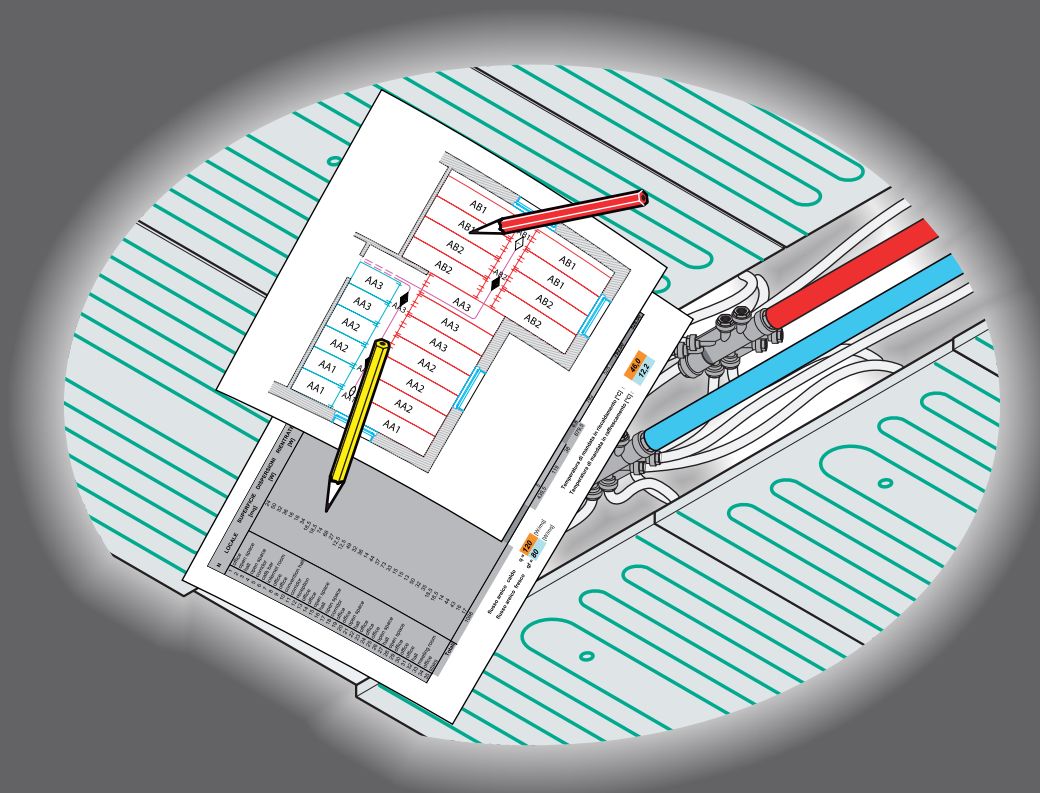


Ceiling/wall radiant systems
Sistemi radianti a soffitto/parete



b!klimax

Calculation and dimensioning
Calcolo e dimensionamento



TECHNICAL MANUAL
MANUALE TECNICO



| | Description | Descrizione | Pag. |
|----------|---|--|-------------|
| 1 | Dimensioning b!klimax radiant panels | Dimensionamento pannelli radianti b!klimax | 4 |
| | <i>General considerations for the calculation</i> | Considerazioni generali per il calcolo | 4 |
| | <i>Introduction to the calculation</i> | Premessa per il calcolo | 4 |
| 2 | System description | Descrizione del sistema | 5 |
| | <i>Physical characteristics of the panels</i> | Caratteristiche fisiche dei pannelli | 5 |
| | <i>Distribution</i> | Distribuzione | 5 |
| | <i>Information for the calculation</i> | Informazioni per il calcolo | 7 |
| | <i>Heating output</i> | Rese in riscaldamento | 9 |
| | <i>Cooling output</i> | Rese in raffrescamento | 10 |
| | <i>Water content</i> | Contenuto d'acqua | 11 |
| | <i>Pressure drop formulas</i> | Formule per le perdite di carico | 11 |
| | <i>Balancing the primary circuits</i> | Bilanciamento dei circuiti principali | 13 |
| | <i>Features of the built-in valves in the MAXI manifold</i> | Dati tecnici delle valvole del collettore MAXI | 13 |
| 3 | System calculation | Calcolo dell'impianto | 15 |
| | <i>Calculation of the system for winter heating only</i> | Calcolo dell'impianto per solo riscaldamento invernale | 15 |
| | <i>a) Selection of the mean water temperature</i> | a) Scelta della temperatura media dell'acqua | 15 |
| | <i>b) Estimation of the active surface</i> | b) Stima della superficie utile attiva | 15 |
| | <i>c) Graphic evaluation of the active useful surface</i> | c) Valutazione grafica della superficie utile attiva | 16 |
| | <i>d) Checking heat loss</i> | d) Verifica delle potenze in gioco | 16 |
| | <i>e) Selection of the distribution in rooms</i> | e) Scelta della distribuzione nei vari locali | 16 |
| | <i>f) Calculation of the flow rates for the dimensioning of the pumps</i> | f) Calcolo delle portate per il dimensionamento delle pompe | 16 |
| | <i>Calculation of the system for summer cooling / winter heating</i> | Calcolo dell'impianto per climatizzazione estiva / invernale | 17 |
| | <i>a) Selection of the mean water temperature</i> | a) Scelta della temperatura media dell'acqua | 17 |
| | <i>b) Estimation of the active surface</i> | b) Stima della superficie utile attiva | 17 |
| | <i>c) Graphic evaluation of the active useful surface</i> | c) Valutazione grafica della superficie utile attiva | 18 |
| | <i>d) Checking heat loss</i> | d) Verifica delle potenze in gioco | 18 |
| | <i>e) Selection of the distribution in rooms</i> | e) Scelta della distribuzione nei vari locali | 18 |
| | <i>f) Calculation of the flow rate for the dimensioning of the pumps</i> | f) Calcolo delle portate per il dimensionamento delle pompe | 18 |
| | <i>Considerations</i> | Considerazioni | 18 |
| 4 | Passive heat flow behind the panel | Flusso termico passivo dietro il pannello | 19 |
| 5 | Example of heating calculation | Esempio di calcolo in riscaldamento | 22 |
| | <i>Bill of material</i> | Materiale impiegato | 28 |
| 6 | Example of cooling/heating calculation | Esempio di calcolo in raffrescamento e riscaldamento | 29 |
| | <i>Bill of material</i> | Materiale impiegato | 36 |



1

DIMENSIONING OF THE RADIANT PANELS DIMENSIONAMENTO DEI PANNELLI RADIANTI

GENERAL CONSIDERATIONS FOR THE CALCULATION

The dimensioning of the radiant panels begins with the following preliminary considerations:

1. Heating output
2. Cooling output

which depend on the type of covering applied to the panels:

3. Heating output:
 - Plastered panels
 - Panels covered in tiles
 - Panels covered in plasterboard
4. Cooling output:
 - Plastered panels
 - Panels covered in tiles
 - Panels covered in plasterboard

Furthermore, the type of application shall be also considered:

1. Radiant wall panels
2. Radiant ceiling panels

INTRODUCTION TO THE CALCULATION

First of all, operation limits shall be determined for proper working of the systems.

These limits are:

- Minimum surface temperature (summer): equal to the dew point (the value varies depending on the room temperature and relative humidity conditions).
- Maximum surface temperatures (winter): the right project temperature is 32 °C, but it is possible to set the system for surface temperature of 35 °C or even higher values.
- Minimum speed of the water in the panel pipes (elementary circuits) equal to 0.2 m/sec in order to prevent air pockets in sloping pipes.
- Maximum speed of the water in the panel pipes (elementary circuits) equal to 0.8 m/sec in order to prevent unpleasant noise while the system is working.
- Minimum speed of the water in the general distribution pipes (pipe diameter 20x2 mm, primary circuits) equal to 0.30÷0.35 m/sec in order to prevent air pockets in sloping pipes.
- Maximum speed of the water in the general distribution pipes (pipe diameter 20x2 mm, primary circuits) equal to 0.6 m/sec in order to prevent unpleasant noise while the system is working.

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/sec 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/sec 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/sec 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/sec per evitare l'insorgere di fastidiose rumorosità con il funzionamento degli impianti.

PHYSICAL CHARACTERISTICS OF THE PANELS

The prefabricated panels include the circuits made of PB pipe with diam. 6x1 mm:

- No. 2 14-m circuits for the panels 2200x600 mm
- No. 1 15-m circuit for the panels 1200x600 mm
- No. 1 8-m circuit for the panels 600x600 mm

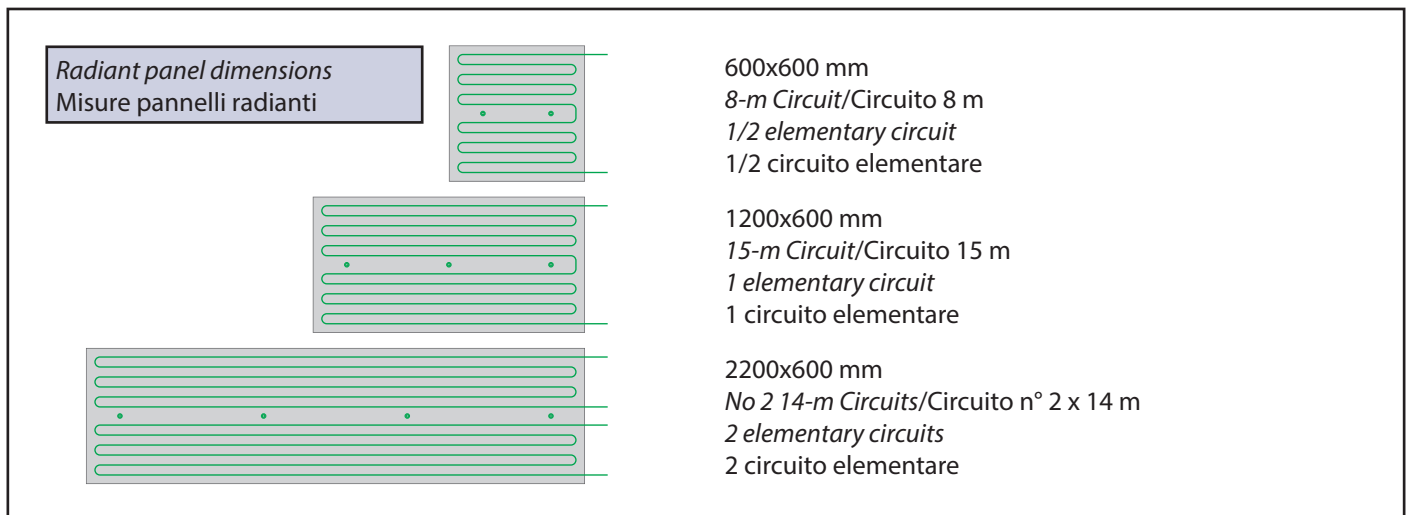
These circuits, made of PB pipe with diam. 6x1 mm, are called "elementary circuits".

