forniti di seguito alcuni fattori di copertura (pc =area pannellata/area disponibile) dettati dall'esperienza; questi valori possono risultare utili in questa fase del dimensionamento per avere un'idea di quanta superficie disponibile sia effettivamente pannellabile:

ÁREA PANELABLE: **pc= 60÷65%** (instalaciones en pared)
pc= 75÷80% (instalaciones adheridas al techo)
pc= 85÷90 % (instalaciones a techo provistas de perfil técnico - al menos 20 cm)

Entonces la superficie necesaria de la instalación viene calculada como:

SUPERFICIE NECESARIA: $S = Q / (q*pc) [m^2]$

Listando en una tabla los valores de superficies necesarias para satisfacer la carga térmica y las disponibles, se obtiene una primera panorámica en la que se puede verificar que todas las superficies necesarias son efectivamente disponibles.



Si uno o más locales no disponen de la superficie necesaria, se podrá proceder en consecuencia según las siguientes modalidades:

- 1) considerar una temperatura de fluido termovector más elevada, y reiterar el punto "a";
- 2) verificar la disponibilidad de una mayor superficie panelable aprovechando a la vez el techo y la pared;
- 3) compensar el déficit de potencia con otras fuentes como: suelos radiantes, radiadores, etc. (solución particularmente indicada para las estancias del baño).

c) Valoración gráfica de la superficie útil activa

Distribuir los paneles sobre las superficies disponibles teniendo cuidado de satisfacer lo más posible las superficies calculadas.

d) Verificación de las potencias en juego

Con fase gráfica ultimada se procede al recálculo de las superficies activas efectivas y por lo tanto a la potencia real "Q" introducida en ambiente local por local.

e) Selección de la distribución en los diferentes locales

Definir la distribución principal, observando la regla de tener en cuanto sea posible, los distintos ambientes y predisponiendo los oportunos controles ON-OFF sobre el colector de derivación. Este dispositivo es particularmente válido ya que limita la energía emitida en todos los locales que por razones térmicas resultan sobredimensionados o con aportes energéticos gratuitos.

f) Cálculo de los caudales para el dimensionado de las bombas

Calcular los parámetros hidráulicos: caudal de agua de los circuitos principales y pérdidas de carga totales (suma de las pérdidas de carga de los circuitos elementales con las pérdidas de carga de los circuitos principales). Estas informaciones serán necesarias para el dimensionado de los circuladores.

AREA PANNELLABILE: **pc= 60÷65%** (impianti a parete)
pc= 75÷80% (impianti aderenti al soffitto)
pc= 85÷90 % (impianti a soffitto provvisti di vano tecnico di almeno 20 cm)

Dunque la superficie necessaria all'impianto viene calcolata come:

SUPERFICIE NECESARIA: $S = Q / (q*pc) [m^2]$

Elencando in una tabella i valori di superficie necessari al soddisfacimento del carico termico e quelli disponibili, si ottiene una prima panoramica dalla quale si è in grado di verificare se tutte le superfici necessarie sono effettivamente disponibili.



Se uno o più locali non dispongono della superficie necessaria, si potrà procedere in sequenza secondo le seguenti modalità:

- 1) considerare una temperatura di fluido termovettore più elevata, e reiterare dal punto "a";
- 2) verificare la disponibilità di una maggiore superficie pannellabile sfruttando contemporaneamente il soffitto e la parete;
- 3) compensare il deficit di potenza con altre fonti quali: pavimenti radianti, termoarredi, ecc. (soluzione particolarmente indicata per le stanze da bagno).

c) Valutazione grafica della superficie utile attiva

Distribuire i pannelli sulle superfici disponibili avendo cura di soddisfare il più possibile le superfici calcolate.

d) Verifica delle potenze in gioco

A fase grafica ultimata si procede al ricalcolo delle superfici attive effettive e quindi alla reale potenza "Q" immessa in ambiente locale per locale.

e) Scelta della distribuzione nei vari locali

Definire la distribuzione principale, osservando la regola di tenere per quanto possibile, gli ambienti distinti e predisponendo opportuni controlli ON-OFF sul collettore di derivazione. Questo accorgimento è particolarmente valido in quanto limita l'energia emessa in tutti i locali che per ragioni termiche risultassero sovradimensionati o con apporti energetici gratuiti.

f) Calcolo delle portate per il dimensionamento delle pompe

Calcolare i parametri idraulici: portate d'acqua dei circuiti principali e perdite di carico totali (somma delle perdite di carico dei circuiti elementari con le perdite di carico dei circuiti principali). Queste informazioni saranno necessarie per il dimensionamento dei circolatori.

CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN PARA LA CLIMATIZACIÓN ESTIVAL E INVERNAL

En el dimensionado para calor como para frío es preferible calcular la instalación partiendo de los parámetros de sólo refrescamiento, en cuanto más repercute, con excepción de los baños que normalmente no vienen refrescados y para los que se procede al dimensionado en sólo calefacción como hemos visto en el capítulo anterior.

La experiencia indica que un buen dimensionado en refrescamiento lleva ciertamente a tener una instalación suficientemente dimensionada también para la calefacción.

a) Selección de la temperatura media del agua

La temperatura del agua en el caso de refrescamiento va seleccionada en base al tipo de generador o fuente de calor (alternativa) a disposición.

Utilizando los diagramas de potencia (Potencia techo/pared en frío) se obtiene el flujo areico " q_c " (potencia específica W/m^2) en frío entregado por los paneles radiantes.

Para los locales no sujetos a refrescamiento como son los baños, despensas, etc. se evaluará la temperatura del agua para sólo calefacción:

- Temperaturas cerca $35^\circ C$ hacen posible disfrutar la energía solar o utilizar bombas de calor. Esta selección privilegia el confort (mucho superficie radiante).
- Temperaturas cerca $45^\circ C$ si se utilizan calderas de condensación, o bombas de calor. Esta selección privilegia el equilibrio entre confort y costes de instalación.
- Temperaturas cerca $50^\circ C$ para calderas tipo tradicional para hacer frente a elevados valores de potencia térmica, o para contener los costes de instalación.

En estos locales, escogiendo la temperatura más apropiada y observando los diagramas de potencia (Potencia techo/pared en calor), encontramos el flujo areico " q " (potencia específica W/m^2) en calor dado por los paneles radiantes.

b) Estimación de la superficie útil activa

La superficie útil activa o el área panelada viene calculada comparando las necesidades de los locales para el flujo areico q_c anteriormente encontrado en el punto "a)".

Vienen mostrados seguidamente algunos factores de cobertura (pc =área panelada/área disponible) dada por la experiencia. Estos valores pueden resultar útiles en esta fase del dimensionado para tener una idea de cuanta superficie disponible es efectivamente panelable:

ÁREA PANELABLE: $pc = 60 \div 65\%$ (instalaciones a pared)
 $pc = 75 \div 80\%$ (instalaciones adheridas al techo)
 $pc = 85 \div 90\%$ (instalaciones a techo provistas de espacio técnico al menos 20 cm)

La superficie necesaria a la instalación viene calculada como:

SUPERFICIE NECESARIA: $S = Q_c / (q_c * pc)$ [m^2] (refrescamiento)
 $S = Q_H / (q_H * pc)$ [m^2] (calefacción)

CALCOLO DELL'IMPIANTO PER LA CLIMATIZZAZIONE SIA ESTIVA CHE INVERNALE.

Nel caso di dimensionamento sia in caldo che in fresco è preferibile dimensionare l'impianto partendo dai parametri del solo raffrescamento, in quanto più vincolante, ad eccezione dei bagni che solitamente non vengono raffrescati e per i quali si procede al dimensionamento in solo riscaldamento come visto nel capitolo precedente.

L'esperienza insegna che un buon dimensionamento in raffrescamento porta certamente ad avere un impianto sufficientemente dimensionato anche per il riscaldamento.

a) Scelta della temperatura media dell'acqua

La temperatura dell'acqua nel caso di raffrescamento va scelta in base al tipo di generatore o fonte di calore (alternativa) a disposizione.

Sfruttando i diagrammi di resa (rese soffitto/parete in fresco) si ricava il flusso areico " q_c " (potenza specifica W/m^2) in fresco fornito dai pannelli radianti.

Per i locali non soggetti a raffrescamento quali solitamente bagni, dispense, ecc. si valuti la temperatura dell'acqua per il solo riscaldamento:

- Temperature di circa $35^\circ C$ se è possibile sfruttare l'energia solare o utilizzare pompe di calore. Questa scelta privilegia il confort (molta superficie radiante).
- Temperature di circa $45^\circ C$ se si utilizzano caldaie a condensazione, o ancora pompe di calore. Questa scelta privilegia il giusto compromesso tra confort e costi di impianto.
- Temperature di circa $50^\circ C$ per caldaie di tipo tradizionale per far fronte ad elevati valori di potenza termica, oppure per contenere i costi di impianto.

Anche per questi locali, scelta la temperatura più appropriata e sfruttando i diagrammi di resa (rese soffitto/parete in caldo), si ricava il flusso areico " q " (potenza specifica W/m^2) in caldo fornito dai pannelli radianti.

b) Stima della superficie utile attiva:

La superficie utile attiva ovvero l'area pannellata viene calcolata rapportando le rientrate dei vari locali per il flusso areico q_c precedentemente ricavato al punto "a)".

Vengono forniti di seguito alcuni fattori di copertura (pc =area pannellata/area disponibile) dettati dall'esperienza. Questi valori possono risultare utili in questa fase del dimensionamento per avere un'idea di quanta superficie disponibile sia effettivamente pannellabile:

AREA PANNELLABILE: $pc = 60 \div 65\%$ (impianti a parete)
 $pc = 75 \div 80\%$ (impianti aderenti al soffitto)
 $pc = 85 \div 90\%$ (impianti a soffitto provvisti di vano tecnico di almeno 20 cm)

Dunque la superficie necessaria all'impianto viene calcolata come:

SUPERFICIE NECESARIA: $S = Q_c / (q_c * pc)$ [m^2] (Raffrescamento)
 $S = Q_H / (q_H * pc)$ [m^2] (Riscaldamento)

Seleccionando en una tabla los valores de superficie necesarios para satisfacer la carga térmica invernal y estival y las disponibles, se obtiene una primera panorámica con la que se puede verificar si todas las superficies necesarias son efectivamente disponibles.

Si uno o más locales no disponen de la superficie necesaria, se podrá proceder según las siguientes modalidades:

- 1) considerar una temperatura de fluido termovector: más baja en el caso de refrescamiento, más elevada en el caso de calefacción, y reiterar el punto "a)".
- 2) verificar la disponibilidad de una mayor superficie panelable aprovechando contemporáneamente el techo y la pared.
- 3) compensar el déficit de potencia con otras fuentes como: suelos radiantes, radiadores, ventilconvectores, etc. (solución indicada para las estancias del baño en el caso del sólo calefacción).

c) Valoración gráfica de la superficie útil activa

Distribuir los paneles en las superficies disponibles procurando cubrir al máximo posible las superficies calculadas.

d) Verificar las potencias en juego

Con la fase gráfica finalizada se procede al recálculo de las superficies activas efectivas y por lo tanto a las potencias reales " Q_c " y " Q_H " introducidas en ambiente, local por local.

e) Selección de la distribución en los diferentes locales

Definir la distribución principal, observando la regla de tener, en lo posible, los ambientes diferenciados y colocando controles ON-OFF sobre el colector de derivación. Este dispositivo es válido ya que limita la energía emitida en todos los locales que por razones térmicas resultan sobredimensionados o con aportes energéticos gratuitos.

f) Cálculo de los caudales para el dimensionado de las bombas

Calcular los parámetros hidráulicos: caudal de circuitos principales y pérdidas de carga totales (suma de las pérdidas de carga de los circuitos elementales con las pérdidas de carga de los circuitos principales). Estas informaciones serán necesarias para el dimensionado de los circuladores.

CONSIDERACIONES

La opción de utilizar amplias superficies radiantes reduciendo el flujo areico " q " es una opción que por un lado conlleva una mayor carga económica pero por otro lado ofrece ventajas no indiferentes:

- 1) incremento del factor de forma entre superficie radiante y cuerpo humano con mejora del grado de confort.
- 2) disminución de las temperaturas medias del fluido termovector (caso invernal), por las que se deriva una reducción de los consumos y la posibilidad de integrar de manera óptima las fuentes energéticas alternativas (energía solar u otras).

Por contra el incremento de superficie radiante conlleva:

- 1) mayores costes de materiales y de instalación.
- 2) mayor ocupación de superficie que en el caso de pared radiante puede conllevar vínculos con la selección del mobiliario interior.

Elencando in una tabella i valori di superficie necessari al soddisfacimento del carico termico invernale ed estivo e quelli disponibili, si ottiene una prima panoramica dalla quale si è in grado di verificare se tutte le superfici necessarie sono effettivamente disponibili.

Se uno o più locali non dispongono della superficie necessaria, si potrà procedere in sequenza secondo le seguenti modalità:

- 1) considerare una temperatura di fluido termovettore più bassa nel caso di raffrescamento, più elevata nel caso di riscaldamento e reiterare dal punto "a)".
- 2) verificare la disponibilità di una maggiore superficie pannellabile sfruttando contemporaneamente il soffitto e la parete.
- 3) compensare il deficit di potenza con altre fonti quali: pavimenti radianti, termoarredi, ventilconvettori, ecc. (soluzione particolarmente indicata per le stanze da bagno nel caso del solo riscaldamento).

c) Valutazione grafica della superficie utile attiva

Distribuire i pannelli sulle superfici disponibili avendo cura di soddisfare il più possibile le superfici calcolate.

d) Verifica delle potenze in gioco

A fase grafica ultimata si procede al ricalcolo delle superfici attive effettive e quindi alle reali potenze " Q_c " e " Q_H " immesse in ambiente, locale per locale.

e) Scelta della distribuzione nei vari locali

Definire la distribuzione principale, osservando la regola di tenere, per quanto possibile, gli ambienti distinti e predisponendo opportuni controlli ON-OFF sul collettore di derivazione. Questo accorgimento è particolarmente valido in quanto limita l'energia emessa in tutti i locali che per ragioni termiche risultassero sovradimensionati o con apporti energetici gratuiti.

f) Calcolo delle portate per il dimensionamento delle pompe

Calcolare i parametri idraulici: portate d'acqua dei circuiti principali e perdite di carico totali (somma delle perdite di carico dei circuiti elementari con le perdite di carico dei circuiti principali). Queste informazioni saranno necessarie per il dimensionamento dei circolatori.

CONSIDERAZIONI

La scelta di sfruttare ampie superfici radianti riducendo conseguentemente il flusso areico " q " è una scelta che se da un lato comporta un maggior onere economico dall'altro offre vantaggi non indifferenti:

- 1) incremento del fattore di forma tra superficie radiante e corpo umano con conseguente miglioramento del grado di confort.
- 2) abbassamento delle temperature medie del fluido termovettore (caso invernale), da cui deriva una riduzione dei consumi e la possibilità di integrare in maniera ottimale le fonti energetiche alternative (energia solare o altro).

Per contro l'incremento di superficie radiante comporta:

- 1) maggiori costi di materiali e d'installazione.
- 2) maggiore occupazione di superficie che nel caso di parete radiante potrebbe comportare dei vincoli nelle scelte degli arredi interni.

Un panel "activo", sea para pared o techo, emite una cantidad de calor, aunque sea reducida, hacia la parte posterior; esta pérdida de calor es en función de la transmitancia "K" de la estructura posterior del panel activo y debe ser oportunamente considerada con el fin de dimensionar correctamente el generador de calor (caldera, refrigerador).

Leyenda	
p%	Pérdida de calor
K	Trasmitancia de la estructura posterior al panel
q	Flujo areico calor (potencia específica W/m ²)
R_u	Resistencia térmica posterior al panel
R_o	Resistencia térmica delante del panel
θ_i	Temperatura ambiente
θ_e	Temperatura externa (o del local colindante)

La pérdida de calor "p%" expresada en % respecto al flujo areico "q" emitido en ambiente viene calculado como:

$$\text{Pérdida de calor: } p_{\%} = \left(\frac{R_o}{R_u} + \frac{|\theta_i - \theta_e|}{q \cdot R_u} \right) \cdot 100 \quad [\%]$$

donde:

$$R_u = 0,95 + \frac{1}{K} \left[\frac{K \cdot m^2}{W} \right] \quad \text{Resistencia térmica posterior al panel}$$

$$R_o = 0,2 \left[\frac{K \cdot m^2}{W} \right] \quad \text{Resistencia térmica delante del panel con cartonyeso}$$

$$\theta_i \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{Temperatura ambiente}$$

$$\theta_e \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{Temperatura externa (o del local colindante)}$$

En los siguientes gráficos vienen reportadas las pérdidas pasivas de calor, expresadas en % de flujo areico "q" emitido en ambiente, para los sistemas con revestimiento en cartonyeso.

Se consideran tres niveles de potencia areica (q=50, q=100, q=150 W/m²), y cuatro valores de diferencia de temperatura entre los dos ambientes.

Ejemplo (ver pág. siguiente):

Se considera una pared con K=0.5 [W/(m²*K)], Δθ=25°C, con paneles radiantes revestidos con cartonyeso y flujo areico en ambiente q=100 W/m²; en tal hipótesis las pérdidas de calor posterior al panel valen el 15.3% de la potencia entrante en ambiente, vale decir 15.3 W/m². Este simple cálculo consiente valorar cuanta potencia por unidad de superficie deberá entregar el generador de calor tanto para satisfacer la demanda del ambiente "Q" como para las emisiones pasivas posteriores al panel:

$$\text{POTENCIA DEL GENERADOR} = 100 + 15.3 = 115.3 \text{ W/m}^2$$

Un pannelo "activo", sia esso a parete o a soffitto, emette una quantità di calore, seppur ridotta, anche verso la parte retrostante; questa perdita di calore è in funzione della trasmittanza "K" della struttura posta dietro il pannello attivo e deve essere opportunamente considerata al fine di dimensionare correttamente il generatore di calore (caldaia, refrigeratore).

Legenda	
p%	Perdita di calore
K	Trasmittanza della struttura dietro al pannello
q	Flusso areico caldo (potenza specifica W/m ²)
R_u	Resistenza termica dietro il pannello
R_o	Resistenza termica davanti al pannello
θ_i	Temperatura ambiente
θ_e	Temperatura esterna (o del locale confinante)

La perdita di calore "p%" espressa in % rispetto al flusso areico "q" emesso in ambiente viene calcolata come:

$$\text{Perdita di calore: } p_{\%} = \left(\frac{R_o}{R_u} + \frac{|\theta_i - \theta_e|}{q \cdot R_u} \right) \cdot 100 \quad [\%]$$

dove:

$$R_u = 0,95 + \frac{1}{K} \left[\frac{K \cdot m^2}{W} \right] \quad \text{Resistencia termica dietro il pannello}$$

$$R_o = 0,2 \left[\frac{K \cdot m^2}{W} \right] \quad \text{Resistencia termica davanti al pannello con cartongesso}$$

$$\theta_i \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{Temperatura ambiente}$$

$$\theta_e \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{Temperatura esterna (o del locale confinante)}$$

Nei grafici seguenti vengono riportate le perdite passive di calore, espresse come % del flusso areico "q" emesso in ambiente, per i sistemi con rivestimento in cartongesso.

Vengono considerati tre livelli di potenza areica (q=50, q=100, q=150 W/m²), e quattro diversi valori di differenza di temperatura tra i due ambienti.

Esempio (vedi pag. successiva):

Si consideri una parete avente K=0.5 [W/(m²*K)], Δθ=25°C, con pannelli radianti rivestiti con cartongesso e flusso areico entrante in ambiente di q=100 W/m²; in tale ipotesi le perdite di calore dietro il pannello valgono il 15.3% della potenza entrante in ambiente, vale a dire 15.3 W/m².

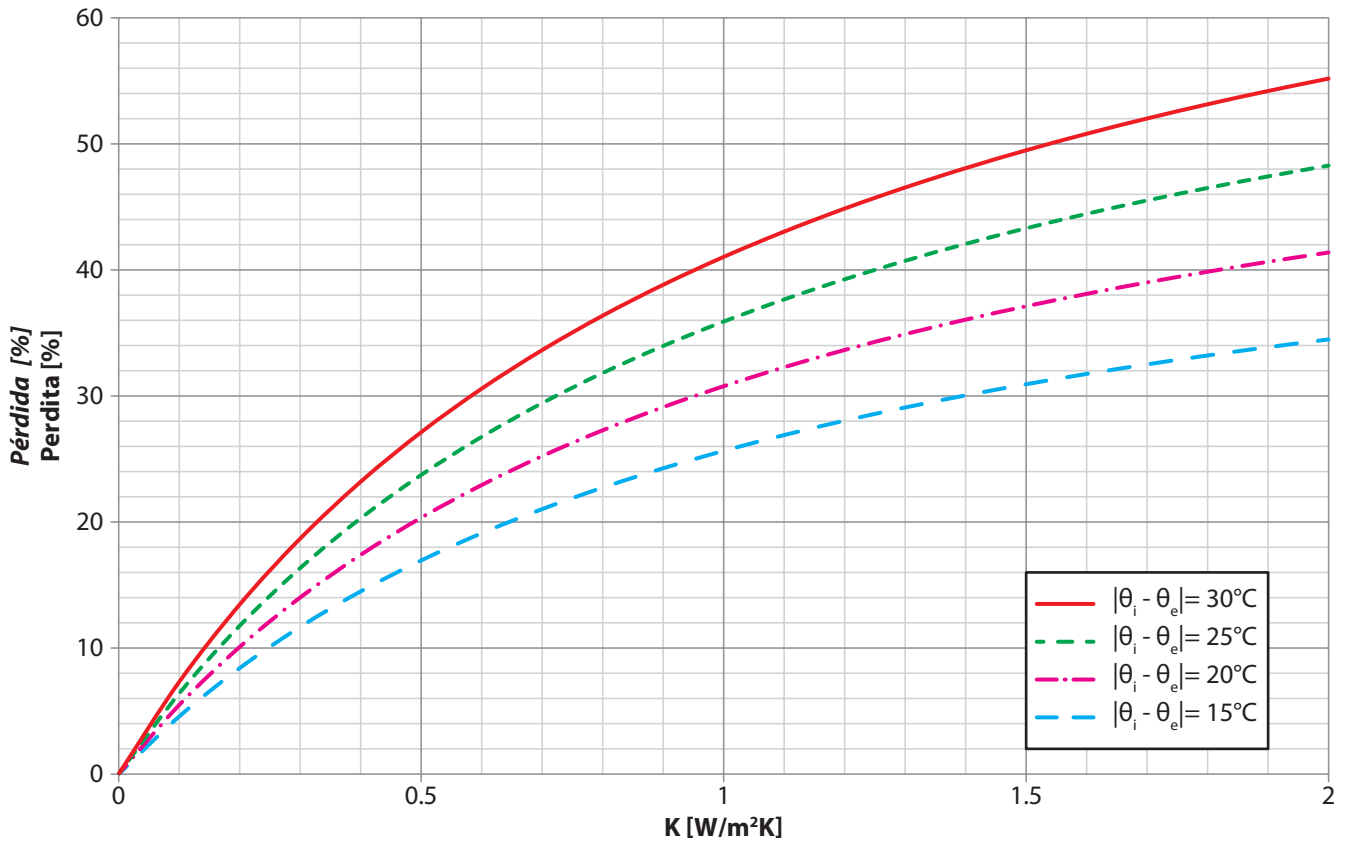
Questo semplice calcolo consiente di valutare quanta potenza per unità di superficie dovrà erogare il generatore di calore sia per soddisfare il fabbisogno dell'ambiente "Q" che per le emissioni passive dietro il pannello:

$$\text{POTENZA DEL GENERATORE} = 100 + 15.3 = 115.3 \text{ W/m}^2$$



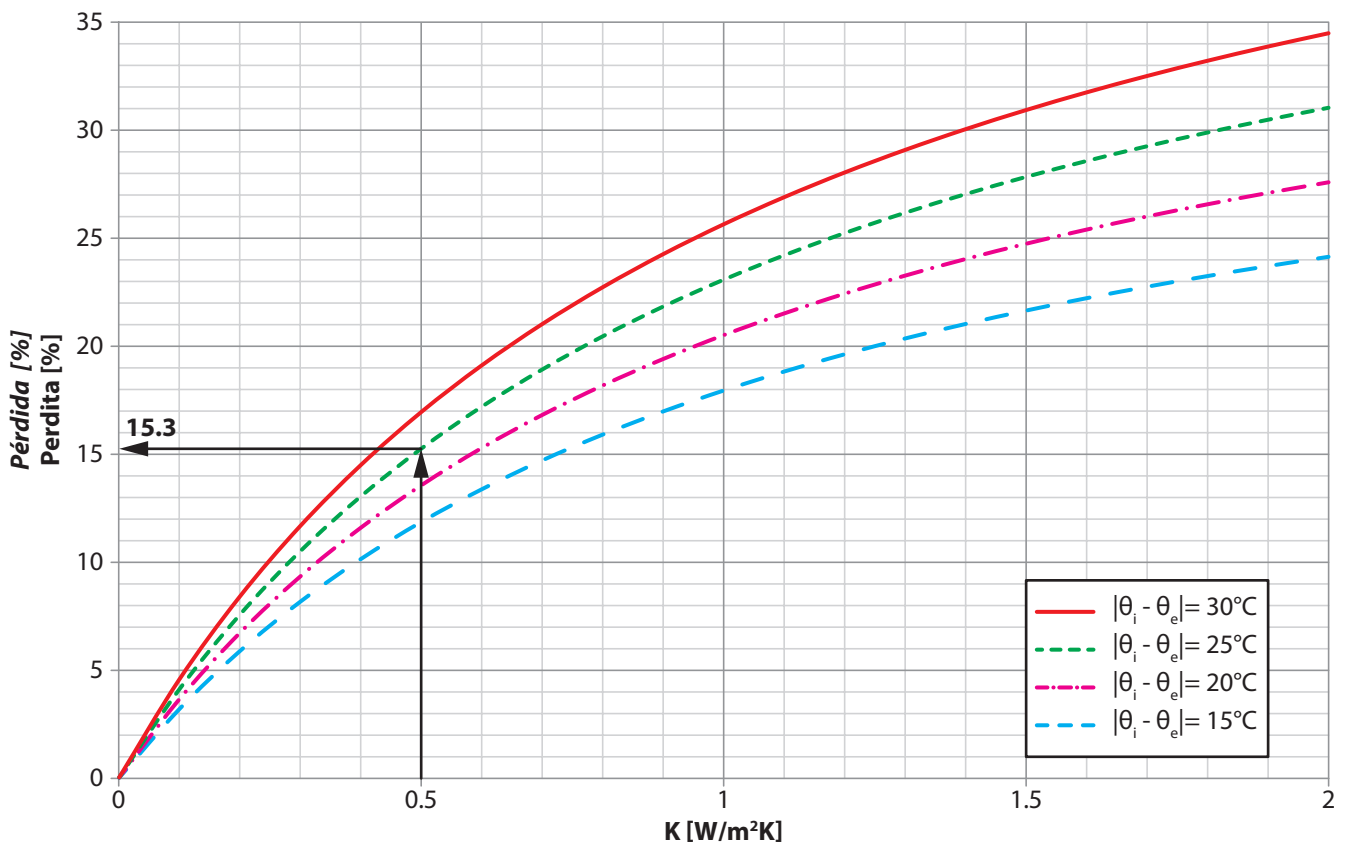
FLUJO TÉRMICO PASIVO POSTERIOR AL PANEL CON Q=50 W/M² Y REVESTIMIENTO EN CARTONYESO

FLUSSO TERMICO PASSIVO DIETRO IL PANNELLO CON Q=50 W/M² E RIVESTIMENTO IN CARTONGESSO



FLUJO TÉRMICO PASIVO POSTERIOR AL PANEL CON Q=100 W/M² Y REVESTIMIENTO EN CARTONYESO

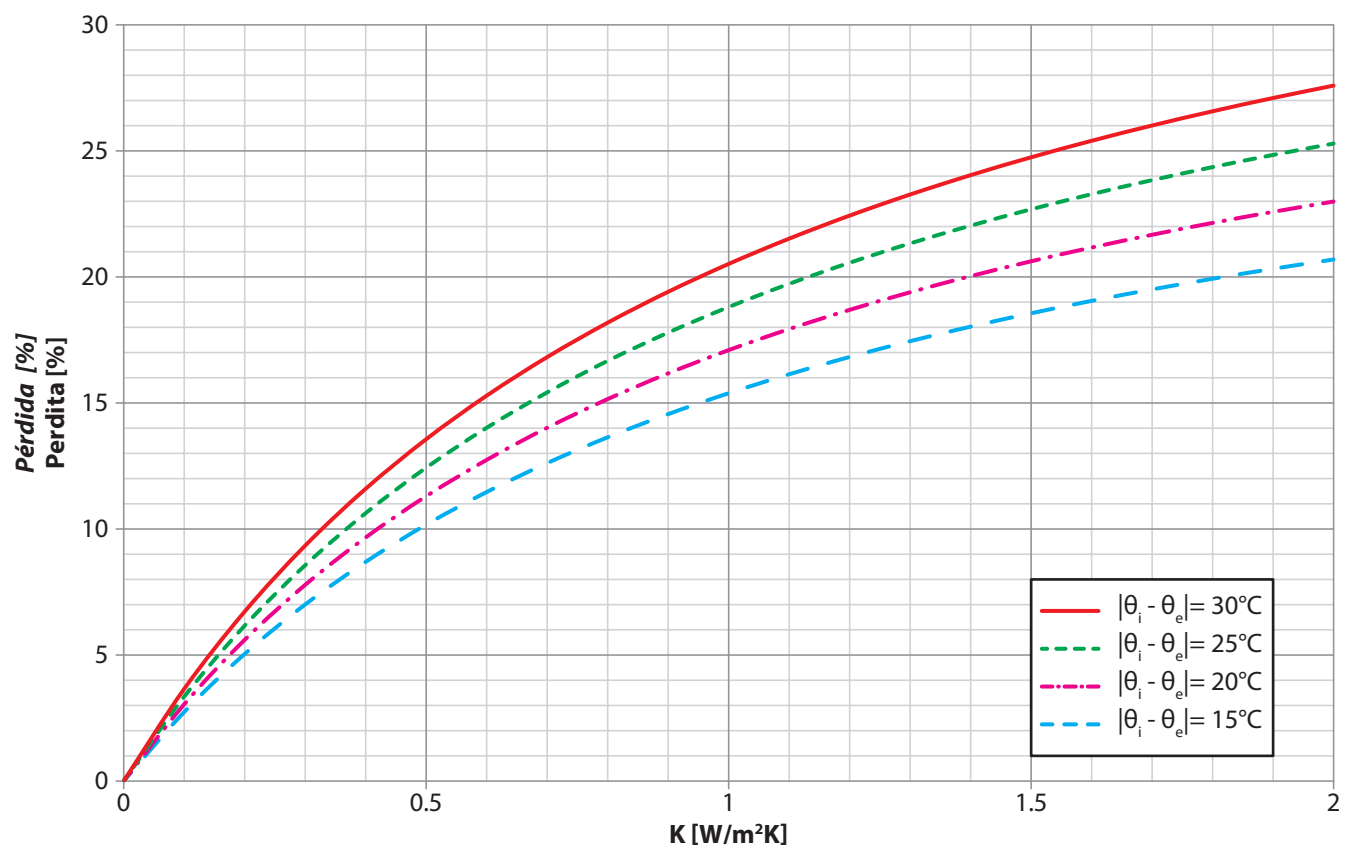
FLUSSO TERMICO PASSIVO DIETRO IL PANNELLO CON Q=100 W/M² E RIVESTIMENTO IN CARTONGESSO





**FLUJO TÉRMICO PASIVO POSTERIOR AL PANEL CON
Q=150 W/M² Y REVESTIMIENTO EN CARTONYESO**

**FLUSSO TERMICO PASSIVO DIETRO IL PANNELLO CON
Q=150 W/M² E RIVESTIMENTO IN CARTONGESSO**



Se considera una vivienda situada en la última planta de un edificio, en calefacción con el sistema b!klimax dispuesto en techo. La altura de los locales permite la disponibilidad de un espacio técnico entre techo y "panel activo" ($pc=85\%$).