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".



DISTRIBUTION

The heating (or cooling) circuits will be installed as described below:

1. From the heat generator (boiler or chiller), by using appropriate temperature-control devices (and storage tanks if necessary), the water flows to the primary manifolds (called "distribution manifolds", MAXI manifolds).

The "primary circuits" are fed by these manifolds.

2. Upstream from the MAXI manifolds, it is better to install a suitable air separator (air trap) in order to keep the system well-vented and completely efficient.
3. The MAXI manifolds can be oriented either upwards or downwards, and they can have electrothermal heads on the individual circuits so that the individual "primary circuits" can be turned ON-OFF. The MAXI manifolds are equipped with an inspectionable filter, so as to prevent impurities in the water from obstructing the smaller pipes. These manifolds are appropriately insulated with anticondensation shells.
4. Each primary circuit will normally serve a single room (for convenient management of the system). If the room is very large, it may be served by several circuits.
5. The radiant panels are supplied from the primary circuits by using appropriate distribution manifolds (called "distributors"); the elementary circuits are connected to the primary circuits by means of push-fit pipe fittings.

The distributors are already preassembled with push-in fittings, and they are also equipped with anticondensation insulation

DISTRIBUZIONE

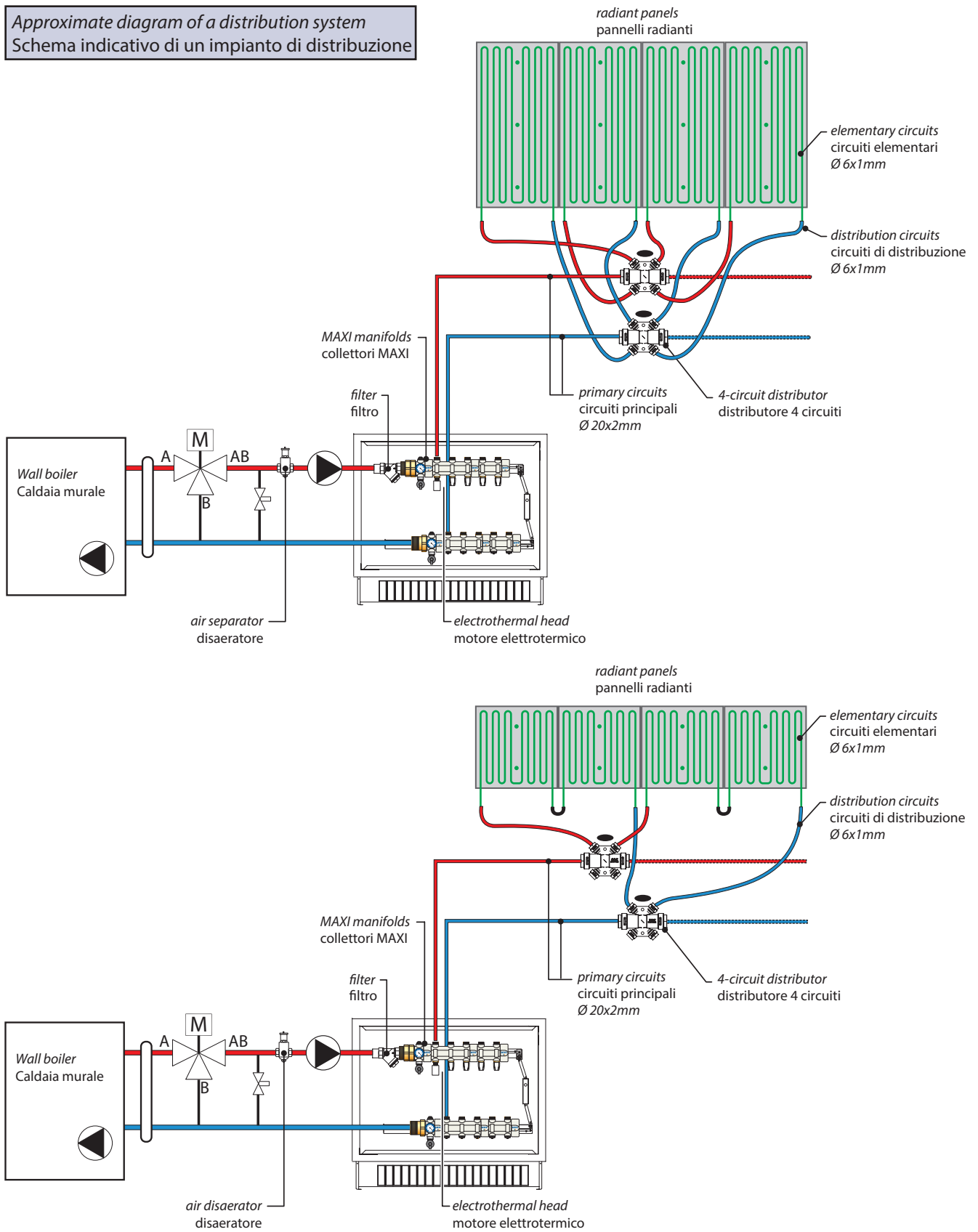
I circuiti del riscaldamento (o del raffrescamento) saranno eseguiti nel modo di seguito descritto:

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 anticondensa.
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 anticondensa.

Approximate diagram of a distribution system
 Schema indicativo di un impianto di distribuzione





INFORMATION FOR THE CALCULATION

With the information provided previously, it is now possible to establish additional conditions:

- The nominal water flow rate of an elementary circuit (pipe diam. 6x1 mm) is fixed at 20 Kg/h.
This water flow rate entails a circulation speed of 0.44 m/s; a 15 -metre circuit has a pressure drop of 1745 DaPa (mmwg).

NOMINAL WATER FLOW RATE: **20 kg/h**
 CIRCULATION SPEED: **0.44 m/s**
 PRESSURE DROP: **1745 DaPa (mmwg)**

- As far as possible, consider that the MINIMUM number of large panels (2200x600 mm) to be connected to a primary circuit is 6, i.e., if possible, consider the MINIMUM number of elementary circuits supplied from a primary circuit is 12. This means that the minimum water flow rate of a primary circuit is 240 Kg/h. The corresponding speed in the pipes with diameter 20x2 mm is 0.33 m/s. Actually, this value can be even smaller, if the distribution system is always well deaerated during the system start-up and the appropriate air separator (air traps), which the system must be equipped with, is able to keep the entire system completely efficient.

MINIMUM NUMBER OF PANELS 2200x600: **6**



Note: if circulation problems arise due to the presence of air, these can be easily solved by cutting off the other circuits in order to force the circulator to serve the problematic circuit only.

- Similarly to the point above, the MINIMUM number of panels 1200x600 mm to be connected to a primary distribution circuit is 12.

MINIMUM NUMBER OF PANELS 1200x600: **12**

- The circuits of the small panels (600x600 mm) have a length which is about half of the other panels. For these panels the rule will be: connection in series of 2 circuits at a time, in order to make distribution even. The 2 circuits in series form a new elementary circuit.

- The MAXIMUM number of large panels (2200x600 mm) to be connected to a primary circuit is 12, i.e., the MAXIMUM number of elementary circuits derived from a primary circuit is 24. This means that the maximum water flow rate of a primary circuit is 480Kg/h . The corresponding speed in the pipes with diameter 20x2mm is 0.66 m/s.

MAXIMUM NUMBER OF PANELS 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 (separatoro 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**



- Similarly to the point above, the MAXIMUM number of panels 1200x600 mm to be connected to a primary distribution circuit is 24.

MAXIMUM NUMBER OF PANELS 1200x600: **24**



Normally, during the design phase, a maximum number of 20 elementary circuits is used for a primary line (10 large panels 2200x600 mm or 20 medium panels 1200x600 mm.)

- Winter maximum flow temperature: according to the design criteria (which could depend on the availability of free energy from solar panels, for example, or on the opportunity to make the best use of the performance of condensing boilers or heat-pumps) you can use temperatures of 35 °C, or 45 °C or even higher (up to 60 °C). Lower flow temperatures provide greater comfort and limit consumption.

- Summer minimum flow temperature: in general the temperature should not cause condensation on the surfaces; the flow temperatures are normally around 15÷16 °C, but lower values can also be used if compatible with the structural characteristics (even as low as 8÷10 °C). Higher temperatures (using larger "active" surfaces) provide greater comfort and ensure better performance of the chillers (limiting consumption).

- The whole radiant heating/cooling system works properly if equipped with a temperature control system that can precisely determine the ideal operating parameters, depending on the environmental climatic conditions, as well as operate the actuators accordingly. It should be noted that it is very important to size the dehumidifying systems appropriately, in relation to the use of the rooms, in order to obtain the right comfort level during summer.

- 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 adatterà 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.

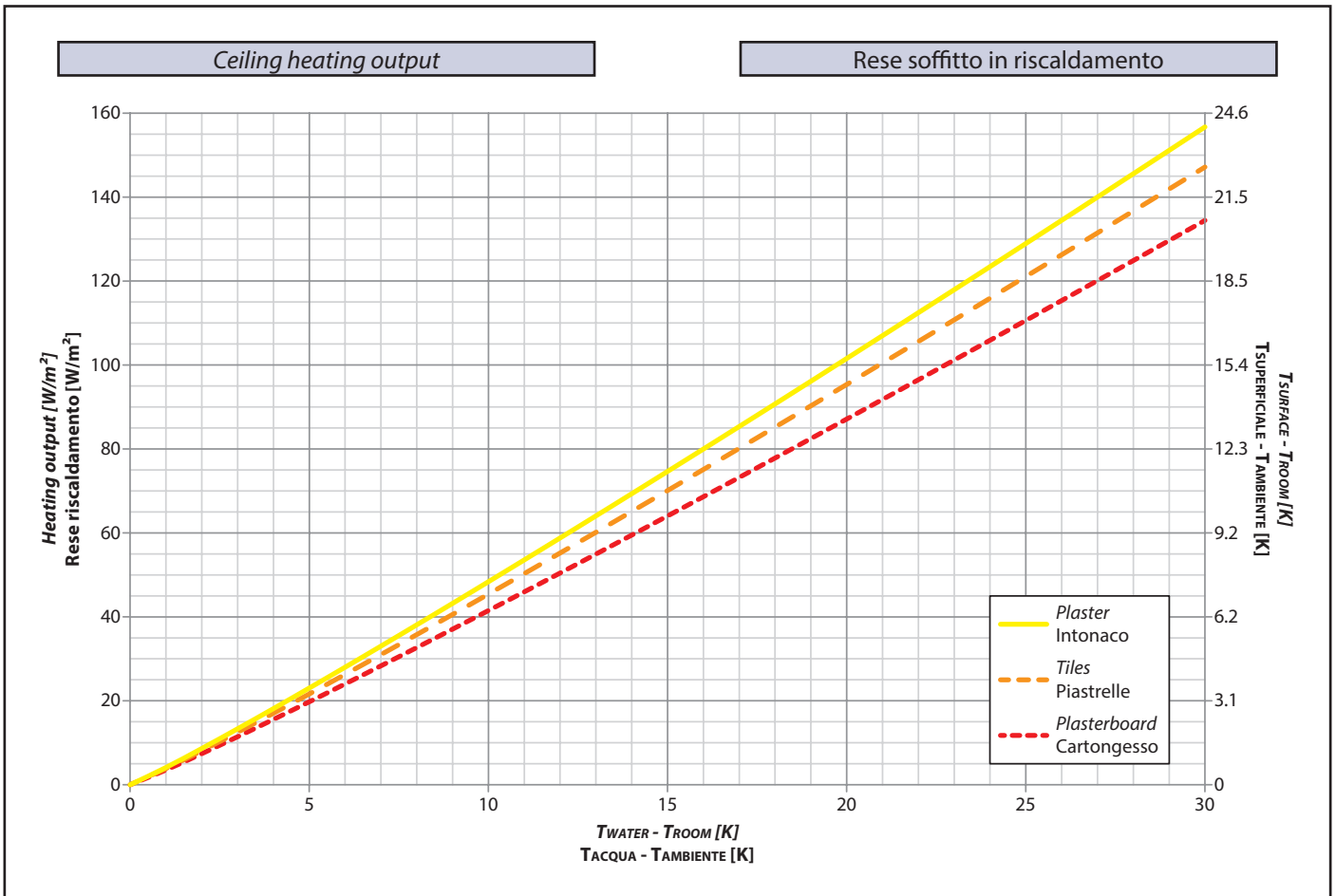
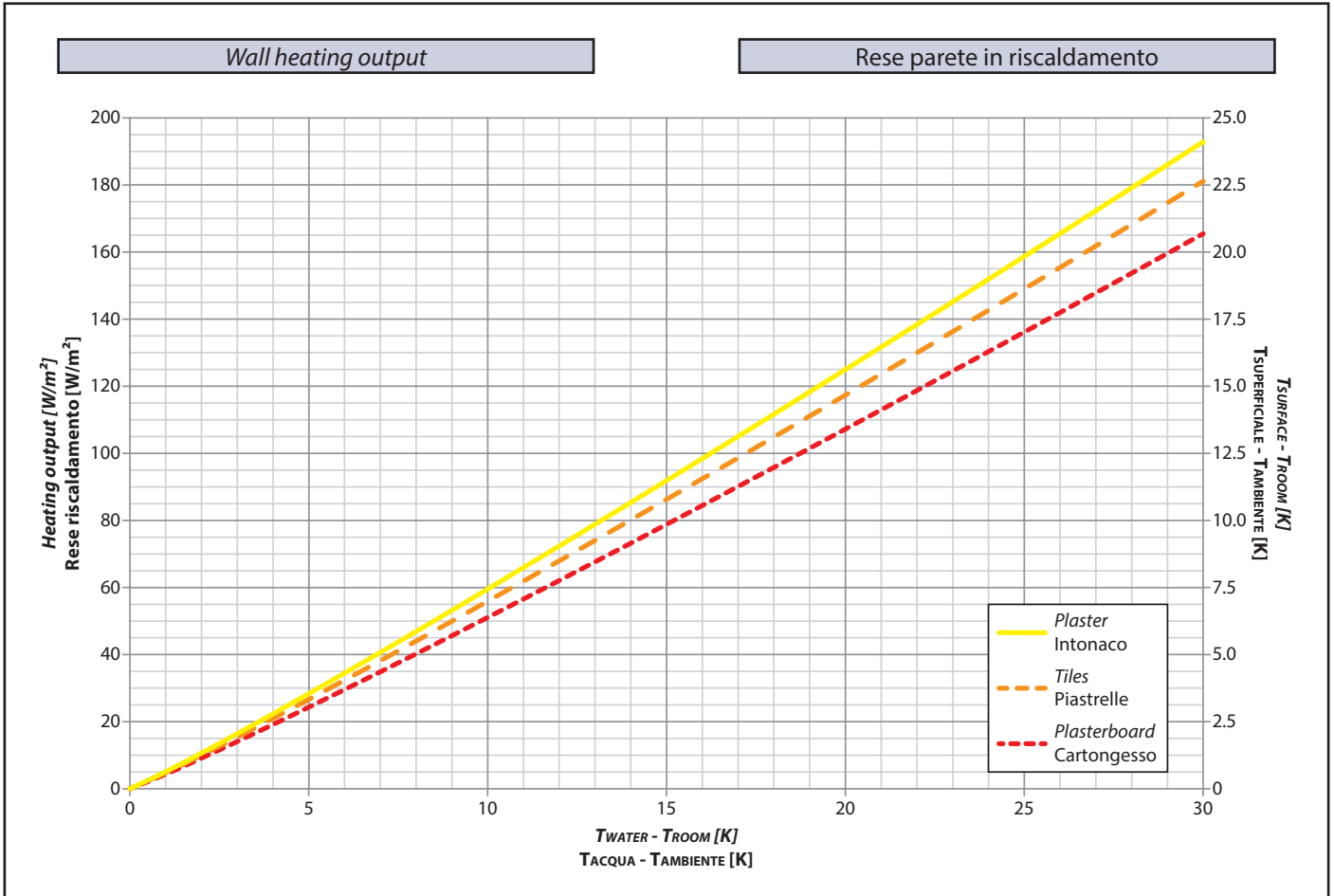


HEATING OUTPUT

RESE IN RISCALDAMENTO

Depending on the type of application (wall or ceiling), refer to the following output diagrams:

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



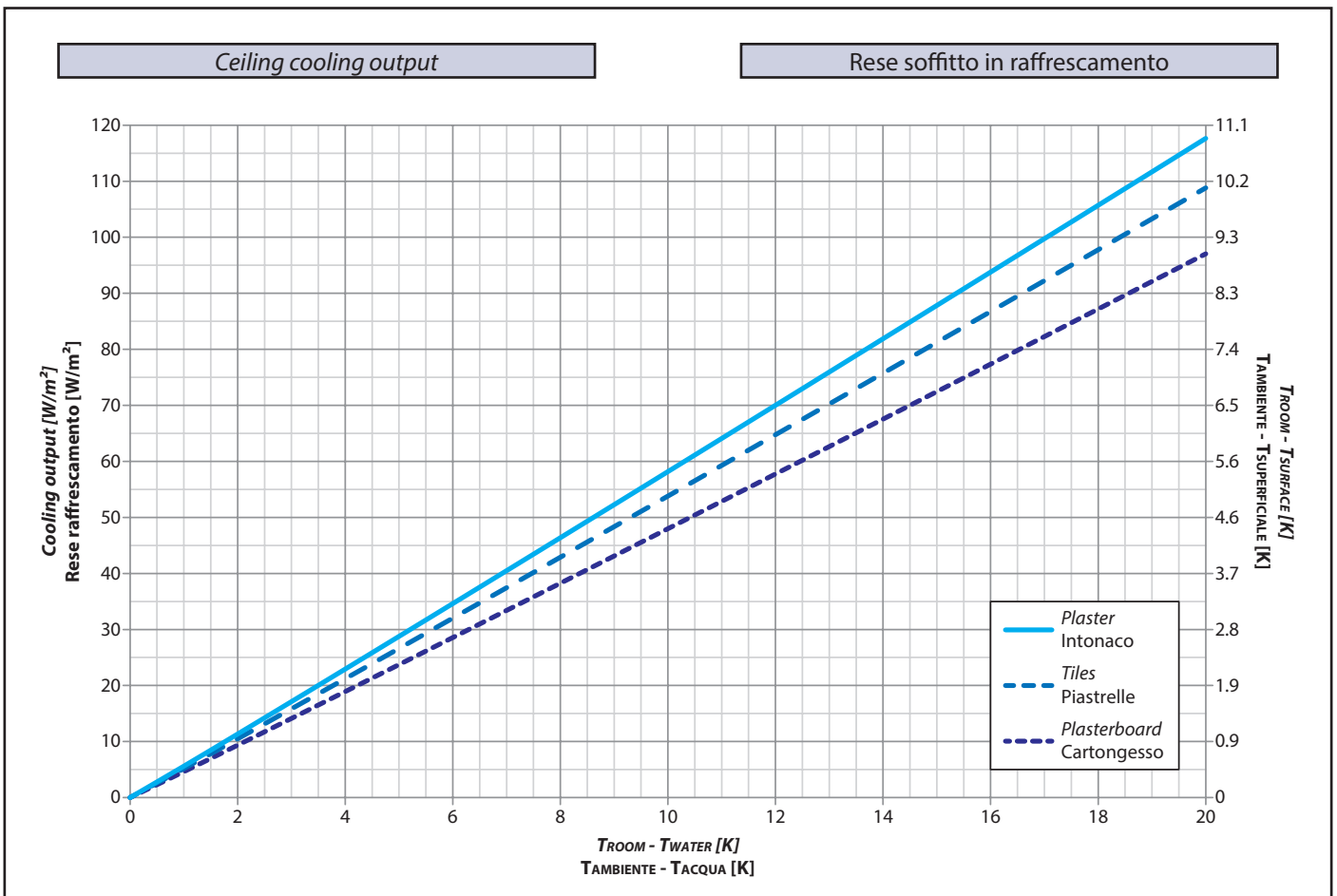
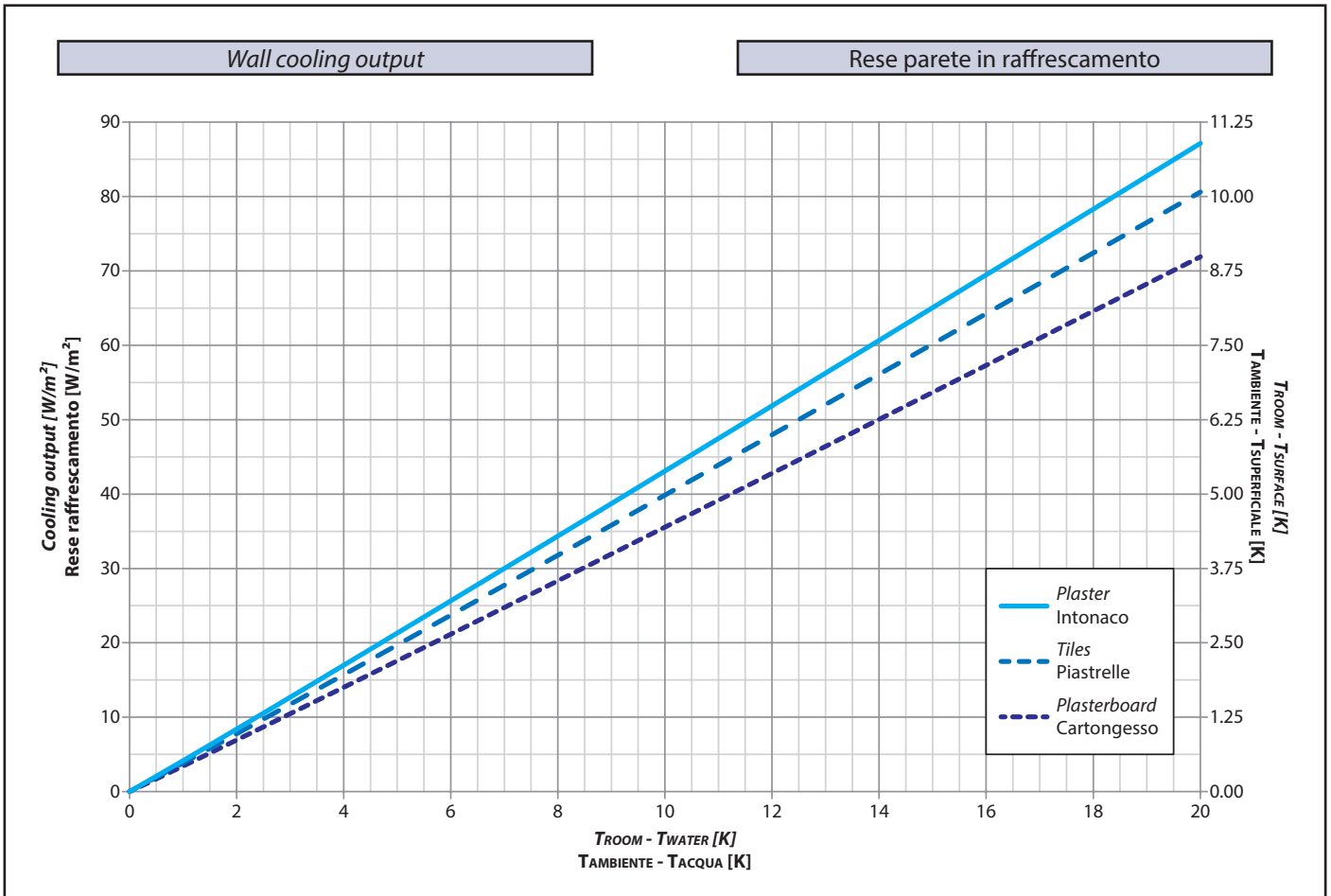


COOLING OUTPUT

RESE IN RAFFRESCAMENTO

Depending on the type of application (wall or ceiling), refer to the following output diagrams:

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





Based on the data provided above, an interesting piece of "practical" information can be obtained: since an elementary circuit with water flow rate 20 kg/h feeds a surface of about 0.72 m² (1.2 m x 0.6 m), we can calculate the water flow rate per square metre in the active surface:

WATER FLOW RATE: $20/0.72 = 28 \text{ kg}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$

Another interesting piece of data is the thermal drop of the water that occurs during system operation.

In winter operation, warm ceiling, mean water temperature of 40°C, panels covered in plasterboard: the thermal efficiency is approximately 87.1 W/m²; an elementary circuit (0.72 m²) with a water flow rate of 20 kg/h emits 87.1 x 0.72 = 62,7 W.

The thermal drop of the water is thus:

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

Note: 0.860 is the conversion factor from W/m² → kCal/(h*m²)
1 W = 0.86 kCal/h

In summer operation, cool ceiling, mean water temperature of 16°C, panels covered in plasterboard: the thermal efficiency is approximately 48 W/m²; an elementary circuit (0.72 m²) with a water flow rate of 20 kg/h emits 48 x 0.72 = 34.6 W.

The thermal drop of the water is thus:

THERMAL DROP (SUMMER): $34.6 \times 0.86 / 20 = 1.5 \text{ K}$

WATER CONTENT

The primary circuits, made of PB pipe with diam. 20x2 mm, have a water content of 0.2 l/m.

The elementary circuits, made of PB pipe with diam. 6x1 mm and a nominal length of 15 metres, have a water content of 0.188 litres.

WATER CONTENT, PIPES Ø 6x1 MM: $0.188 \text{ l/elementary circuit}$
WATER CONTENT, PIPES Ø 20x2 MM: 0.2 l/m

The water information is useful for the dimensioning of the expansion tank of the system.

PRESSURE DROP FORMULAS

The distribution circuits are made of PB pipes with diam. 20x2 mm. The system pipes are all made of PB, with two different diameters (6x1 mm for the elementary circuits, 20x2 mm for the primary circuits).

In order to calculate the hydraulic characteristics of the circuits, the following formulas will be used:

PRESSURE DROP FOR PIPE Ø6x1 MM: $\Delta P = 5.7632 \cdot G \text{ [DaPa/m]}$
PRESSURE DROP FOR PIPE Ø20x2 MM: $\Delta P = 0.00092 \cdot G^{1.75} \text{ [DaPa/m]}$
where the water flow rate "G" will be expressed in [l/h].

The diagrams below can be used for rapid evaluation of the pressure drops in the pipes:

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:

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:

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:

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: $0.188 \text{ l/circuito elementare}$
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).

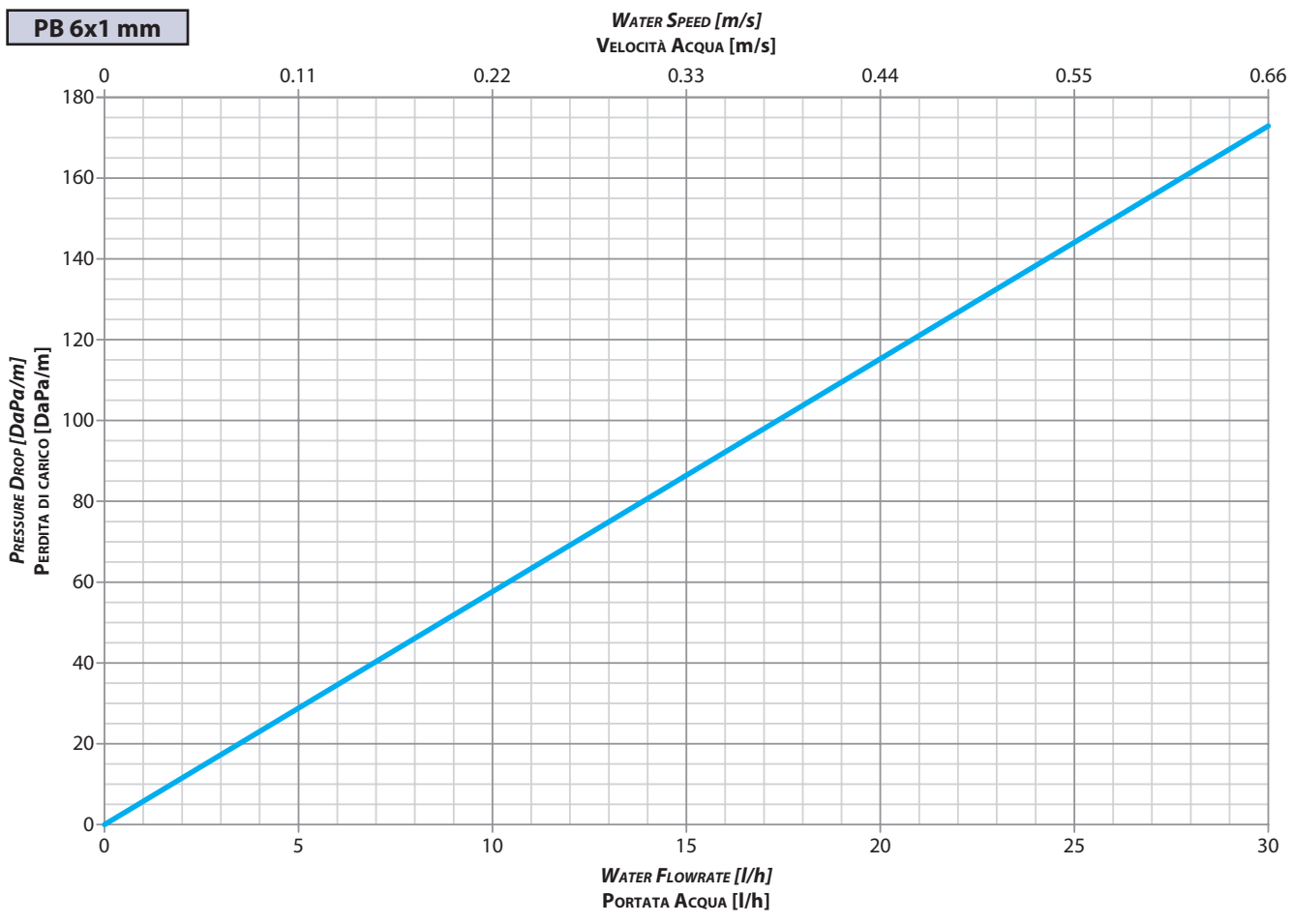
Al fine di calcolare le caratteristiche idrauliche dei circuiti saranno utilizzate le seguenti formule:

PERDITE DI CARICO TUBO Ø6x1 MM: $\Delta P = 5.7632 \cdot G^{1.75} \text{ [DaPa/m]}$
PERDITE DI CARICO TUBO Ø20x2 MM: $\Delta P = 0.00092 \cdot G^{1.75} \text{ [DaPa/m]}$
dove la portata d'acqua "G" sarà espressa in [l/h].