Considerando que el techo resulta expuesto hacia el ambiente exterior y que vendrá revestido el panel b!klimax, las dispersiones térmicas de la vivienda vienen valoradas excluyendo del cálculo las superficies recubiertas por la instalación radiante.

A continuación se indican las dispersiones calculadas por los locales::

Tabla de las dispersiones de cada local en la hipótesis de techo no dispersante para el 85% de la superficie.

LOCAL	POTENCIA INVERNAL [W]
Cocina/Comedor	2743
Pasillo	208
Baño 1	557
Habitación 1	811
Baño 2	609
Habitación 2	684
Guardarropa	405

Si consideri un appartamento situato all'ultimo piano di un edificio, da riscaldare con il sistema b!klimax disposto a soffitto. L'altezza dei locali permette la disponibilità di un vano tecnico tra soffitto e "pannello attivo" ($pc=85\%$).

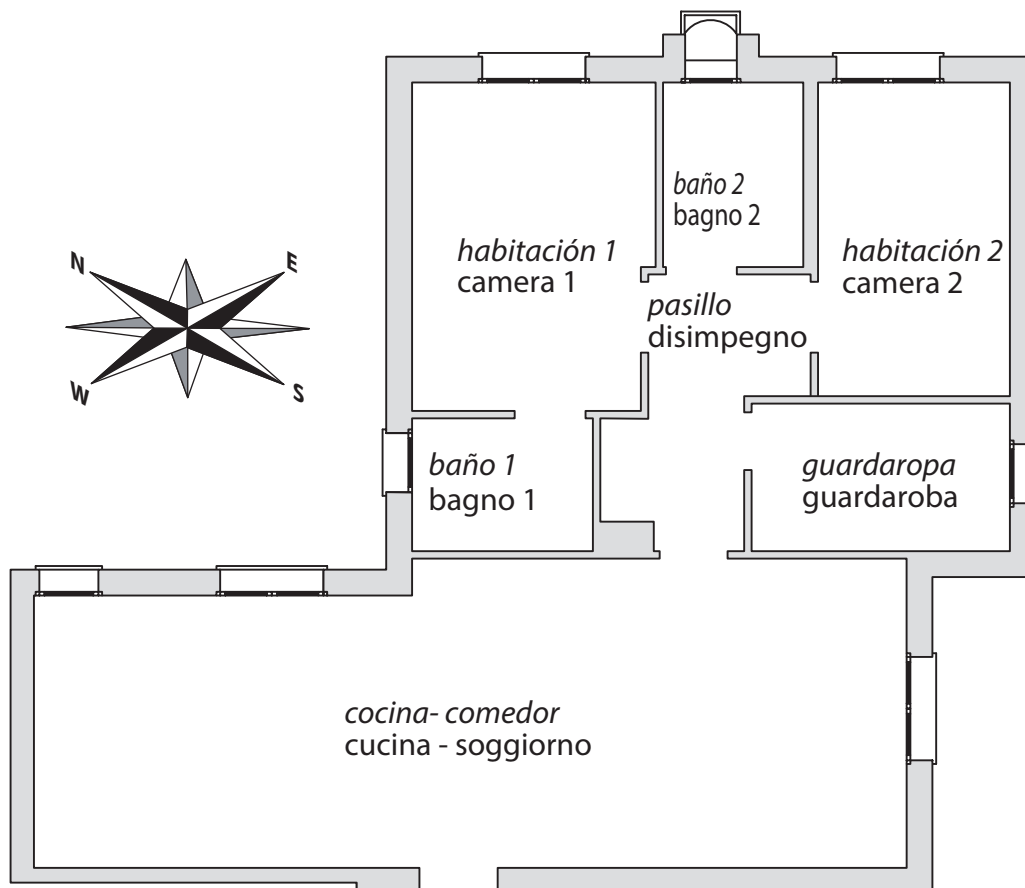
Considerando che il tetto risulta esposto verso l'ambiente esterno e che verrà rivestito dal pannello b!klimax, le dispersioni termiche dell'appartamento vengono valutate escludendo dal calcolo le superfici ricoperte dall'impianto radiante.

Di seguito si riportano le dispersioni calcolate per i locali interessati:

Tabella delle dispersioni di ogni locale nelle ipotesi di soffitto non dispersante per l'85% della superficie.

LOCALE	POTENZA INVERNALE [W]
Cucina/Soggiorno	2743
Disimpegno	208
Bagno 1	557
Camera 1	811
Bagno 2	609
Camera 2	684
Guardaroba	405

Vista en planta de la vivienda considerada en el ejemplo de cálculo
Vista in pianta dell'appartamento considerato nell'esempio di calcolo



Seleccionada la temperatura media del fluido termovector, por ejemplo $T=38.5^{\circ}\text{C}$, yendo sobre el diagrama "Potencia techo en calefacción"; en correspondencia del salto térmico entre ambiente y fluido termovector (en este caso: $38.5-20=18.5\text{ [}^{\circ}\text{C]}$), resulta un valor de flujo areico $q=80\text{ [W/m}^2\text{]}$.

Para la valoración del coeficiente de cobertura se considera alcanzar el 85% ($pc=85\%$) de la superficie disponible porque como se ha dicho se dispone de un espacio técnico entre techo y panel.

Scelta la temperatura media del fluido termovettore, ad esempio $T=38.5^{\circ}\text{C}$, andando sul diagramma "Rese soffitto in riscaldamento"; in corrispondenza del salto termico tra ambiente e fluido termovettore (in questo caso: $38.5 - 20=18.5\text{ [}^{\circ}\text{C]}$), si trova un valore di flusso areico $q=80\text{ [W/m}^2\text{]}$.

Per la valutazione del coefficiente di copertura si considera di raggiungere l'85% ($pc=85\%$) della superficie disponibile perché come detto si dispone di un vano tecnico tra soffitto e pannello.

Tabla de cálculo de la superficie panelada considerando un flujo areico $q=80\text{ [W/m}^2\text{]}$
Tabella di calcolo della superficie pannellata considerando un flusso areico $q=80\text{ [W/m}^2\text{]}$

LOCAL	LOCALE	Superficie disponible Superficie disponibile [m ²]	Estimación superficie panelable Stima superficie pannellabile ($pc=85\%$) [m ²]	Superficie necesaria calculada Superficie necessaria calcolata [m ²]
Cocina/Comedor	Cucina/Soggiorno	47	40.0	34.3
Pasillo	Disimpegno	7.3	6.2	2.6
Baño 1	Bagno 1	4.4	3.7	7.0
Habitación 1	Camera 1	14.3	12.2	10.1
Baño 2	Bagno 2	4.7	4.0	7.6
Habitación 2	Camera 2	11	9.4	8.6
Guardarropa	Guardaroba	7	6.0	5.1

La selección de la temperatura media del fluido vector (38.5°C) y del factor de cobertura ($pc=85\%$) han llevado a calcular las superficies paneladas que entran, a excepción de los baños (valores reportados en negrita), en las superficies disponibles. Esto implica que para estos dos locales se debe escoger una de las tres hipótesis indicadas en el punto "b)" del parágrafo: "cálculo de la instalación para sólo calefacción invernal"; se decide utilizar otras superficies útiles como las paredes: quiere decir que para el baño1 se necesitan: $7.0-3.7=3.3\text{ [m}^2\text{]}$, mientras para el baño 2: $7.6-4.0=3.6\text{ [m}^2\text{]}$.

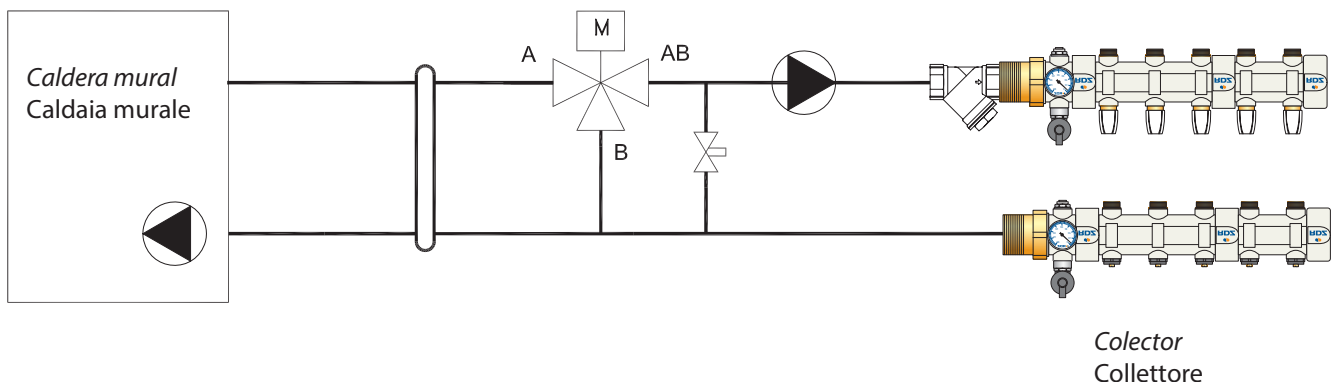
Se pasa ahora a la elaboración gráfica disponiendo los paneles radiantes en modo tal de ajustarse a las superficies necesarias calculadas.

La scelta della temperatura media del fluido vettore (38.5°C) e del fattore di copertura ($pc=85\%$) hanno portato a calcolare delle superfici pannellate che rientrano, ad eccezione dei bagni (valori riportati in grassetto), nelle superfici disponibili.

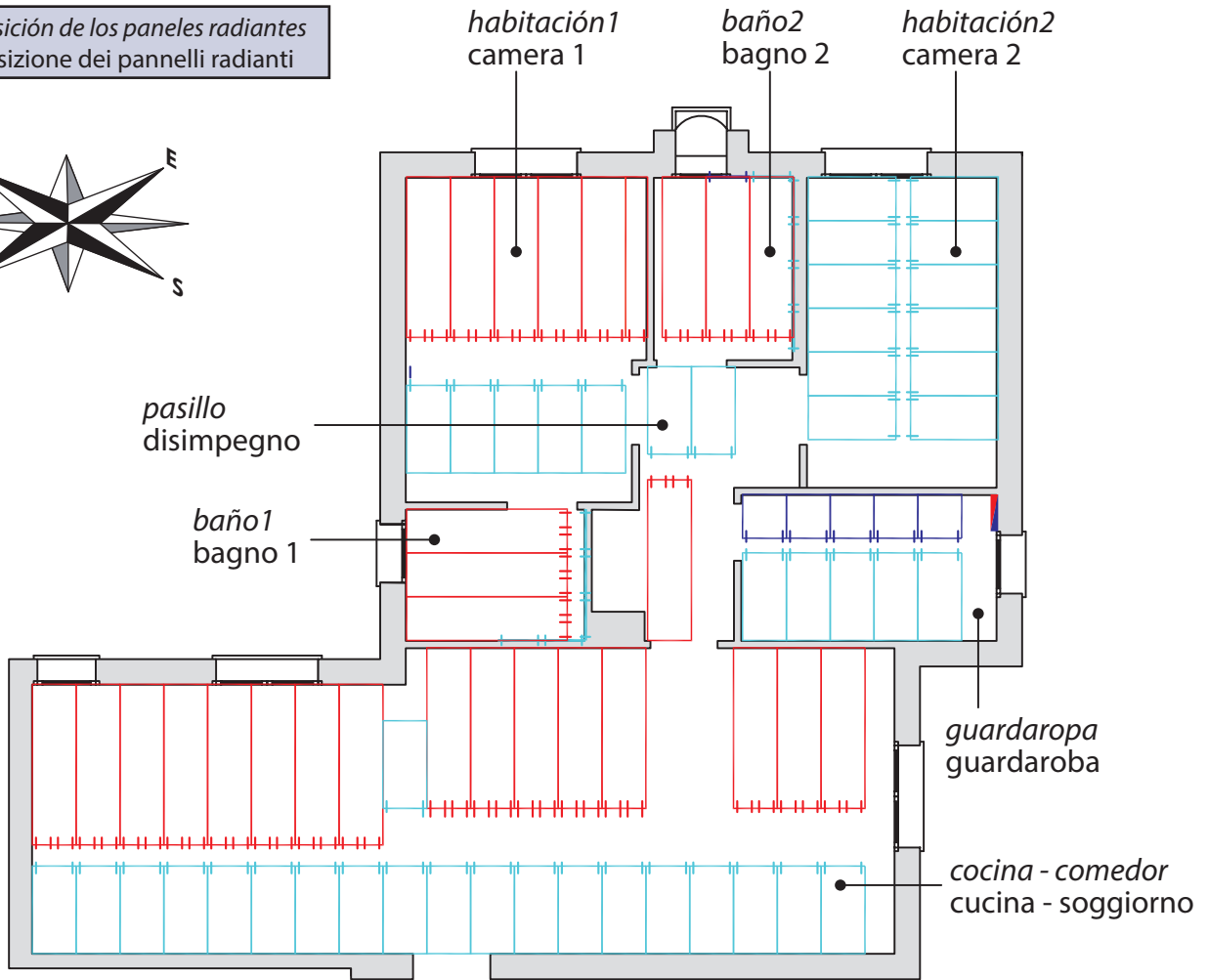
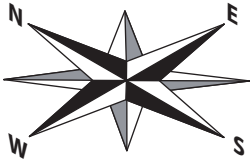
Ciò implica che per questi due locali si debba scegliere una delle tre ipotesi riportate al punto "b)" del paragrafo: "calcolo dell'impianto per solo riscaldamento invernale"; si supponga di voler sfruttare altre superfici utili quali le pareti: sarebbe a dire che per il bagno1 occorrono altri: $7.0-3.7=3.3\text{ [m}^2\text{]}$, mentre per il bagno 2: $7.6-4.0=3.6\text{ [m}^2\text{]}$.