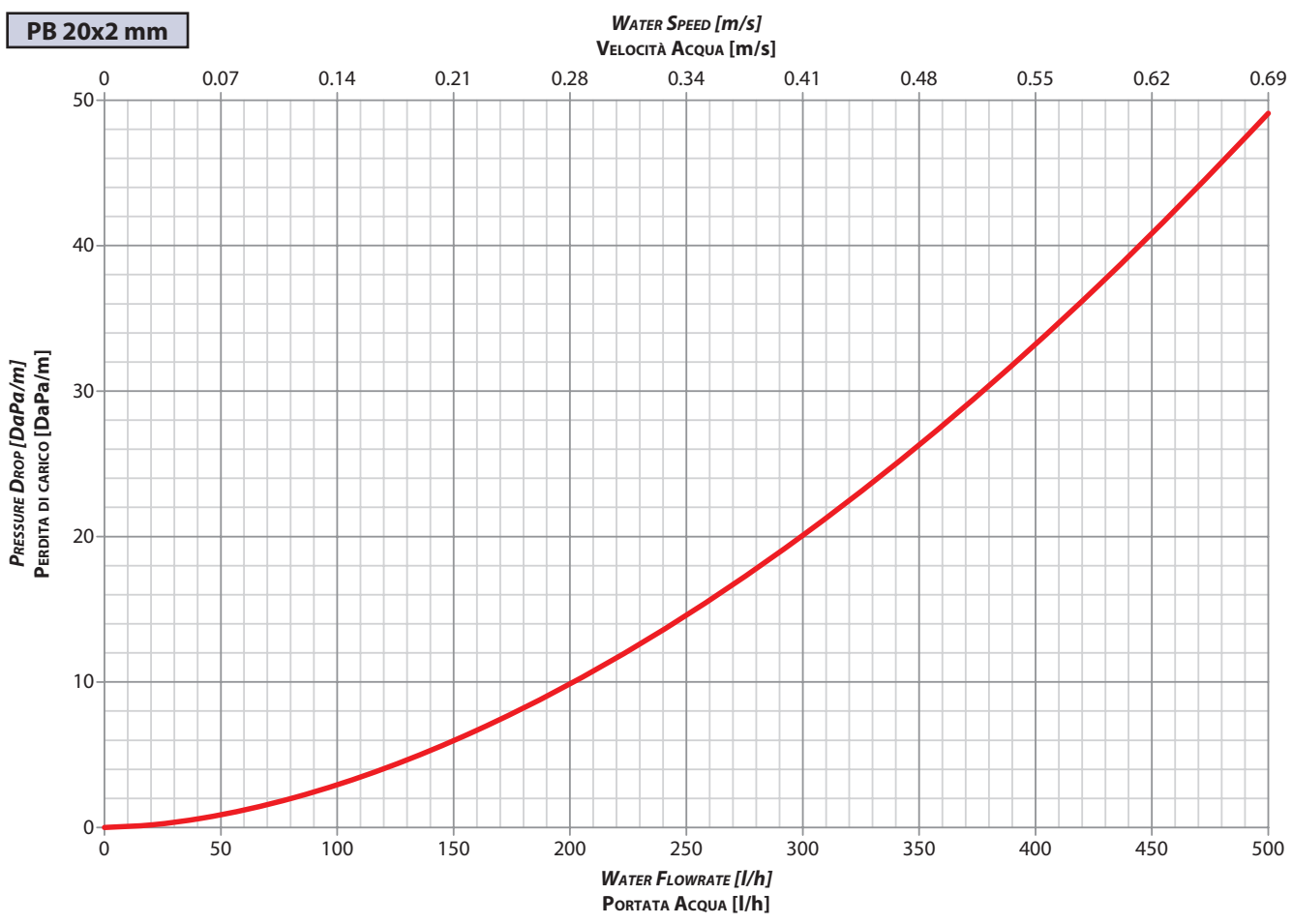
Di seguito vengono riportati dei diagrammi per una rapida valutazione delle perdite di carico nei tubi:



PB 6x1 mm



PB 20x2 mm





BALANCING THE PRIMARY CIRCUITS

To carry out any balancing between the primary circuits, you can use the following diagram which provides the hydraulic characteristics of the valves assembled on the MAXI manifolds:



Notes: the minimum number of panels that can be supplied from a primary circuit is flexible. Experience has widely shown that if the minimum values indicated previously are not observed, the system performs something like a "self-balancing". If you feed fewer circuits or do not connect 2 circuits of the small panels in series, the water flow rate will tend to be higher than expected but the system will still working.

The thermal drop of the water in the circuits is sufficiently limited, so variation of the water flow rate does not significantly affect the thermal emission of the panel or, consequently, the circuit balancing. It should be also noted that the reduced thermal inertia of the system allows the heating and cooling system to be managed with ON-OFF operations for individual rooms, something which will certainly be appreciated by customers and used conveniently: this aspect also allows the minimum limits mentioned above to be considered as non-rigorous constraints. Similarly, if necessary, the maximum number of circuits could be also slightly higher than the limits set above, but the water flow rates, pressure drops and circuit balancing will have to be analysed carefully.

FEATURES OF THE BUILT-IN VALVES IN THE MAXI MANIFOLD

KV = Flow rate in m³/h with flow resistance of 1 bar
KV 0.01 = Flow rate in l/h with flow resistance of 1 kPa

| | kV | kV 0.01 |
|--|-----|---------|
| 1 turn / giro | 0.4 | 40 |
| 2 turns / giri | 1.1 | 110 |
| 3 turns / giri | 2.7 | 270 |
| 4 turns / giri | 3.9 | 390 |
| Micrometric valve widely open Valvola micrometrica tutta aperta | 4.3 | 430 |

| | kV | kV 0.01 |
|---|-----|---------|
| Intercepting Valve 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 inerzia 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.

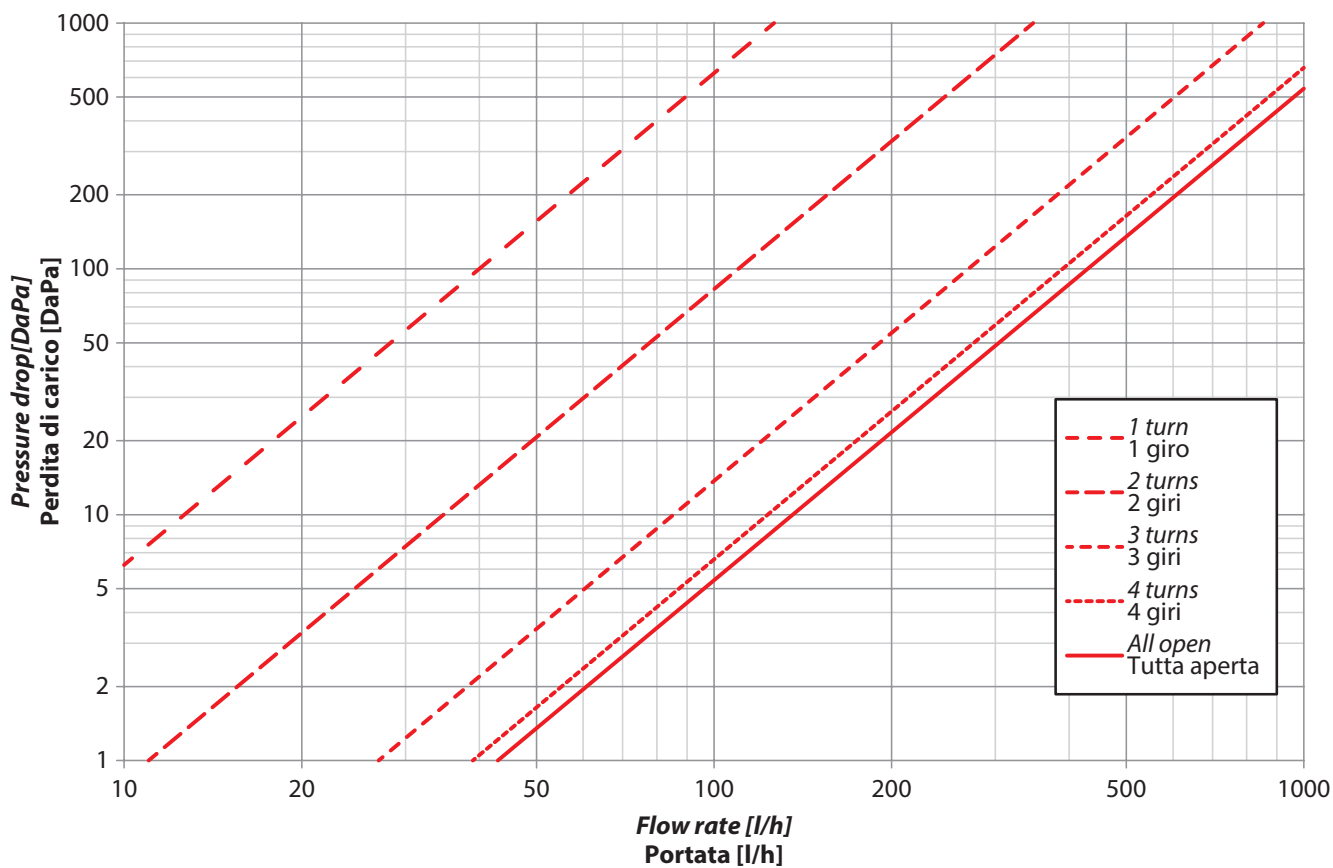
DATI TECNICI DELLE VALVOLE DEL COLLETTORE MAXI

KV = portata in m³/h per una perdita di carico di 1 bar
KV 0.01 = portata in l/h per una perdita di carico di 1 kPa



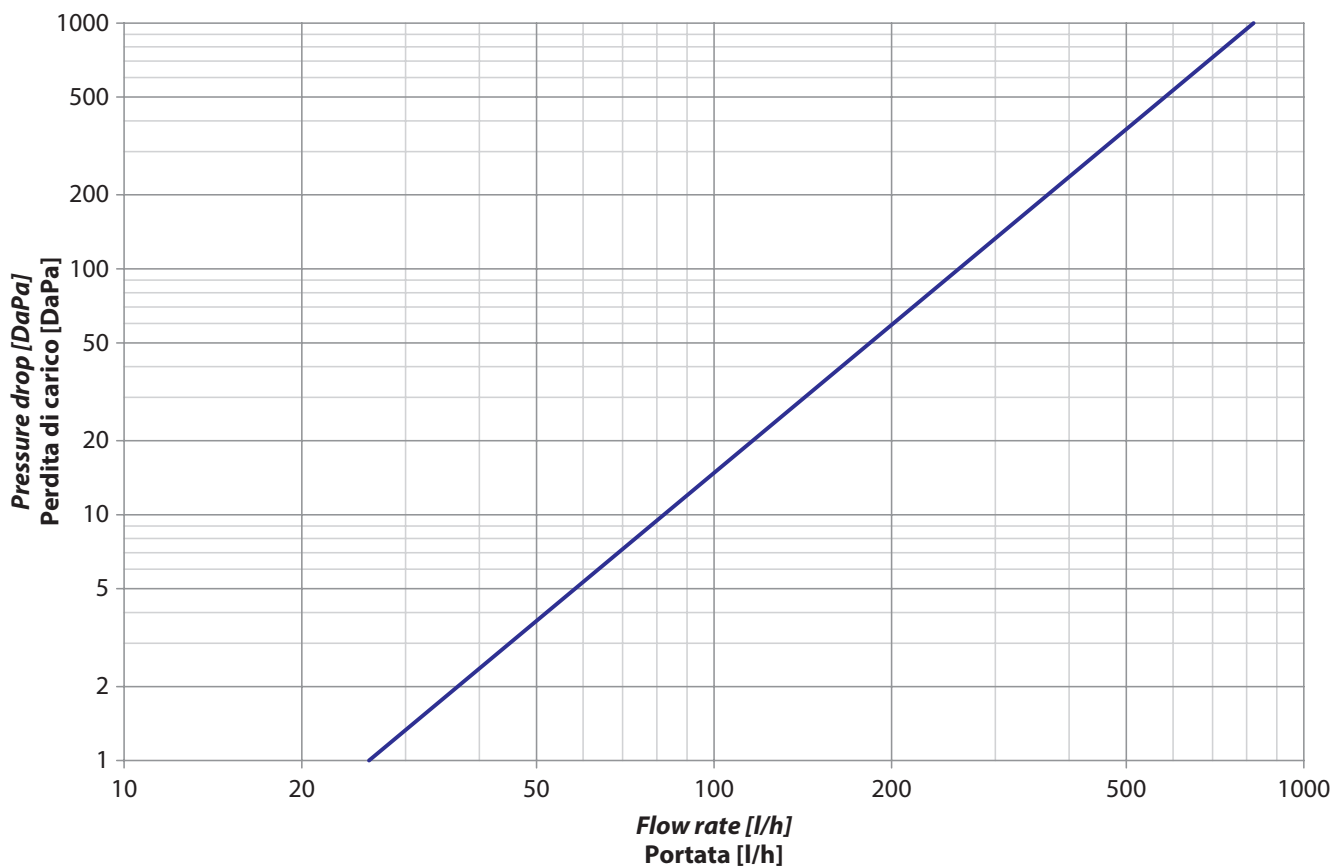
Regulation valve

Valvola di regolazione



Intercepting valve

Valvola di intercettazione



The system calculation shall consider as starting values the heat requirements "Q" (positive or negative thermal energy, depending on the season) necessary for the room.



It will be necessary to calculate the heat loss (or heat load during summer) very carefully, without considering the "active" surface next to the outdoors (or close to other rooms at a different temperature) as dispersing.

| Symbols | |
|---------|---|
| Q_H | Energy requirement (heating) |
| q_H | Warm areal flow (specific power W/m^2) |
| pc | Panelled area/available area |
| S | Required surface area |
| Q_C | Energy requirement (cooling) |
| q_C | Cool areal flow (specific power W/m^2) |

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 (potenza specifica W/m^2) |
| pc | Area pannellata/area disponibile |
| S | Superficie necessaria |
| Q_C | Fabbisogno di energia (raffrescamento) |
| q_C | Flusso areico fresco (potenza specifica W/m^2) |

CALCULATION OF THE SYSTEM FOR WINTER HEATING ONLY

a) Selection of the mean water temperature

Depending on the type of generator or (alternative) heat source, select the water temperature, for example:

- Temperatures of approximately 35 °C, if it is possible to use solar energy or heat pumps. This selection favours comfort (large radiant surface).
- Temperatures of approximately 45 °C, if you are using condensing boilers or heat pumps. This selection favours the right compromise between comfort and system cost.
- Temperatures of approximately 50 °C for traditional boilers to meet high thermal output or limit system cost.

Using the efficiency diagrams (ceiling/wall heating efficiencies) you can obtain the areal flow "q" (specific power W/m^2) emitted by the radiant panels.

b) Estimation of the active surface

The active useful surface, or panelled area, is calculated by comparing the heat losses of the various rooms to the areal flow obtained previously in point "a):

Some coverage factors, in our experience, are provided below (pc =panelled area/available area). These values may be useful during this dimensioning phase in order to understand the size of surface area which can actually be covered in panels:

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 °C se è possibile sfruttare l'energia solare o utilizzare pompe di calore. Questa scelta privilegia il comfort (molta superficie radiante).
- Temperature di circa 45 °C se si utilizzano caldaie a condensazione, o ancora pompe di calore. Questa scelta privilegia il giusto compromesso tra comfort e costi di impianto.
- Temperature di circa 50 °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" (potenza specifica 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:



AVAILABLE SURFACE: **pc= 60÷65%** (wall systems)
pc= 75÷80% (systems adherent to the ceiling)
pc= 85÷90% (ceiling systems with 20 cm wide gap for main pipe line)

The surface area required for the system is calculated as follows:

REQUIRED SURFACE AREA: **$S = Q / (q*pc) [m^2]$**

By listing the surface areas required to satisfy the heat load and the available surface in a table, we can check if the necessary surface area is actually available.



If one or more rooms do not have the required surface area, you can proceed, in order, as follows:

- 1) consider a higher water temperature and repeat the calculation from point "a";
- 2) check the availability of a larger surface area for panelling by using both the ceiling and the walls;
- 3) compensate the power deficit with other sources such as: underfloor heating, radiators, etc. (solution particularly suited for bathrooms).

c) Graphic evaluation of the active surface

Distribute the panels on the available surfaces, being careful to satisfy the calculated surface areas as far as possible.

d) Checking heat loss

Once the graphic phase is finished, recalculate the active surface and then the real power "Q" emitted room by room.

e) Selection of the distribution in rooms

Define the primary distribution, by considering the rooms separately, as far as possible, and providing appropriate ON-OFF controls on the manifold. This operation is particularly valid since it limits the energy emitted in all the rooms which, for thermal reasons, are oversized or have free energy contributions.

f) Calculation of the flow rate for the dimensioning of the pumps

Calculate the hydraulic parameters: water flow rate for the primary circuits and the total pressure drop (sum of the pressure drop of the elementary circuits and the pressure drop of the primary circuits). This information will be necessary for the dimensioning of the circulators.

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

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.



CALCULATION OF THE SYSTEM FOR SUMMER COOLING / WINTER HEATING

When dimensioning for both heating and cooling, it is better to size the system starting with the cooling parameters only, as these are more restrictive, except for bathrooms which are not cooled and thus are sized for heating only, as described in the previous chapter. Experience has shown that good dimensioning for cooling provides a system which is also properly sized for heating.

a) Selection of the mean water temperature

Depending on the type of generator or (alternative) heat source, select the water temperature for cooling.

Using the output diagrams (ceiling/wall cooling efficiencies) you can obtain the areal flow " q_c " (specific power W/m^2) supplied by the radiant panels in cooling running.

For rooms which are not cooled, such as bathrooms, pantries, etc., the water temperature is evaluated for heating only:

- Temperature of approximately 35 °C, if it is possible to use solar energy or heat pumps. This selection favours comfort (large radiant surface).
- Temperature of approximately 45 °C, if you are using condensing boilers or heat pumps. This selection ensures the right compromise between comfort and system cost.
- Temperature of approximately 50 °C for traditional boilers to meet high thermal output or limit system cost.

For these rooms, by selecting the most appropriate water temperature and using the output diagrams (ceiling/wall heating efficiencies), you can obtain the areal flow " q " (specific power W/m^2) supplied by the radiant panels in heating running.

b) Estimation of the active surface

The active surface, or panelled area, is calculated by considering the ratio between the heat load of the various rooms and the areal flow q_c obtained previously in point "a".

Some coverage factors, are provided below (pc = panelled area/available area). These values may be useful during this dimensioning phase in order to understand the size of surface which area can actually be covered in panels:

AVAILABLE SURFACE: $pc= 60\div 65\%$ (wall systems)
 $pc= 75\div 80\%$ (systems adherent to the ceiling)
 $pc= 85\div 90\%$ (ceiling systems with 20 cm wide gap for main pipe line)

Thus the surface area required for the system is calculated as follows:

REQUIRED SURFACE AREA: $S = Q_c / (q_c * pc) [m^2]$ (cooling)
 $S = Q_H / (q_H * pc) [m^2]$ (heating)

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 °C se è possibile sfruttare l'energia solare o utilizzare pompe di calore. Questa scelta privilegia il comfort (molta superficie radiante).
- Temperature di circa 45 °C se si utilizzano caldaie a condensazione, o ancora pompe di calore. Questa scelta privilegia il giusto compromesso tra comfort e costi di impianto.
- Temperature di circa 50 °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 NECESSARIA: $S = Q_c / (q_c * pc) [m^2]$ (Raffrescamento)
 $S = Q_H / (q_H * pc) [m^2]$ (Riscaldamento)



By listing the necessary surface to satisfy the heat load and heat loss and the available surface in a table, we can necessary check if the necessary surface area is actually available.