Si passa ora all'elaborazione grafica disponendo i pannelli radianti in modo tale da avvicinarsi alle superfici necessarie calcolate.

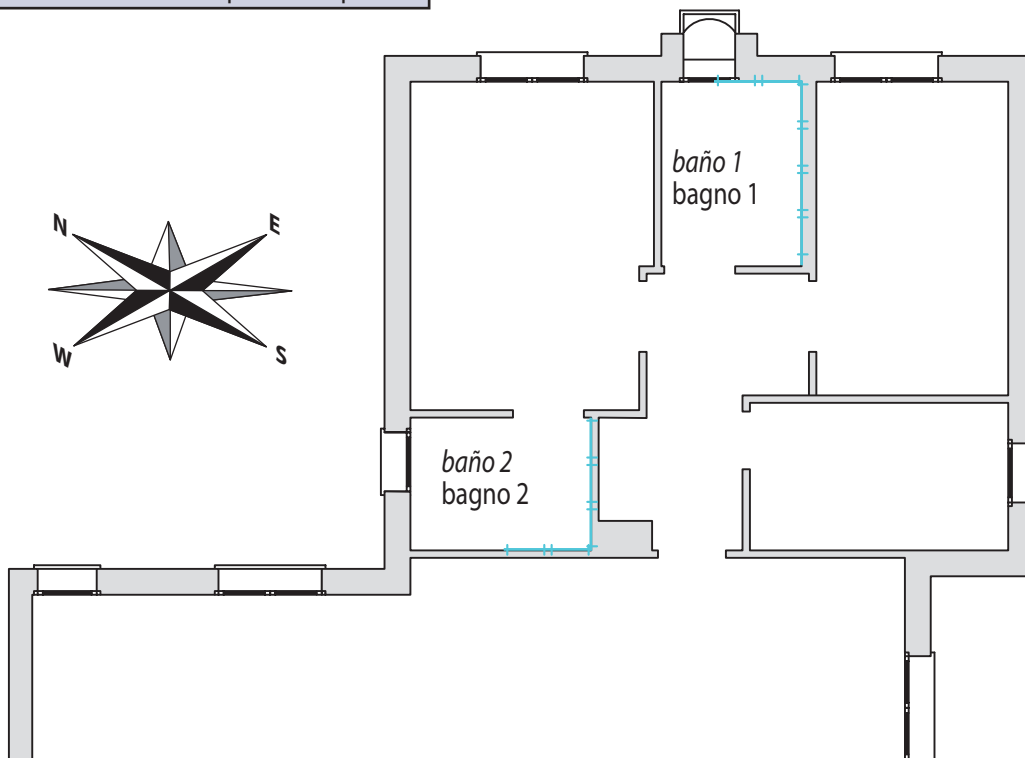
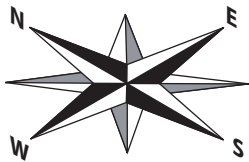
Esquema hidráulico indicativo de la instalación de calefacción con sistema b!klimax
Schema idraulico indicativo di principio dell'impianto di riscaldamento con sistema b!klimax



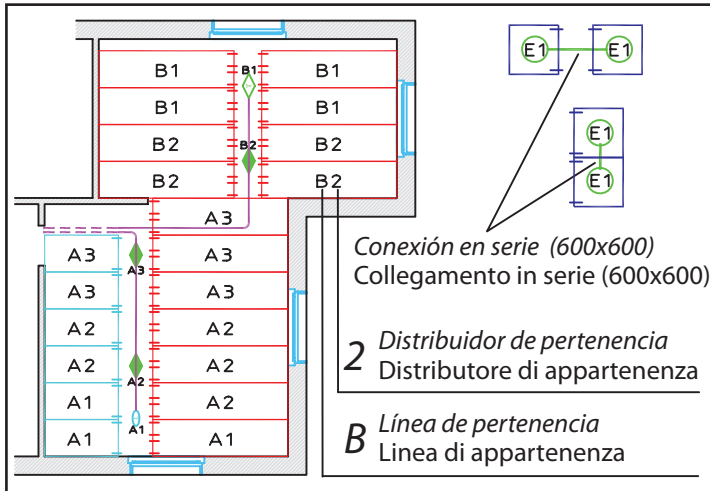
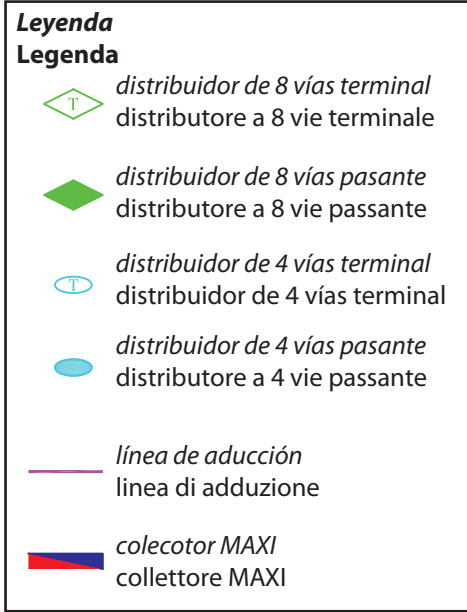
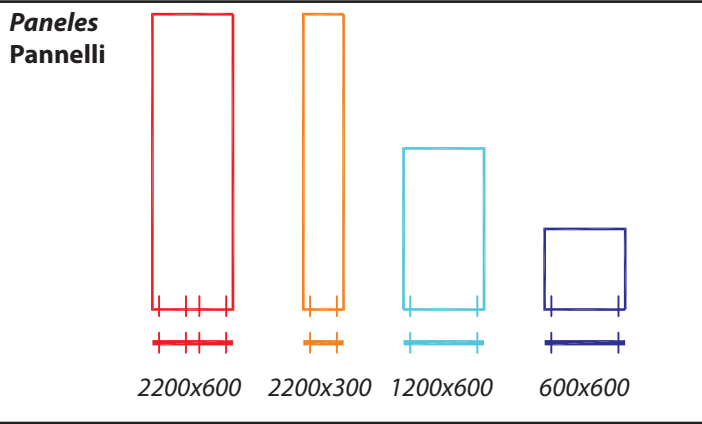
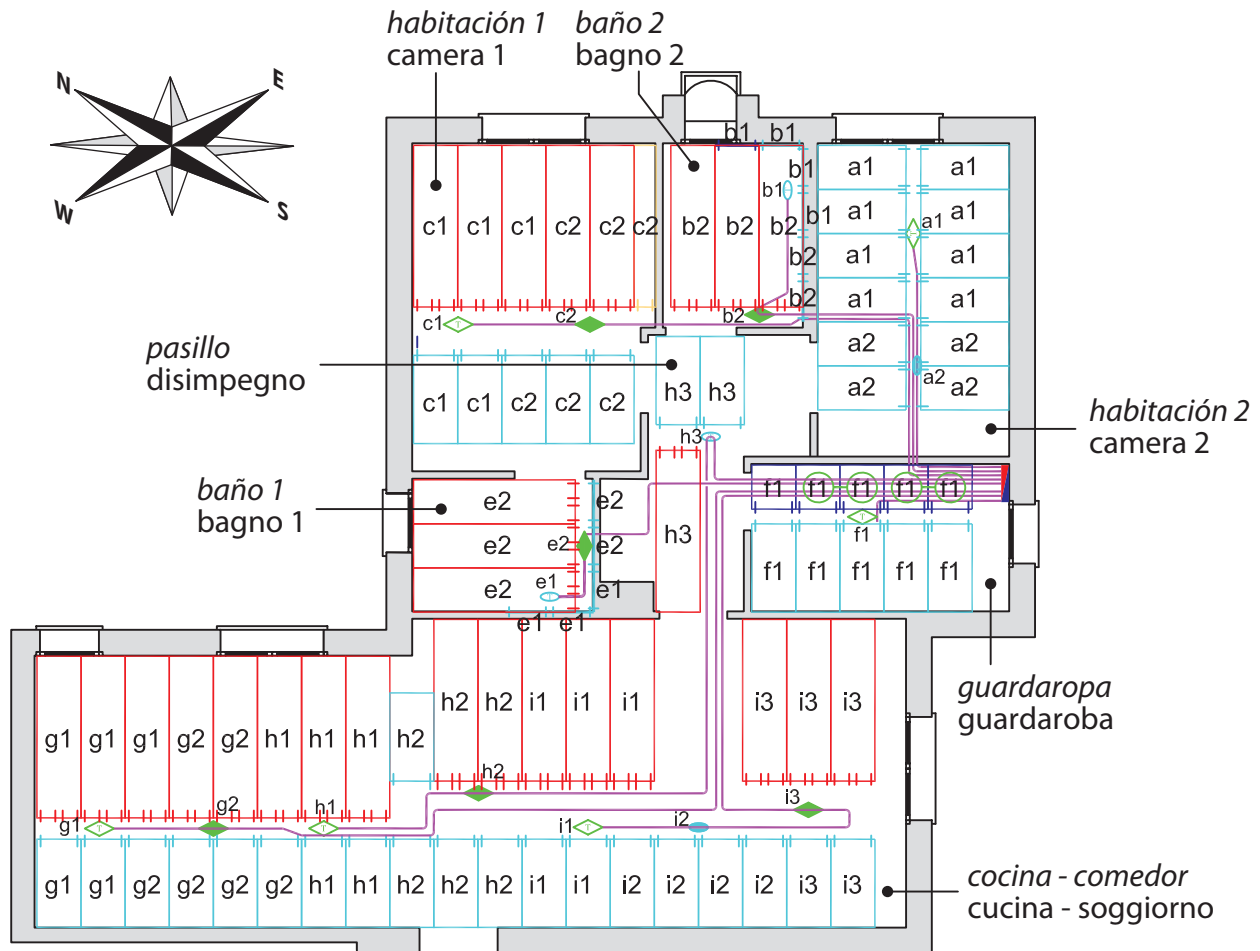
Disposición de los paneles radiantes
Disposizione dei pannelli radianti



Particular detalle de los paneles en pared
Particolare con evidenziati i soli pannelli a parete



Esquema completo de distribución con la señalización de correspondencia entre panel y distribuidor de pertenencia
 Schema completo di distribuzione con l'assegnazione di corrispondenza tra pannello e distributore di appartenenza



En los dos baños se han previsto paneles colocados en pared para compensar la superficie "activa" que falta. Una vez contados los paneles y calculada el área efectiva radiante por cada estancia, seremos capaces de obtener el flujo areico para comparar con el anteriormente estimado.

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Nei due bagni sono stati previsti dei pannelli disposti a parete per compensare la superficie "attiva" mancante. Eseguito il conteggio dei pannelli e calcolata l'area effettiva radiante per ogni stanza, si è in grado di ricavare il flusso areico da comparare con quello precedentemente stimato.

Di seguito in tabella si riportano i risultati:

Potencia areica calculada con la real disposición de los paneles								
Potenza areica calcolata con la reale disposizione dei pannelli								
LOCAL	LOCALE	Panel Pannello 2200x600	Panel Pannello 1200x600	Panel Pannello 600x600	Superficie panelada Superficie pannellata [m ²]	Potencia emitida Potenza emessa [W]	Potencia requerida Potenza richiesta [W]	Diff. Diff. [W]
Cocina/Comedor	Cucina/Soggiorno	16	20	-	35.5	2840	2743	97
Pasillo	Disimpegno	1	2	-	2.8	224	208	16
Baño 1	Bagno 1	3	5	-	7.6	672	557	115
Habitación 1	Camera 1	5.5	5	-	10.9	872	811	61
Baño 2	Bagno 2	3	5	-	7.6	672	609	63
Habitación 2	Camera 2	-	12	-	8.7	696	684	12
Guardarropa	Guardaroba	-	5	5	5.4	432	405	27

De los resultados obtenidos se ve que la potencia emitida por los paneles para cada local es superior a la requerida; esto confirma que la potencia instalada es capaz de cubrir el requerimiento de cada local.

Como puede observarse para los locales utilizados como baños, que normalmente demandan una mayor potencia a causa de la temperatura ambiente y del número de recambios de aire mayores, ha sido necesario utilizar parte de las paredes para cubrir la demanda requerida. Hubiera sido posible aumentar la temperatura del fluido y en consecuencia el flujo areico emitido; pero en esta situación se debería disminuir la superficie activa del resto de los locales reduciendo de esta forma la homogeneidad de distribución del calor. Como se puede observar del gráfico siguiente, en correspondencia con una potencia de 80 W (generada para un salto térmico agua-ambiente de 18.5°C) se tiene un salto térmico entre superficie radiante y ambiente de cerca 12.3 °C; esto significa que la temperatura del techo radiante vale:

$$\text{TEMPERATURA TECHO RAD: } T_{\text{sup}} = T_{\text{amb}} + 12.3 = 20 + 12.3 = 32.3^{\circ}\text{C}$$

Si se calcula ahora el salto térmico del fluido termovector en el interior de cada circuito elemental:

$$\text{SALTO TÉRMICO DEL FLUIDO: } \Delta T = (80 * 0.860) / 28 = 2.5^{\circ}\text{C}^*$$

Donde: 0.86 es el factor de conversión de W/m² → kCal/(h*m²)
28 l/m² es el caudal del panel referido a la unidad de superficie

Este valor sirve para determinar la temperatura de impulsión, observando la media utilizada anteriormente en los cálculos (38.5°C):

$$\text{TEMPERATURA DE IMPULSIÓN: } T_{\text{im}} = T_{\text{med}} + \Delta T / 2 = 38.5 + 2.5 / 2 = 39.8^{\circ}\text{C}$$

* valor que no tiene en cuenta las dispersiones posteriores al panel evaluables en una primera aproximación en un 10% (ver cap. 4)

Dai risultati ottenuti si vede che la potenza resa dai pannelli per ogni singolo locale è superiore a quella richiesta; questo conferma che la potenza installata è in grado di sopperire alle richieste di ogni locale.

Come si può notare per i locali adibiti a bagno, che solitamente richiedono una maggiore potenza a causa della temperatura ambiente e del numero di ricambi aria maggiori, è stato necessario sfruttare parte delle pareti per sopperire al fabbisogno richiesto. Sarebbe stato possibile anche incrementare la temperatura del fluido termovettore e conseguentemente il flusso areico emesso: in questa situazione però si sarebbe dovuta diminuire la superficie attiva di tutti i rimanenti locali riducendo così l'omogeneità di distribuzione del calore. Come si può notare dal grafico seguente, in corrispondenza di una potenza di 80 W (generata da un salto termico acqua-ambiente di 18.5°C) si ha un salto termico tra superficie radiante ed ambiente di circa 12.3 °C; questo significa che la temperatura del soffitto radiante vale:

$$\text{TEMPERATURA SOFFITTO RAD.: } T_{\text{sup}} = T_{\text{amb}} + 12.3 = 20 + 12.3 = 32.3^{\circ}\text{C}$$

Si calcoli ora il salto termico del fluido termovettore all'interno del singolo circuito elementare:

$$\text{SALTO TERMICO DEL FLUIDO : } \Delta T = (80 * 0.860) / 28 = 2.5^{\circ}\text{C}^*$$

Dove: 0.860 è il fattore di conversione da W/m² → kCal/(h*m²)
e 28 l/m² è la portata del pannello riferita all'unità di superficie

Questo valore serve per valutare la temperatura di mandata, nota quella media utilizzata precedentemente nei calcoli (38.5°C):

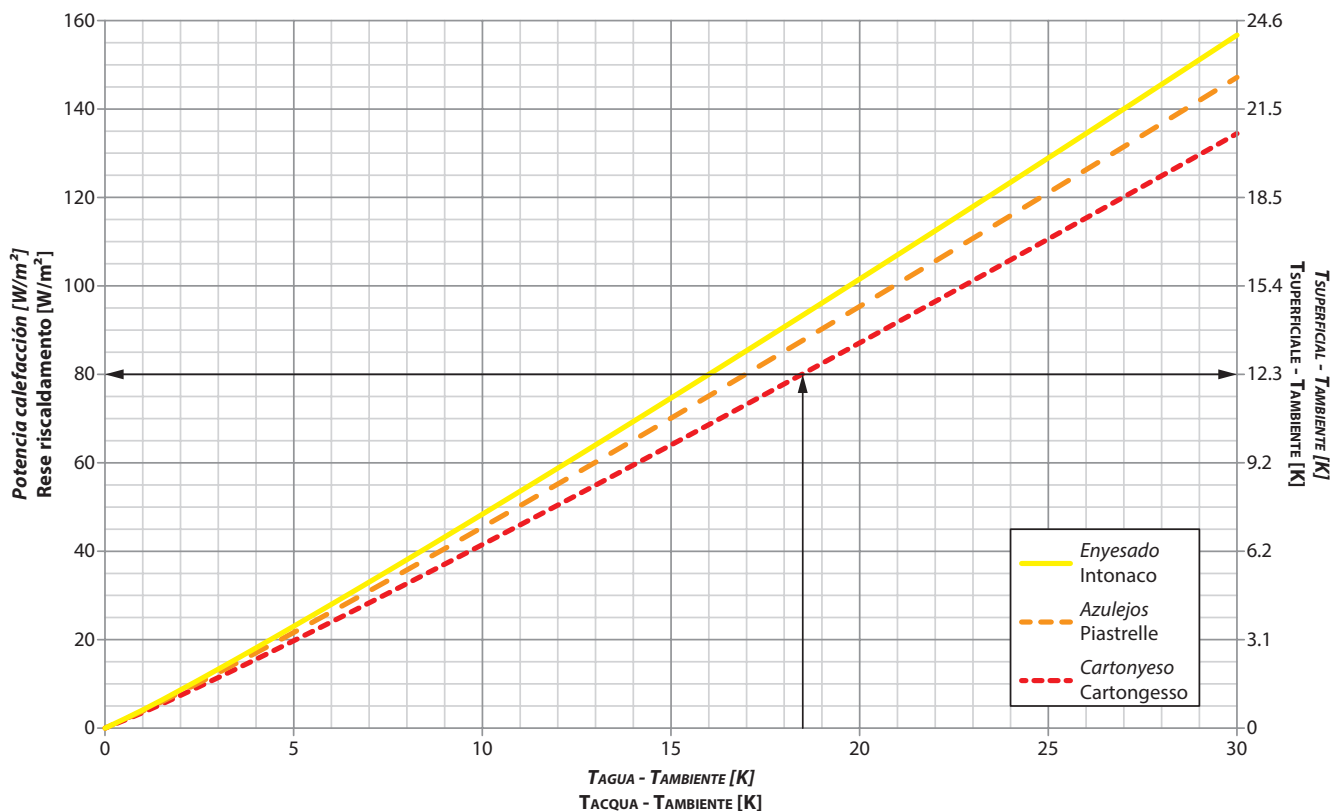
$$\text{TEMPERATURA DI MANDATA : } T_{\text{m}} = T_{\text{med}} + \Delta T / 2 = 38.5 + 2.5 / 2 = 39.8^{\circ}\text{C}$$

* valore che non tiene conto delle dispersioni dietro il pannello valutabili in prima approssimazione in un 10% (vedere cap. 4)



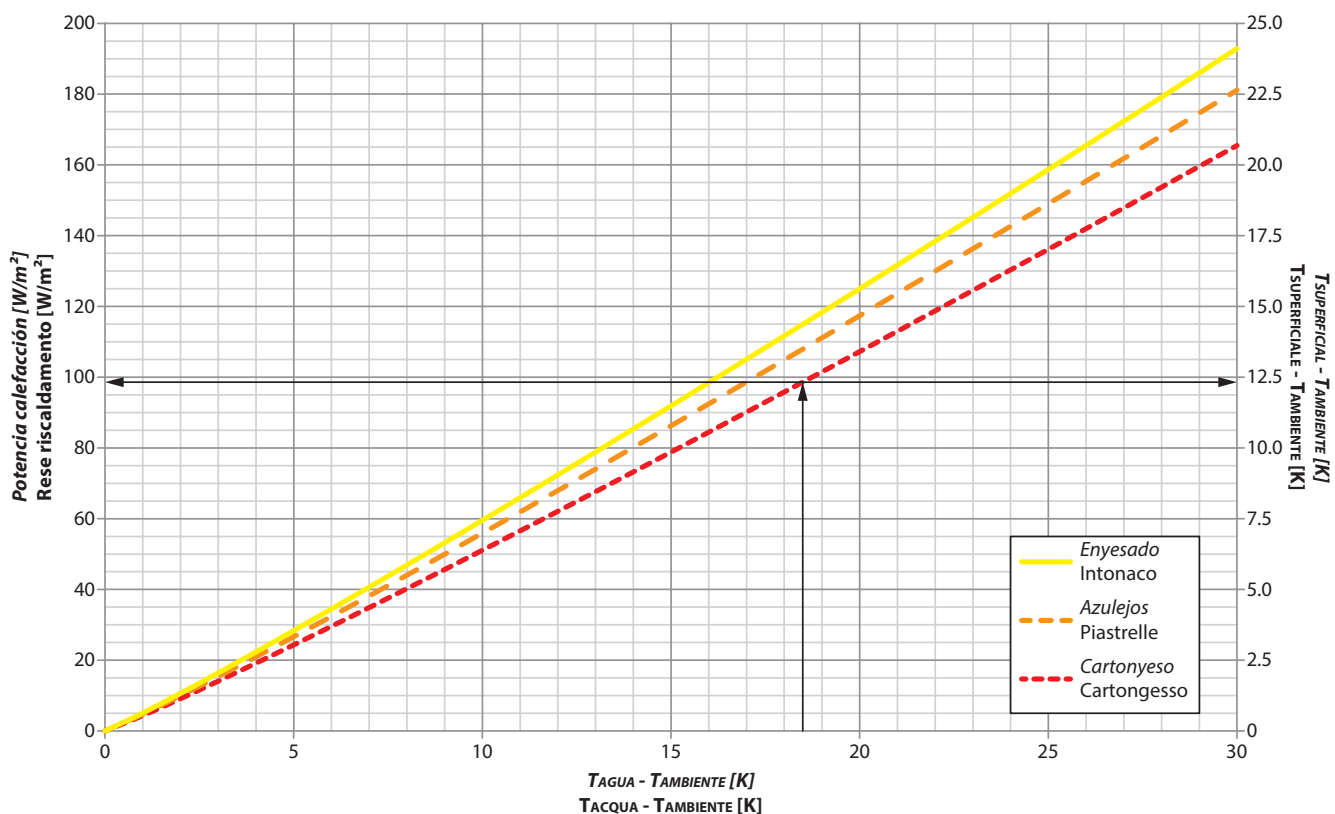
Potencia pared en calefacción

Rese soffitto in riscaldamento



Potencia techo en calefacción

Rese parete in riscaldamento





NOTA: El local Baño 2 en realidad viene calentado parcialmente con paneles a pared así que para un cálculo más preciso del flujo areico emitido se divide la potencia en dos partes: techo y pared. El techo con 3 paneles de 2200x600 teniendo una superficie de $3 \times 1.32 = 4 \text{ m}^2$ y un flujo de 80 W/m^2 emitirá: $4 \times 80 = 320 \text{ W}$; la temperatura superficial del panel (siempre del diagrama) resulta de $12.3 \text{ }^\circ\text{C}$ por encima de la temperatura ambiente, lo que equivale: $20 + 12.3 = 32.3 \text{ }^\circ\text{C}$. La pared con 5 paneles de 1200x600 teniendo una superficie total de $5 \times 0.72 = 3.6 \text{ m}^2$ y con un flujo areico (obtenido del diagrama relativo a la emisión de una pared en calefacción con agua a temperatura de $18.5 \text{ }^\circ\text{C}$ para ese ambiente) de 98.6 W/m^2 emitirá una potencia en ambiente de: $3.6 \times 98.6 = 355 \text{ W}$; la temperatura superficial del panel (siempre del diagrama) resulta de $12.3 \text{ }^\circ\text{C}$ por encima de la temperatura ambiente, lo que equivale: $20 + 12.3 = 32.3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Por lo que el resultado de la instalación del Baño 2 emite: $320 + 355 = 675 \text{ W}$ en vez de 609 W como se indicaba en la tabla.



NOTA: Il locale Bagno 2 in realtà viene riscaldato parzialmente con pannelli a parete dunque per un calcolo più preciso del flusso areico emesso si scinde la potenza in due addendi: il soffitto e la parete. Il soffitto con N°3 pannelli da 2200x600 aventi superficie di $3 \times 1.32 = 4 \text{ m}^2$ ed un flusso di 80 W/m^2 emetterà: $4 \times 80 = 320 \text{ W}$; la temperatura superficiale del pannello (sempre da diagramma) risulta di $12.3 \text{ }^\circ\text{C}$ sopra la temperatura ambiente, vale a dire: $20 + 12.3 = 32.3 \text{ }^\circ\text{C}$.

La parete con N° 5 pannelli da 1200x600 aventi una superficie totale di $5 \times 0.72 = 3.6 \text{ m}^2$ e con un flusso areico (ricavato dal diagramma relativo all'emissione di una parete in riscaldamento con acqua a temperatura di $18.5 \text{ }^\circ\text{C}$ oltre quella ambiente) di 98.6 W/m^2 emetterà una potenza in ambiente di: $3.6 \times 98.6 = 355 \text{ W}$; la temperatura superficiale del pannello (sempre da diagramma) risulta di $12.3 \text{ }^\circ\text{C}$ al di sopra della temperatura ambiente, vale a dire: $20 + 12.3 = 32.3 \text{ }^\circ\text{C}$.

Quindi a conti fatti l'impianto del Bagno 2 emette: $320 + 355 = 675 \text{ W}$ invece di 609 W come riportati in tabella.

MATERIAL UTILIZADO

Se lista seguidamente los materiales utilizados para realizar la instalación como en el ejemplo:

MATERIALE IMPIEGATO

Si elenca di seguito il materiale impiegato per eseguire l'impianto come da esempio:

Material utilizado				
Materiale impiegato				
U.M.	Cant. Q.tà	Código Codice	Descripción	Descrizione
Nº	29	6102200	Panel 2200 x 600	Pannello 2200 x 600
Nº	54	6101200	Panel 1200 x 600	Pannello 1200 x 600
Nº	5	6100595	Panel 600 x 600	Pannello 600 x 600
Nº	40	6100700	Panel de taponamiento 2200 x 600	Pannello di tamponamento 2200 x 600
Nº	3	6210060	Pareja distribuidores 4 Vías Preaislado-Pasante	Coppia distributori 4 Vie Preisolato-Passante
Nº	2	6210070	Pareja distribuidores 4 Vías Preaislado-Terminal	Coppia distributori 4 Vie Preisolato-Terminale
Nº	6	6210040	Pareja distribuidores 8 Vías Preaislado-Pasante	Coppia distributori 8 Vie Preisolato-Passante
Nº	6	6210050	Pareja distribuidores 4 Vías Preaislado-Terminal	Coppia distributori 8 Vie Preisolato-Terminale
m	100	6300620	Tubo PB diám. 20-16 + aislante ROJO	Tubo PB diam. 20-16 + isolante ROSSO
m	100	6310620	Tubo PB diám. 20-16 + aislante AZUL	Tubo PB diam. 20-16 + isolante BLU
Nº	2	6603000	Lubricante para racores rápidos	Lubrificante per raccordi rapidi
Nº	1	6302009	Colector MAXI 8+8	Collettore MAXI 8+8
Nº	1	6431080	Armario 800x700x140 (hasta 10 salidas)	Armadietto 800x700x140 (fino a 10 uscite)
Nº	1	6440032	Separador microburbujas 1"1/4	Separatore microbolle 1"1/4
m	150	6603010	Cinta perimetral blklimax	Cornice perimetrale blklimax

Se considera una vivienda situada en la última planta de un edificio, a climatizar con el sistema b!klimax montado en techo. La altura de los locales permite la disponibilidad de un espacio técnico entre techo y "panel activo" ($pc=85\%$).

Considerando que el techo resulta expuesto hacia el ambiente exterior y que vendrá revestido por el panel b!klimax, las dispersiones y las necesidades térmicas de la vivienda vendrán valoradas excluyendo del cálculo las superficies recubiertas por la instalación radiante.

Por lo general los locales usados como baños no vienen refrescados, por lo tanto para estos el dimensionado se realizará utilizando el ejemplo anterior en sólo calefacción.

Debajo se indican las potencias estivas e invernales calculadas para los locales:

Si consideri un appartamento situato all'ultimo piano di un edificio, da climatizzare con il sistema b!klimax disposto a soffitto. L'altezza dei locali permette la disponibilità di un vano tecnico tra soffitto e "pannello attivo" ($pc=85\%$).

Considerando che il tetto risulta esposto verso l'ambiente esterno e che verrà rivestito dal pannello b!klimax, le dispersioni e le rientrate termiche dell'appartamento vengono valutate escludendo dal calcolo le superfici ricoperte dall'impianto radiante.

Solitamente i locali adibiti a bagno non vengono raffrescati pertanto per il loro dimensionamento si seguirà la procedura utilizzata nell'esempio precedente in solo riscaldamento.