If one or more rooms do not have the required surface, you can proceed, as follows:

- 1) *consider a water temperature which is lower for cooling and higher for heating, and repeat the calculation from point "a)".*
- 2) *check the availability of a larger surface area for panelling by using both the ceiling and the walls.*
- 3) *compensate the power deficit with other sources such as: underfloor heating, radiators, fan-coil convectors, etc. (solution particularly suited for bathrooms in the case of heating only).*

c) Graphic evaluation of the active surface

Distribute the panels on the available surfaces, making sure to satisfy the calculated surface area as far as possible.

d) Checking heat loss

Once the graphic phase is finished, recalculate the effective active surfaces and then the real powers " Q_c " and " Q_H " emitted room by room.

e) Selection of the distribution in rooms

Define the primary distribution, by considering the rooms separately, as far as possible, and providing appropriate ON-OFF controls on the manifold. This operation is particularly valid since it limits the energy emitted in all the rooms which, for thermal reasons, are oversized or have free energy contributions.

f) Calculation of the flow rate for the dimensioning of the pumps

Calculate the hydraulic parameters: water flow rate for the primary circuits and the total pressure drop (sum of the pressure drop of the elementary circuits and the pressure drop of the primary circuits). This information will be necessary for the dimensioning of the circulators.

CONSIDERATIONS

Using a large radiant surface and thereby reducing the areal flow " q ", on the one hand, entails greater cost, but on the other hand offers important advantages:

- 1) *Increased form factor between the radiant surface and human body thus improving comfort.*
- 2) *lower average temperature of the water (winter case), which reduces consumption and the possibility to integrate alternative energy sources (solar energy or other).*

On the other hand, increasing the radiant surface area entails:

- 1) *higher costs for materials and installation.*
- 2) *larger occupation of surfaces, which in the case of radiant walls could limit the selection of interior furnishing.*

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 comfort.
- 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.

An "active" panel, whether it is a wall or ceiling panel, also emits a quantity of heat, even though small, towards the rear part; this heat loss depends on the transmittance "K" of the structure located behind the active panel and must be considered appropriately in order to size the heat generator (boiler, chiller).

| Legend | |
|----------------------|--|
| p% | Heat loss |
| K | Transmittance of the structure behind the panel |
| q | Warm areal flow (specific power W/m ²) |
| R_u | Thermal resistance behind the panel |
| R_o | Thermal resistance in front of the panel |
| θ_i | Room temperature |
| θ_e | Outdoor temperature (or temp. of the near room) |

The heat loss "p%" expressed in % of the areal flow "q" emitted into the room is calculated as follows:

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

where:

$$R_u = 0,95 + \frac{1}{K} \left[\frac{K \cdot m^2}{W} \right] \quad \text{Thermal resistance behind the panel}$$

$$R_o = 0,2 \left[\frac{K \cdot m^2}{W} \right] \quad \text{Thermal resistance in front of the panel with plasterboard}$$

$$\theta_i \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{Room temperature}$$

$$\theta_e \quad [^{\circ}\text{C}] \quad \text{Outdoor temperature (or temp. of the near room)}$$

The following graphs provide the passive heat loss, expressed as % of the areal flow "q" emitted into the room, for systems with plasterboard covering. Three levels of areal power (q=50, q=100, q=150 W/m²) and four values of temperature difference between the two rooms are considered.

Example (see next page):

Consider a wall with K=0.5 [W/(m²·K)], Δθ=25°C, radiant panels covered with plasterboard and areal flow entering the room of q=100 W/m²; in this case the heat loss behind the panel is 15.3% of the power entering the room, i.e., 15.3 W/m². This simple calculation allows you to evaluate how much power the heat generator has to supply per square meter in order to satisfy both the room's requirement "Q" and the passive emission behind the panel:

$$\text{GENERATOR POWER} = 100 + 15.3 = 115.3 \text{ W/m}^2$$

Un pannello "attivo", 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 areale 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 il flusso areale "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:

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

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

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

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

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

Vengono considerati tre livelli di potenza areale (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 areale 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.

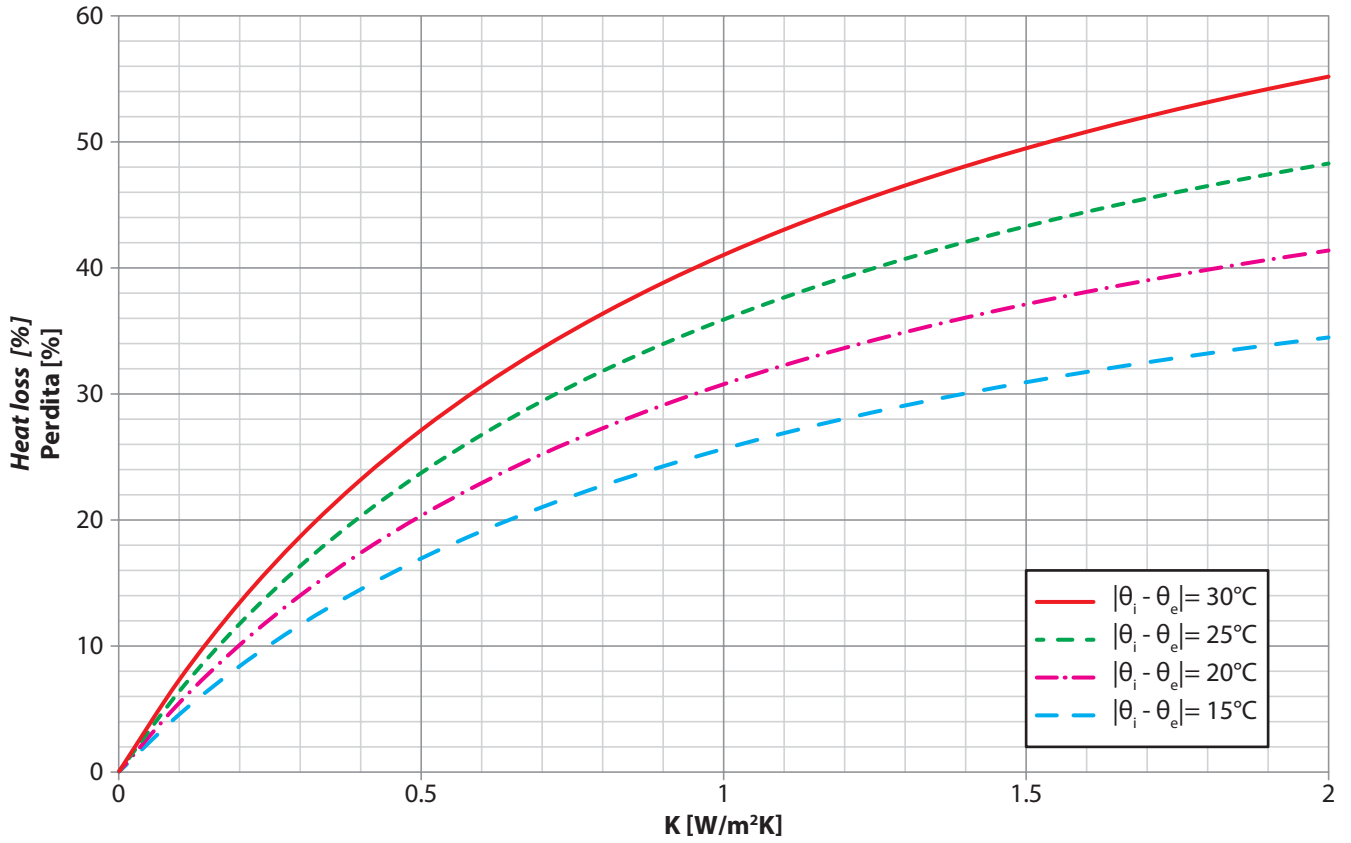
Questo semplice calcolo consente di valutare quanta potenza per unità di superficie dovrà erogare il generatore di calore sia per soddisfare il fabbisogno dell'ambiente "Q" che per le emissioni passive dietro il pannello:

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



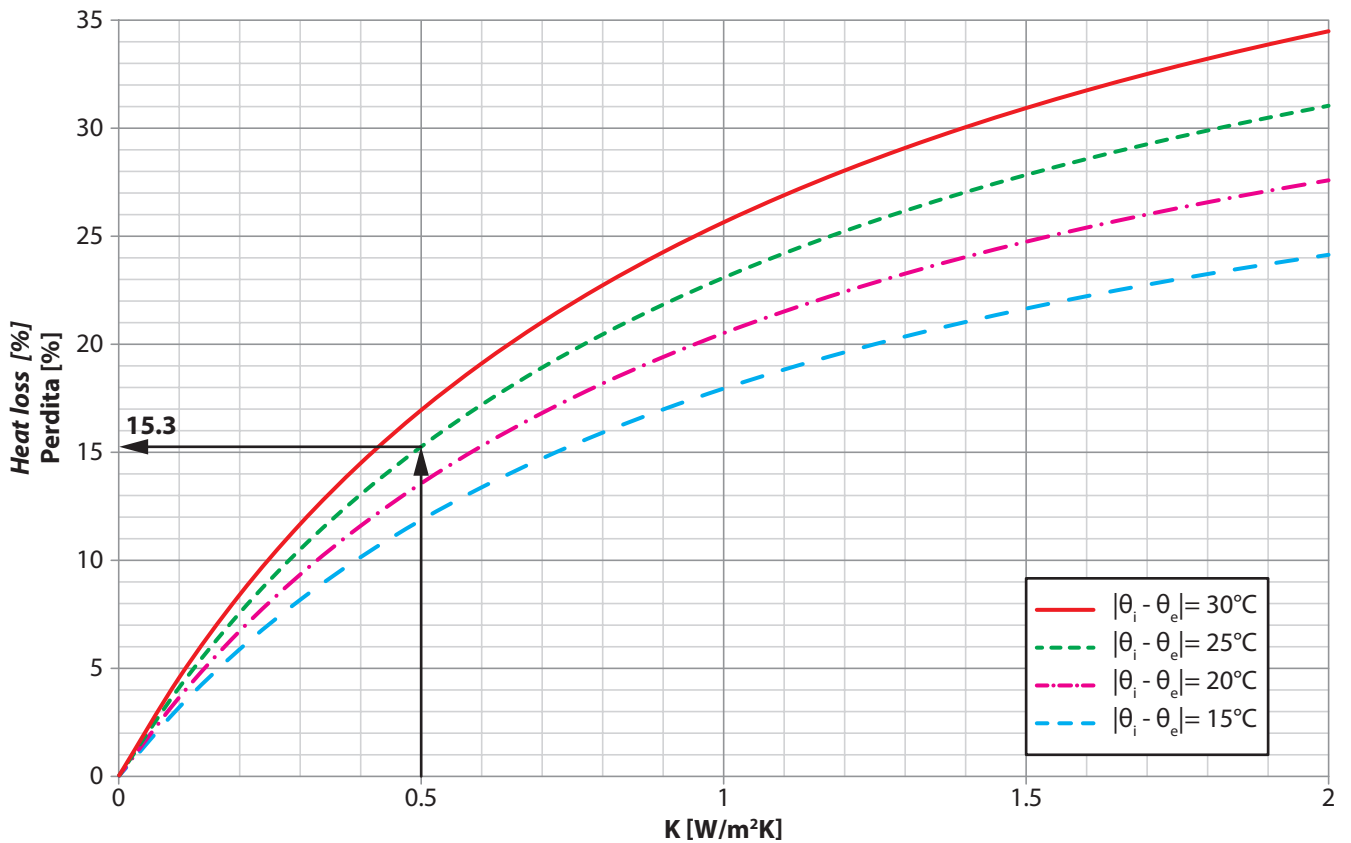
**PASSIVE HEAT FLOW BEHIND THE PANEL WITH
Q=50 W/M² AND COVERING IN PLASTERBOARD**