Di seguito si riportano le potenze estive ed invernali calcolate per i locali interessati:

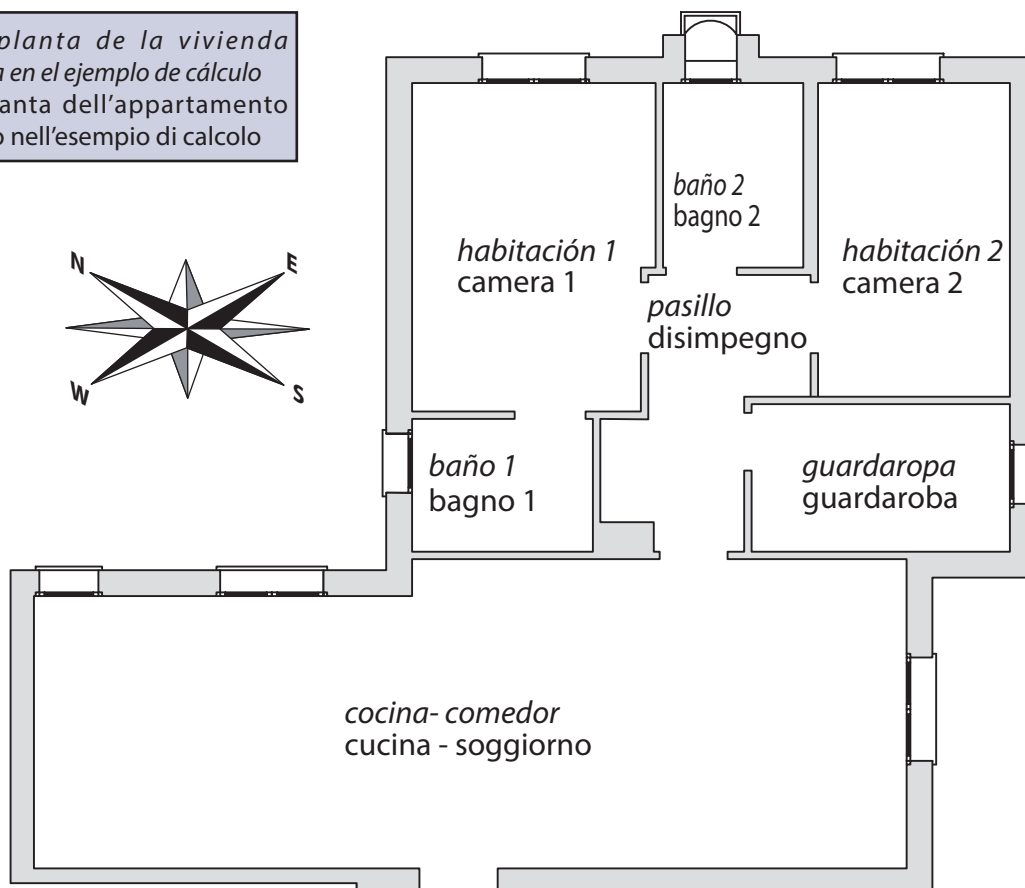
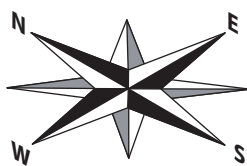
Tabla de dispersiones de cada local en la hipótesis de techo sin dispersiones para el 85% de la superficie.

Local	Potencia estival [W]	Potencia invernale [W]
Cocina/Comedor	2015	2743
Pasillo	131	208
Baño 1	-	557
Habitación 1	630	811
Baño 2	-	609
Habitación 2	498	684
Guardarropa	260	405

Tabella delle dispersioni di ogni locale nelle ipotesi di soffitto non disperdente per l'85% della superficie.

Locale	Potenza estiva [W]	Potenza invernale [W]
Cucina-soggiorno	2015	2743
Disimpegno	131	208
Bagno 1	-	557
Camera 1	630	811
Bagno 2	-	609
Camera 2	498	684
Guardaroba	260	405

Vista en planta de la vivienda considerada en el ejemplo de cálculo
Vista in pianta dell'appartamento considerato nell'esempio di calcolo



La temperatura ambiente de proyecto es de 26°C; seleccionada la temperatura media del fluido termovector, por ejemplo T=15°C, yendo sobre el diagrama "Potencia techo en refrescamiento", en correspondencia del salto térmico entre ambiente y fluido termovector (en este caso: 26-15=11 [°C]), resulta un valor de q=53 [W/m²]. Para la valoración del coeficiente de cobertura se considera alcanzar el 85% (pc=85%) de la superficie disponible porque como se ha dicho se dispone de un espacio técnico entre techo y panel. Para los locales Baño 1 y 2, no siendo refrescados, se procede con la determinación de la temperatura media del fluido termovector en calefacción: en este caso, adoptando una temperatura media de 38.5 °C, se obtiene (del diagrama "Potencia techo en calefacción") un salto térmico entre agua y ambiente de: 38.5-20=18.5°C en correspondencia del cual se obtiene una potencia de q=80 [W/m²].

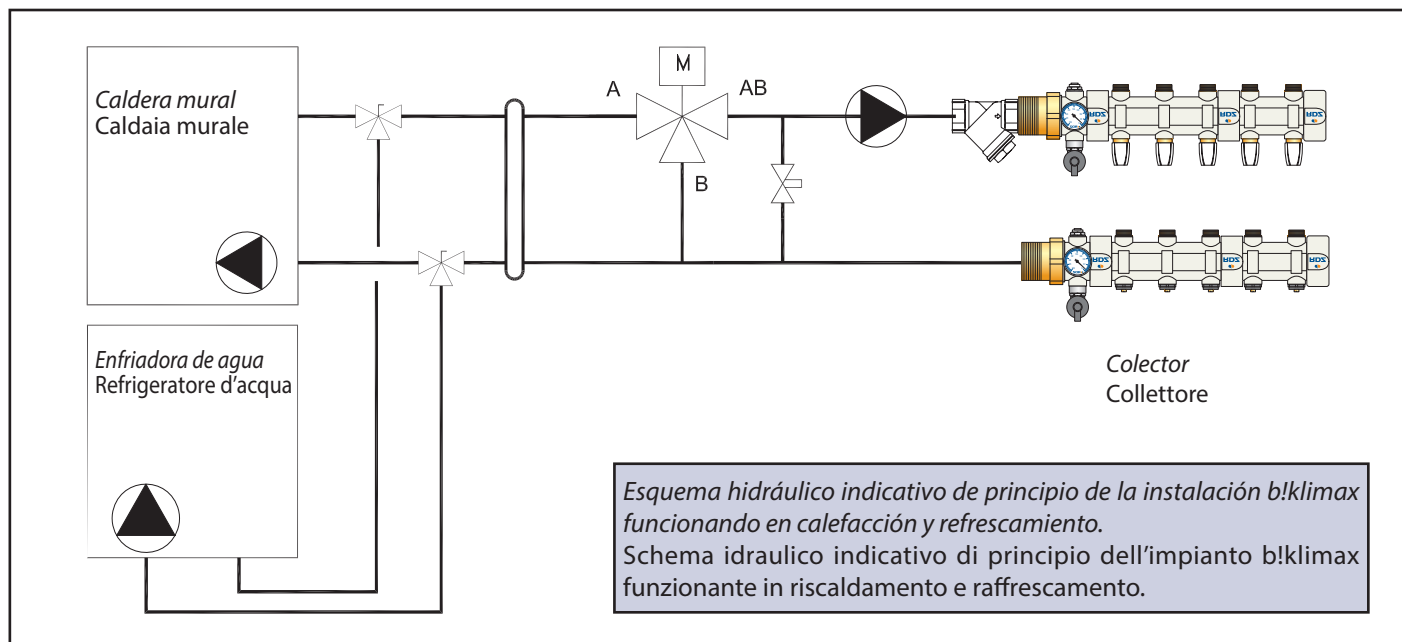
La temperatura ambiente di progetto è pari a 26°C; scelta la temperatura media del fluido termovettore, ad esempio T=15°C, andando sul diagramma "rese soffitto in raffrescamento", in corrispondenza del salto termico tra ambiente e fluido termovettore (in questo caso: 26-15=11 [°C]), si trova un valore di flusso areico q=53 [W/m²]. Per la valutazione del coefficiente di copertura si considera di raggiungere l'85% (pc=85%) della superficie disponibile perchè come detto si dispone di un vano tecnico tra soffitto e pannello. Per i locali Bagno 1 e 2, non essendo raffrescati, si procede con la determinazione della temperatura media del fluido termovettore in riscaldamento: in questo caso, adottando una temperatura media di 38.5°C, si ottiene (dal diagramma "rese soffitto in riscaldamento") un salto termico tra acqua ed ambiente di: 38.5-20=18.5°C in corrispondenza del quale si ottiene un flusso areico di q=80 [W/m²].

Table of the calculation of panelled surface area considering an areal flow q=53 [W/m²] in case of cooling; for Bathrooms 1 and 2 only, the surface area values* refer to an areal flow q=80 [W/m²] in heating running.
Tabella di calcolo della superficie pannellata considerando un flusso areico q=53 [W/m²] nel caso di raffrescamento; per i soli locali Bagno 1 e 2 i valori di superficie* si riferiscono ad un flusso areico q=80 [W/m²] in riscaldamento.

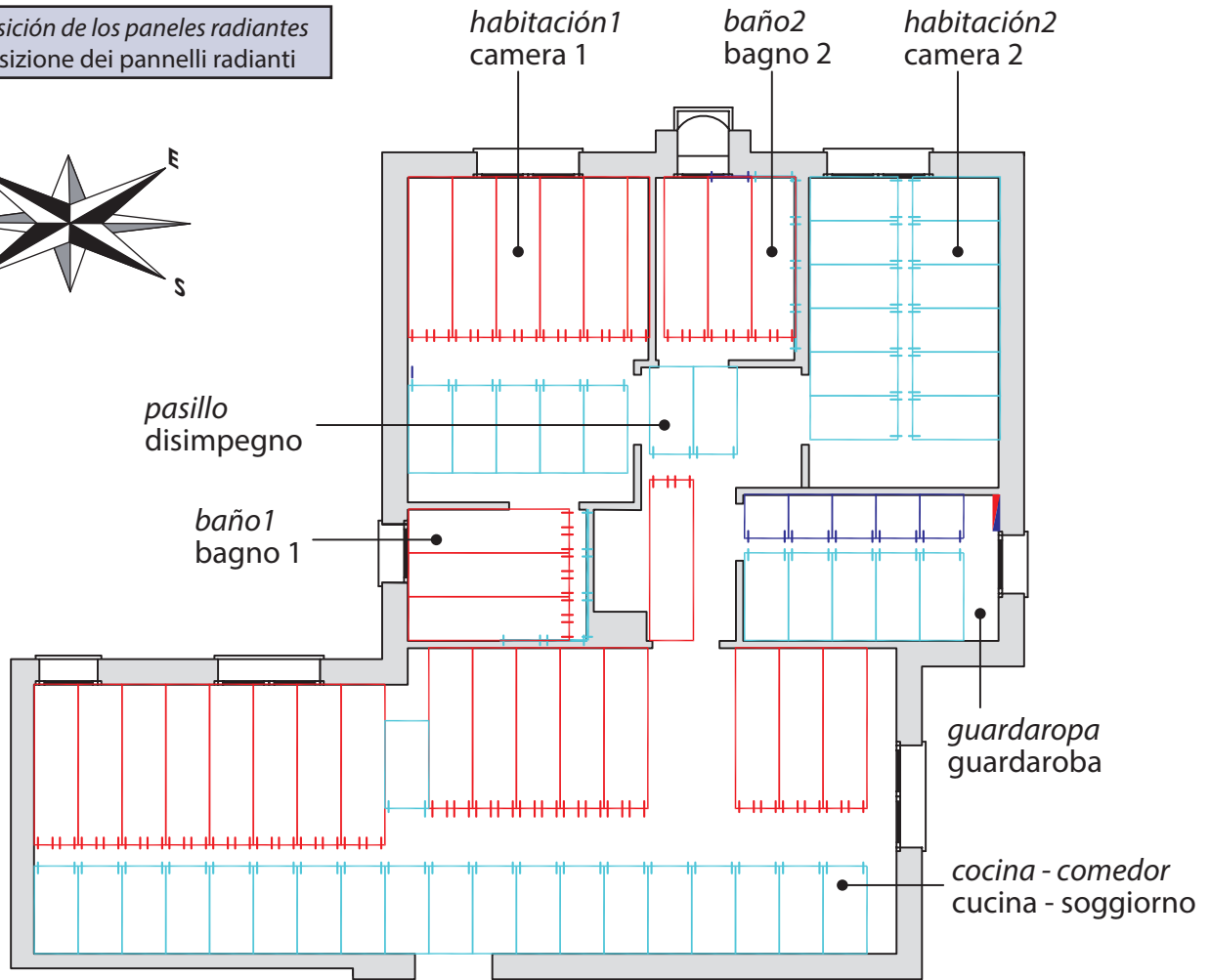
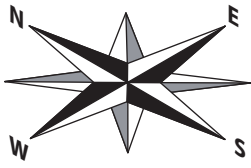
LOCAL	LOCALE	Superficie disponible Superficie disponibile [m²]	Estimación superficie panelable Stima superficie pannellabile (pc= 85%) [m²]	Superficie necesaria calculada Superficie necessaria calcolata [m²]
Cocina/Comedor	Cucina/Soggiorno	47	40.0	38.0
Pasillo	Disimpegno	7.3	6.2	2.5
Baño 1	Bagno 1	4.4	3.7	7.0*
Habitación 1	Camera 1	14.3	12.2	11.9
Baño 2	Bagno 2	4.7	4.0	7.6*
Habitación 2	Camera 2	11	9.4	9.4
Guardarropa	Guardaroba	7	6.0	4.9

La selección de la temperatura media del fluido vector (15°C) y del factor de cobertura (pc=85%) han llevado a calcular las superficies activas que se aproximan a las disponibles. Para los locales Baño 1 y 2 la superficie de techo útil resulta insuficiente; esto implica que para estos dos locales se debe escoger una de las tres hipótesis referidas en el punto "b)" del parágrafo "Cálculo de la instalación para sólo calefacción invernal". Supongamos querer usar otras superficies útiles como las paredes: para el baño 1 serán necesarios: 7.0-3.7 = 3.3 [m²], mientras para el baño 2 serán necesarios: 7.6-4.0 = 3.6 [m²]. Se pasa ahora a la elaboración gráfica disponiendo los paneles radiantes en modo tal de ajustarse a las superficies necesarias calculadas.

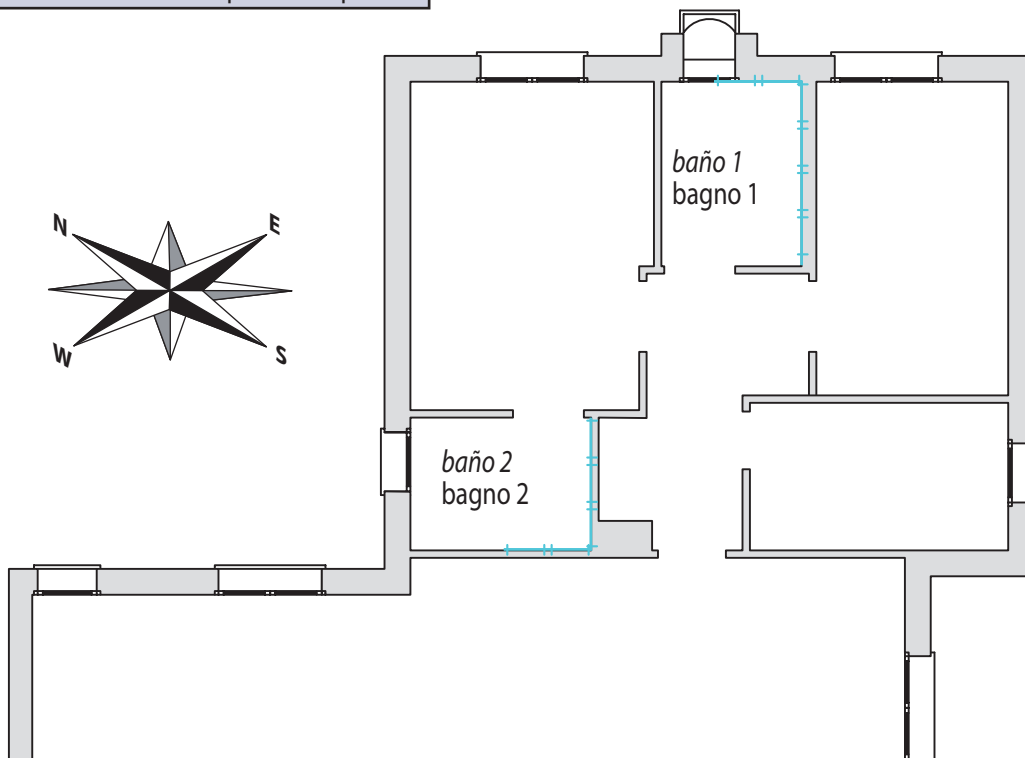
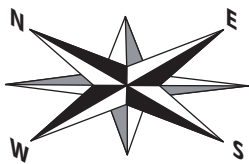
La scelta della temperatura media del fluido vettore (15°C) e del fattore di copertura (pc=85%) hanno portato a calcolare delle superfici attive che si avvicinano a quelle disponibili. Per i locali Bagno 1 e 2 invece la superficie di soffitto sfruttabile risulta insufficiente; ciò implica che per questi due locali si debba scegliere una delle tre ipotesi riportate al punto "b)" del paragrafo "Calcolo dell'impianto per solo riscaldamento invernale". Si supponga di voler sfruttare altra superficie utile quali le pareti: per il bagno 1 occorrono altri: 7.0-3.7 = 3.3 [m²], mentre per il bagno 2 saranno necessari altri: 7.6-4.0 = 3.6 [m²]. Si passa ora all'elaborazione grafica disponendo i pannelli radianti in modo tale da avvicinarsi alle superfici necessarie calcolate.



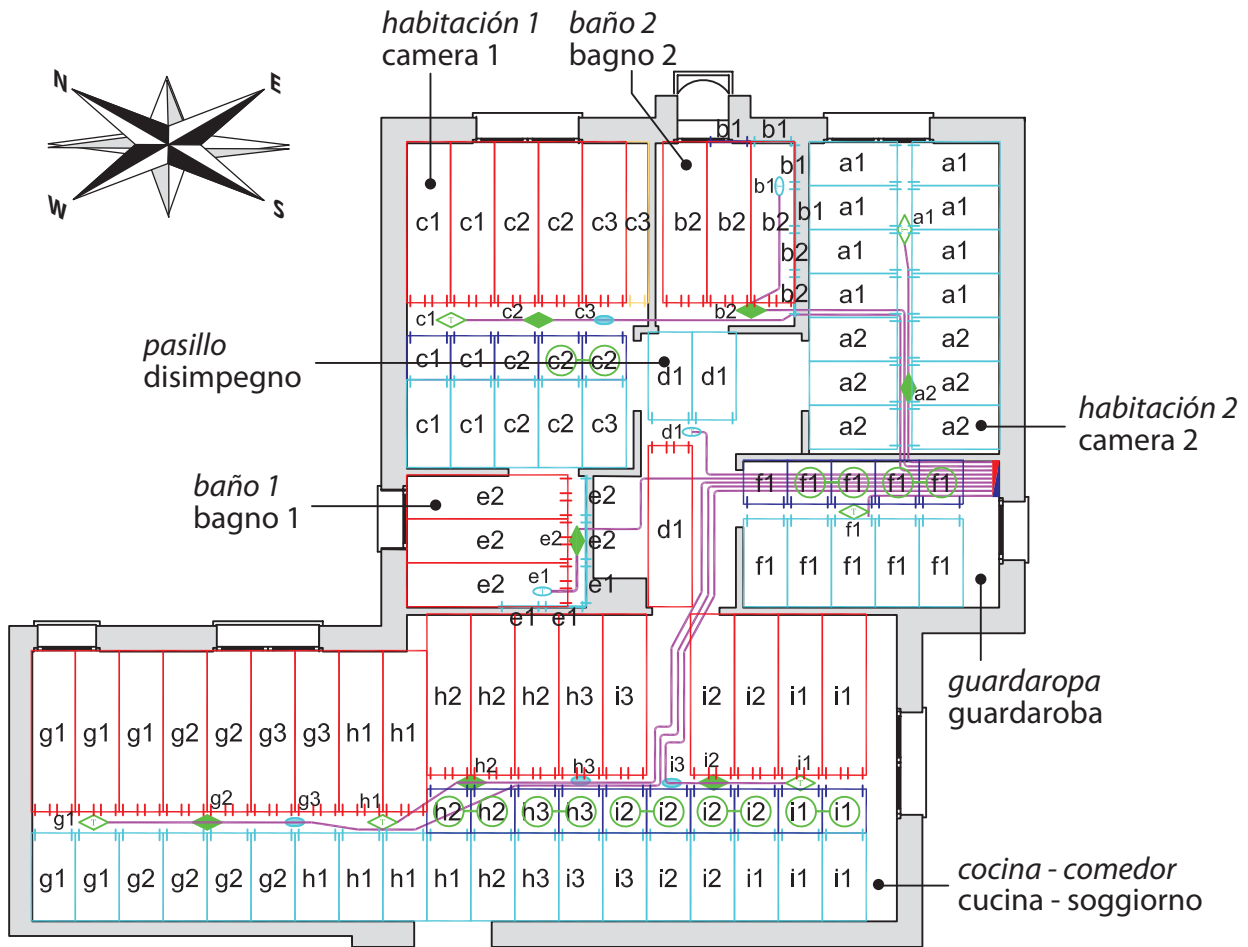
Disposición de los paneles radiantes
Disposizione dei pannelli radianti



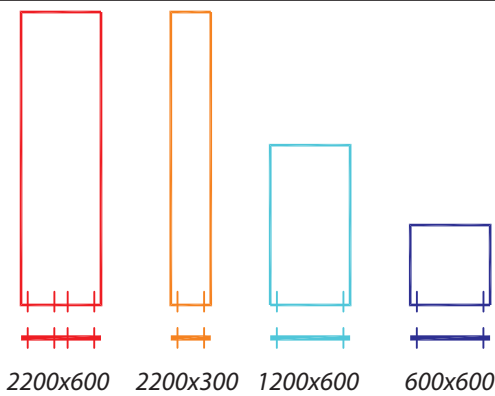
Particular detalle de los paneles en pared
Particolare con evidenziati i soli pannelli a parete



Esquema completo de distribución con la señalización de correspondencia entre panel y distribuidor de pertenencia
 Schema completo di distribuzione con l'assegnazione di corrispondenza tra pannello e distributore di appartenenza

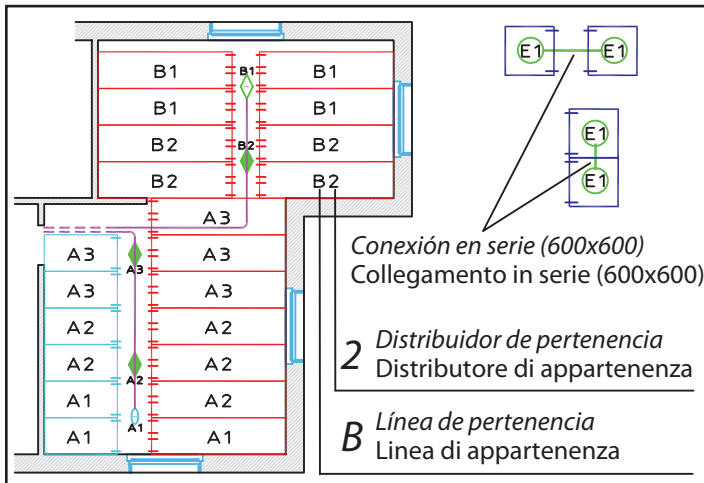


Paneles Pannelli



Legenda

- distribuidor de 8 vías terminal / distributore a 8 vie terminale
- distribuidor de 8 vías pasante / distributore a 8 vie passante
- distribuidor de 4 vías terminal / distributore a 4 vie terminale
- distribuidor de 4 vías pasante / distributore a 4 vie passante
- línea de aducción / linea di adduzione
- colector MAXI / collettore MAXI



En los dos baños se han previsto paneles colocados en pared para compensar la superficie "activa" que falta.

Una vez contados los paneles y calculada el área efectiva radiante por cada estancia, seremos capaces de obtener el flujo areico para comparar con el anteriormente estimado.

De los resultados obtenidos se ve que la potencia emitida por los paneles para cada local es superior a la requerida: esto confirma que la potencia instalada es capaz de cubrir el requerimiento de cada local.

Como puede observarse para los locales utilizados como baño, que normalmente demandan una mayor potencia a causa de la temperatura ambiente y del número de recambios de aire mayores, ha sido necesario utilizar parte de las paredes para compensar la potencia térmica que faltaba. Hubiera sido posible aumentar la temperatura del fluido y en consecuencia el flujo areico emitido: pero en esta situación se debería disminuir la superficie activa del resto de los locales reduciendo de esta forma la homogeneidad de la distribución del calor.

En la siguiente tabla se muestran los resultados:

Nei due bagni sono stati previsti dei pannelli disposti a parete per compensare la superficie "attiva" mancante.

Eseguito il conteggio dei pannelli e calcolata l'area effettiva radiante per ogni stanza, si è in grado di ricavare il flusso areico da comparare con quello precedentemente stimato.

Dai risultati ottenuti si vede che la potenza resa dai pannelli per ogni singolo locale è superiore a quella richiesta: questo conferma che la potenza installata è in grado di sopperire alle richieste di ogni locale.

Come si può notare per i locali adibiti a bagno, che solitamente richiedono una maggiore potenza a causa della temperatura ambiente e del numero di ricambi aria maggiori, è stato necessario sfruttare parte delle pareti per compensare la potenza termica mancante. Sarebbe stato possibile anche incrementare la temperatura del fluido termovettore e conseguentemente il flusso areico emesso: in questa situazione però si sarebbe dovuta diminuire la superficie attiva di tutti i rimanenti locali riducendo così l'omogeneità della distribuzione del calore.

Di seguito in tabella si riportano i risultati:

Potencia areica calculada con la real disposición de los paneles								
Potenza areica calcolata con la reale disposizione dei pannelli								
LOCAL	LOCALE	Panel Pannello 2200x600	Panel Pannello 1200x600	Panel Pannello 600x600	Superficie panelada Superficie pannellata [m ²]	Potencia emitida Potencia emessa [W]	Potencia requerida Potencia richiesta [W]	Diff. Diff. [W]
Cocina/Comedor	Cucina/Soggiorno	18	19	10	41	2173	2015	158
Pasillo	Disimpegno	1	2	-	2.8	148	131	17
Baño 1	Bagno 1	3	5	-	7.6	672*	557*	115*
Habitación 1	Camera 1	5.5	5	5	12.7	673	630	43
Baño 2	Bagno 2	3	5	-	7.6	672*	609	63*
Habitación 2	Camera 2	-	14	-	10.1	535	498	37
Guardarropa	Guardaroba	-	5	5	5.4	286	260	26

(*) potencias en calefacción - (*) potenze in riscaldamento

Del gráfico siguiente ("Potencia techo en refrescamiento"), en correspondencia con una potencia de 53 [W/m²] se tiene un salto térmico entre ambiente y superficie radiante de cerca 4.9 °C.

La temperatura del techo radiante vale:

$$TEMPERATURA \text{ TECHO RAD.: } T_{sup} = T_{amb} - 4.9 = 26 - 4.9 = 21.1^{\circ}\text{C}$$

Se calcula ahora el salto térmico del fluido termovector en el interior de cada circuito elemental:

$$\text{SALTO TÉRMICO DEL FLUIDO: } \Delta T = (53 * 0.860) / 28 = 1.3^{\circ}\text{C}^*$$

Donde: 0.860 es el factor de conversión de W/m² → kCal/(h*m²) y 28 l/m² es el caudal del panel referido a la unidad de superficie

La temperatura de impulsión, es la media utilizada anteriormente en los cálculos (18 °C) vale:

$$TEMPERATURA \text{ DE IMPULSIÓN: } T_{im} = T_{med} - \Delta T / 2 = 15 - 1.3 / 2 = 14.3^{\circ}\text{C}$$

* valor que no tiene en cuenta las dispersiones posteriores al panel evaluables en una primera aproximación en un 10% (ver cap. 4)

Dal grafico seguente ("rese soffitto in raffrescamento"), in corrispondenza di una potenza di 53 [W/m²] si riscontra un salto termico tra ambiente e superficie radiante di circa 4.9 °C.

La temperatura del soffitto radiante vale:

$$TEMPERATURA \text{ SOFFITTO RAD.: } T_{sup} = T_{amb} - 4.7 = 26 - 4.7 = 21.1^{\circ}\text{C}$$

Si calcoli ora il salto termico del fluido termovettore all'interno del singolo circuito elementare:

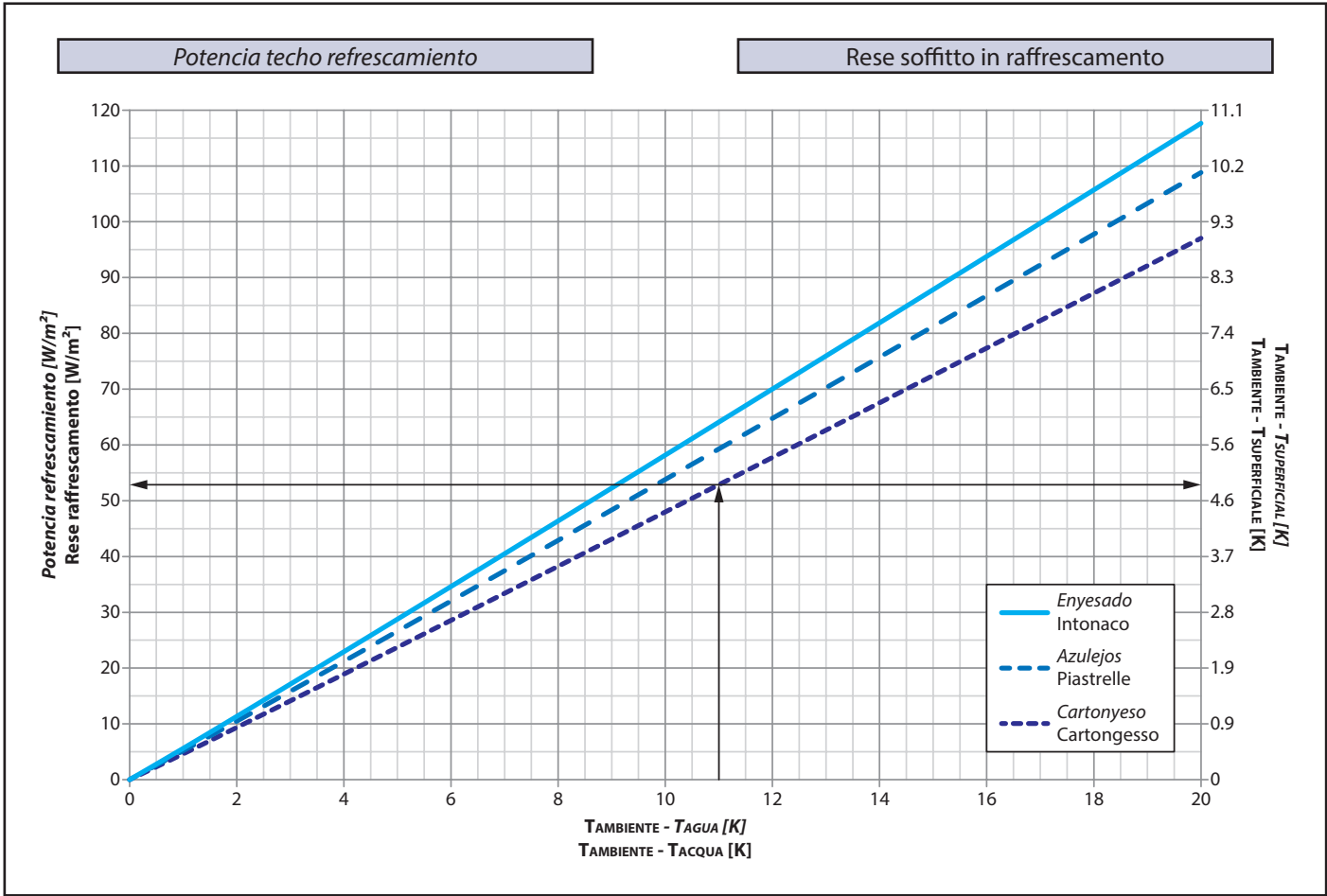
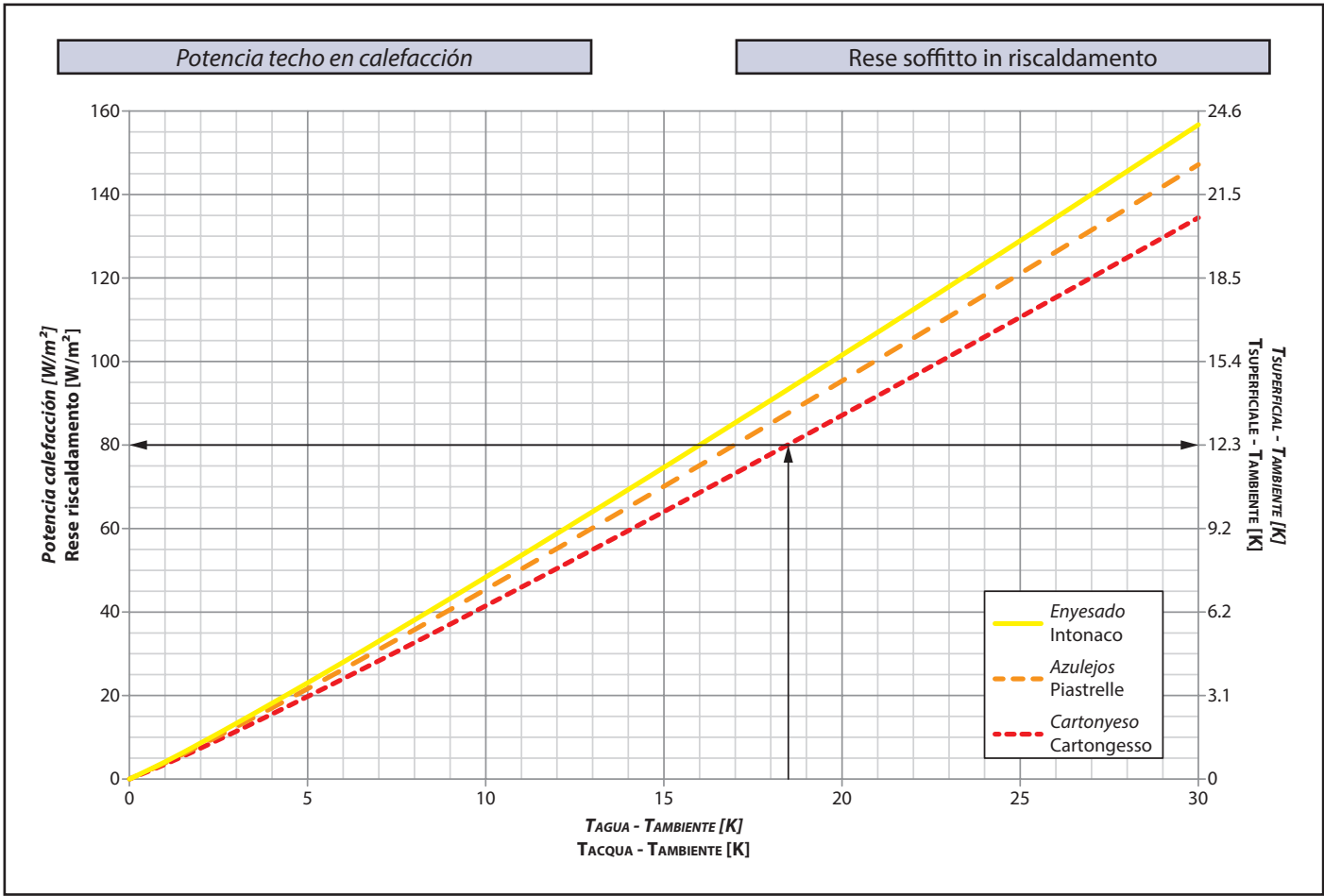
$$\text{SALTO TERMICO DEL FLUIDO: } \Delta T = (53 * 0.860) / 28 = 1.3^{\circ}\text{C}^*$$

Dove: 0.860 è il fattore di conversione da W/m² → kCal/(h*m²) 28 l/m² è la portata del pannello riferita all'unità di superficie

La temperatura di mandata, nota quella media utilizzata precedentemente nei calcoli (15°C) vale:

$$TEMPERATURA \text{ DI MANDATA: } T_{m} = T_{med} - \Delta T / 2 = 15 - 1.3 / 2 = 14.3^{\circ}\text{C}$$

* Valore che non tiene conto delle dispersioni dietro il pannello valutabili in prima approssimazione in un 10% (vedere cap. 4)



Para los locales Baño 1 y 2 en correspondencia con una potencia de 80 [W/m²] obtenemos un salto térmico entre superficie radiante y ambiente de cerca 12.3 °C.

La temperatura del techo radiante vale:

$$\text{TEMPERATURA TECHO RAD: } T_{\text{sup}} = T_{\text{amb}} + 12.3 = 20 + 12.3 = 32.3^{\circ}\text{C}$$

Se calcula ahora el salto térmico del fluido termovector en el interior de cada circuito elemental:

$$\text{SALTO TÉRMICO DEL FLUIDO: } \Delta T = (80 * 0.860) / 28 = 2.5^{\circ}\text{C}^*$$

Donde: 0.860 es el factor de conversión de W/m² ->kCal/(h*m²) y 28 l/m² es el caudal del panel referida a la unidad de superficie

La temperatura de impulsión, sobre la media utilizada anteriormente en los cálculos (38.5 °C), vale:

$$\text{TEMPERATURA DE IMPULSIÓN: } T_{\text{im}} = T_{\text{med}} + \Delta T / 2 = 38.5 + 2.5 / 2 = 39.8^{\circ}\text{C}$$



NOTA: El local Baño 2 en realidad viene calentado parcialmente con paneles a pared así que para un cálculo más preciso del flujo areico emitido se divide la potencia en dos partes: techo y pared.

El techo con 3 paneles de 2200x600 teniendo una superficie de 3*1.32=4 m² y un flujo de 80 W/m² emitirá: 4*80=320 W; la temperatura superficial del panel (siempre del diagrama) resulta 12.3 °C por encima de la temperatura ambiente, lo que equivale: 20+12.3=32.3 °C. La pared con 5 paneles de 1200x600 teniendo una superficie total de 5*0.72=3.6 m² y con un flujo areico (obtenido del diagrama relativo a la emisión de una pared en calefacción con agua a temperatura de 18.5 °C para ese ambiente) de 90 W/m² emitirá una potencia en ambiente de: 3.6*98.6=355 W; la temperatura superficial del panel (siempre del diagrama) resulta 12.3 °C por encima de la temperatura ambiente, lo que equivale: 20+12.3=32.3 °C. Por lo tanto, con las cuentas hechas, la instalación del Baño 2 emite: 320+355=675 W en vez de 609 W como se indicaba en la tabla.

*valor que no tiene en cuenta las dispersiones posteriores al panel evaluables en una primera aproximación en un 10% (ver cap. 4).

Per i locali Bagno 1 e 2 in corrispondenza di una potenza di 80 [W/m²] si riscontra un salto termico tra superficie radiante ed ambiente di circa 12.3 °C.

La temperatura del soffitto radiante vale:

$$\text{TEMPERATURA SOFFITTO RAD: } T_{\text{sup}} = T_{\text{amb}} + 12.3 = 20 + 12.3 = 32.3^{\circ}\text{C}$$

Si calcola ora il salto termico del fluido termovettore all'interno del singolo circuito elementare:

$$\text{SALTO TERMICO DEL FLUIDO: } \Delta T = (80 * 0.860) / 28 = 2.5^{\circ}\text{C}^*$$

Dove: 0.860 è il fattore di conversione da W/m² ->kCal/(h*m²) 28 l/m² è la portata del pannello riferita all'unità di superficie

La temperatura di mandata, nota quella media utilizzata precedentemente nei calcoli (38.5 °C), vale:

$$\text{Temperatura di mandata: } T_{\text{m}} = T_{\text{med}} + \Delta T / 2 = 38.5 + 2.5 / 2 = 39.8^{\circ}\text{C}$$



NOTA: Il locale Bagno 2 in realtà viene riscaldato parzialmente con pannelli a parete dunque per un calcolo più preciso del flusso areico emesso si scinde la potenza in due addendi: il soffitto e la parete. Il soffitto con N°3 pannelli da 2200x600 aventi superficie di 3*1.32=4 m² ed un flusso di 80 W/m² emetterà: 4*80=320 W; la temperatura superficiale del pannello (sempre da diagramma) risulta di 12.3 °C sopra la temperatura ambiente, vale a dire: 20+12.3=32.3 °C.

La parete con N° 5 pannelli da 1200x600 aventi una superficie totale di 5*0.72=3.6 m² e con un flusso areico (ricavato dal diagramma relativo all'emissione di una parete in riscaldamento con acqua a temperatura di 18.5 °C oltre quella ambiente) di 98.6 W/m² emetterà una potenza in ambiente di: 3.6*98.6=355 W; la temperatura superficiale del pannello (sempre da diagramma) risulta di 12.3 °C al di sopra della temperatura ambiente, vale a dire: 20+12.3=32.3 °C.

Quindi a conti fatti l'impianto del Bagno 2 emette: 320+355=675W invece di 609 W come riportati in tabella.

*Valore che non tiene conto delle dispersioni dietro il pannello valutabili in prima approssimazione in un 10% (vedere cap. 4).

CONFIRMACIÓN DEL DIMENSIONADO EN CALEFACCIÓN

Una vez calculadas las superficies activas para la climatización estival, se verifica desde el punto de vista de calefacción. Se trata de verificar si la superficie panelada resulta ser suficiente para las necesidades invernales de cada local.

Adoptando la misma temperatura del fluido termovector utilizado para los locales Baño 1 y 2, con una potencia de 80 [W/m²], se es capaz de calcular la potencia emitida en calefacción:

VERIFICA DEL DIMENSIONAMENTO IN RISCALDAMENTO

Una volta calcolate le superfici attive per la climatizzazione estiva, si esegue una verifica dal punto di vista del riscaldamento. Si tratta di verificare se la superficie pannellata risulta essere sufficiente per i fabbisogni invernali di ogni singolo locale.

Adottando la stessa temperatura del fluido termovettore utilizzato per i locali Bagno 1 e 2, con una resa quindi di 80 [W/m²], si è in grado di calcolare la potenza emessa in riscaldamento:

Potencia emitida en calor en relación al dimensionado en frío
Potenza emessa in caldo in seguito al dimensionamento in fresco

LOCAL	LOCALE	Panel Pannello 2200x600	Panel Pannello 1200x600	Panel Pannello 600x600	Superficie panelada Superficie pannellata [m ²]	Potencia emitida Potenza emessa [W]	Potencia requerida Potenza richiesta [W]	Diff. Diff. [W]
Cocina/Comedor	Cucina/Soggiorno	18	19	10	41	3280	2743	537
Pasillo	Disimpegno	1	2	-	2.8	224	208	16
Baño 1	Bagno 1	3	5	-	7.6	675	557	118
Habitación 1	Camera 1	5.5	5	5	12.7	1016	811	203
Baño 2	Bagno 2	3	5	-	7.6	675	609	66
Habitación 2	Camera 2	-	14	-	10.1	684	684	124
Guardarropa	Guardaroba	-	5	5	5.4	405	405	27

De la tabla superior se entiende que la superficie instalada es suficiente para compensar las dispersiones de cada local: siempre hay una potencia superior a la requerida.

Se recuerda que en el caso en que esto no se hubiese verificado siempre existe la posibilidad de incrementar la temperatura del fluido termovector, aumentando así el flujo areico (en el caso expuesto de 80 [W/m²]) disponible.

Dalla tabella sopra riportata si evince che la superficie installata è sufficiente a sopperire alle dispersioni di ogni singolo locale: vi è sempre una potenza superiore a quella richiesta.

Si ricorda che nel caso in cui questo non dovesse verificarsi vi è sempre la possibilità di incrementare la temperatura del fluido termovettore, aumentando così il flusso areico (nel caso esposto di 80 [W/m²]) disponibile.

MATERIAL UTILIZADO

Se lista seguidamente el material utilizado para realizar la instalación del ejemplo.

MATERIALE IMPIEGATO

Si elenca di seguito il materiale impiegato per eseguire l'impianto come da esempio:

Material utilizado
Materiale impiegato

U.M.	Cant. Q.tà	Código Codice	Descripción	Descrizione
Nº	29	6102200	Panel 2200 x 600	Pannello 2200 x 600
Nº	54	6101200	Panel 1200 x 600	Pannello 1200 x 600
Nº	5	6100595	Panel 600 x 600	Pannello 600 x 600
Nº	40	6100700	Panel de taponamiento 2200 x 600	Pannello di tamponamento 2200 x 600
Nº	3	6210060	Pareja distribuidores 4 Vías Preaislado-Pasante	Coppia distributori 4 Vie Preisolato-Passante
Nº	2	6210070	Pareja distribuidores 4 Vías Preaislado-Terminal	Coppia distributori 4 Vie Preisolato-Terminale
Nº	6	6210040	Pareja distribuidores 8 Vías Preaislado-Pasante	Coppia distributori 8 Vie Preisolato-Passante
Nº	6	6210050	Pareja distribuidores 4 Vías Preaislado-Terminal	Coppia distributori 8 Vie Preisolato-Terminale
m	100	6300620	Tube PB diám. 20-16 + aislante ROJO	Tube PB diam. 20-16 + isolante ROSSO
m	100	6310620	Tube PB diám. 20-16 + aislante AZUL	Tube PB diam. 20-16 + isolante BLU
Nº	2	6603000	Lubricante para racores rápidos	Lubrificante per raccordi rapidi
Nº	1	6302009	Colector MAXI 8+8	Collettore MAXI 8+8
Nº	1	6431080	Armario 800x700x140 (hasta 10 salidas)	Armadietto 800x700x140 (fino a 10 uscite)
Nº	1	6440032	Separador microburbujas 1"1/4	Separatore microbolle 1"1/4
m	150	6603010	Cinta perimetral b!klimax	Cornice perimetrale b!klimax



FAG0BZ000AC.00
07/2018



RDZ S.p.A.
📍 V.le Trento, 101 (S.S. 13 Km 64.5) 33077 SACILE (PN) - Italy
☎ Tel. +39 0434.787511 📠 Fax + 39 0434.787522
🌐 www.rdz.it ✉ rdzcentrale@rdz.it

**COMPANY WITH
QUALITY SYSTEM
CERTIFIED BY DNV GL
= ISO 9001 =**