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



**PASSIVE HEAT FLOW BEHIND THE PANEL WITH
Q=100 W/M² AND COVERING IN PLASTERBOARD**

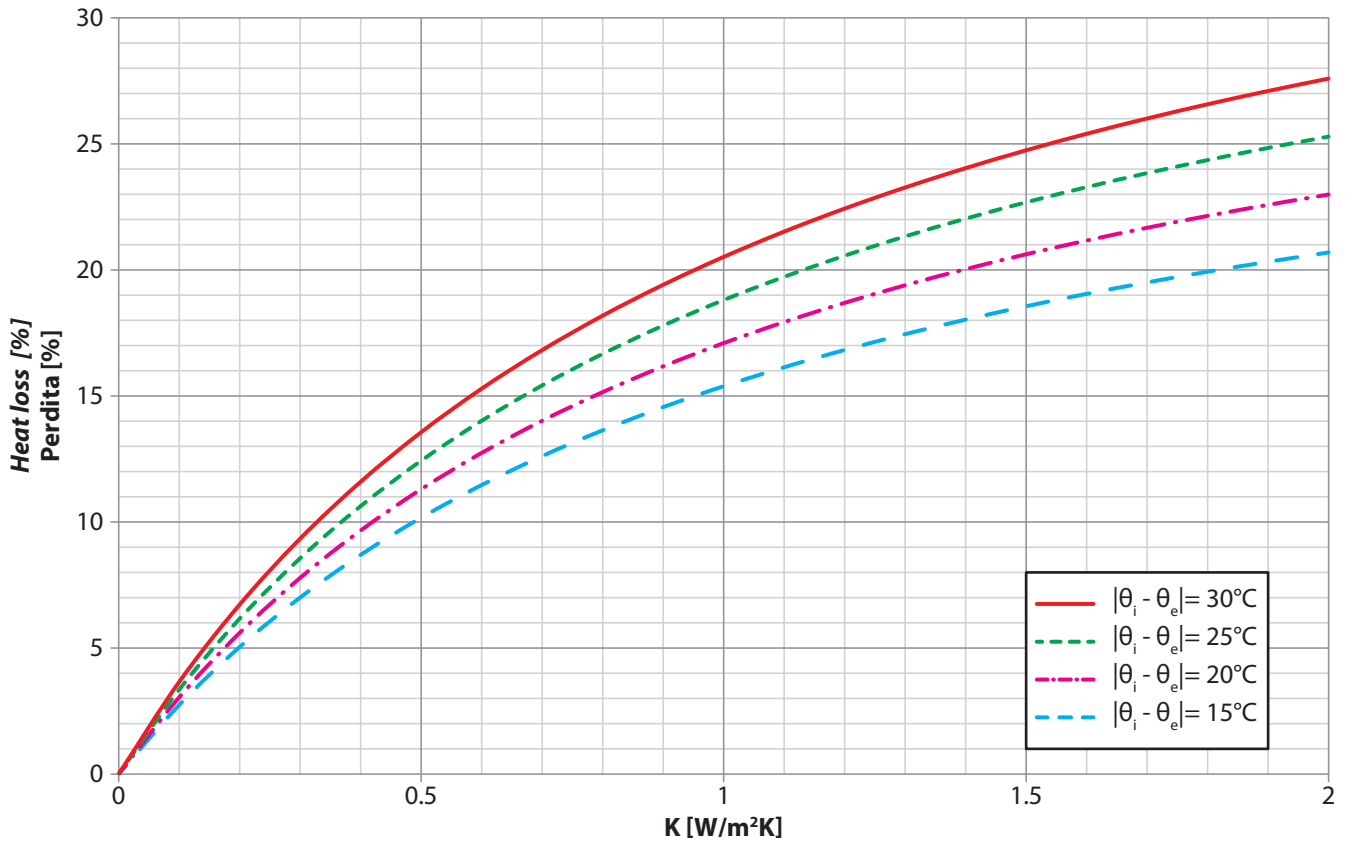
**FLUSSO TERMICO PASSIVO DIETRO IL PANNELLO CON
Q=100 W/M² E RIVESTIMENTO IN CARTONGESSO**





**PASSIVE HEAT FLOW BEHIND THE PANEL WITH
 $Q=150 \text{ W/M}^2$ AND COVERING IN PLASTERBOARD**

**FLUSSO TERMICO PASSIVO DIETRO IL PANNELLO CON
 $Q=150 \text{ W/M}^2$ E RIVESTIMENTO IN CARTONGESSO**



EXAMPLE OF HEATING CALCULATION ESEMPIO DI CALCOLO IN RISCALDAMENTO

Consider a flat, located on the top floor of a building, which will be heated with b!klimax system installed in the false ceiling. The height of the rooms allows a service space between the ceiling and the "active panel" ($p_c = 85\%$).

Considering that the roof is exposed to the external environment and will be covered by b!klimax panel, the calculation of heat loss of the flat are evaluated by excluding the surface covered by the radiant system.

The table below lists the heat loss calculated for each room involved:

Table of heat loss for each room in the case of a ceiling which is non-dispersing for 85% of the surface.

| ROOM | WINTER [W] |
|---------------------|------------|
| Kitchen/Living room | 2743 |
| Passage | 208 |
| Bathroom 1 | 557 |
| Bedroom 1 | 811 |
| Bathroom 2 | 609 |
| Bedroom 2 | 684 |
| Wardrobe | 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" ($p_c = 85\%$).

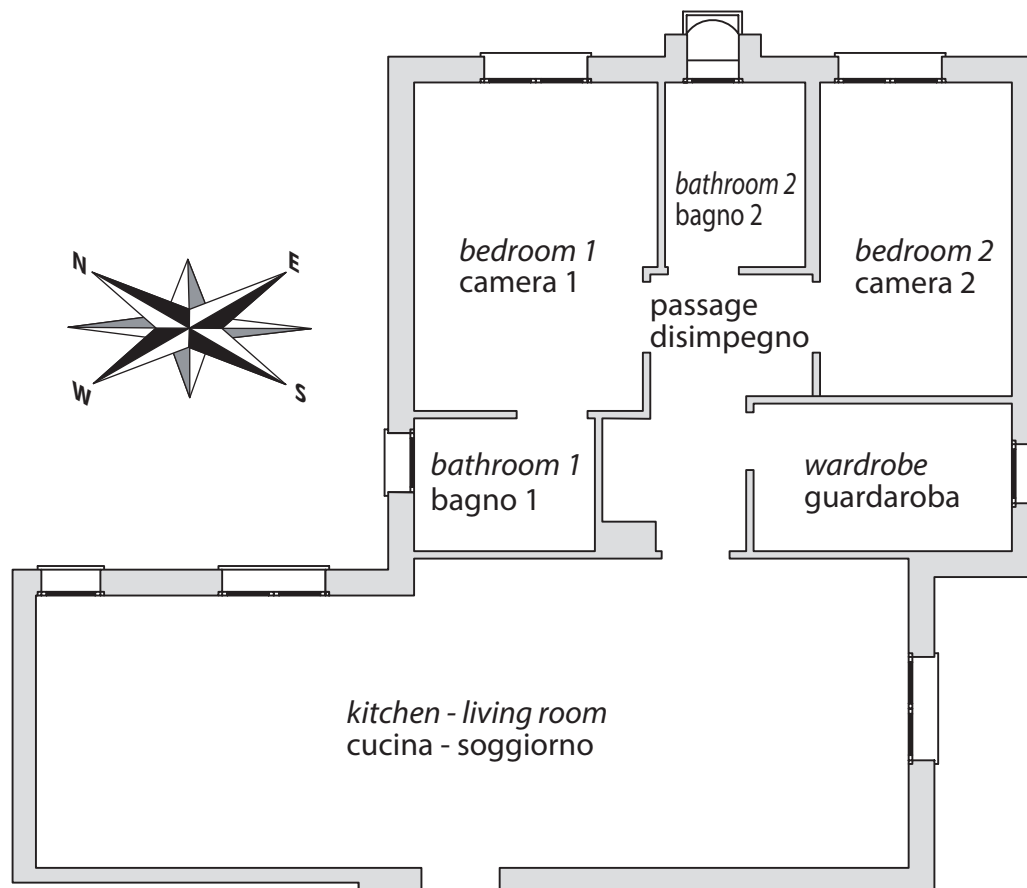
Considerando che il tetto risulta esposto verso l'ambiente esterno e che verrà rivestito dal pannello b!klimax, le dispersioni termiche dell'appartamento vengono valutate escludendo dal calcolo le superfici ricoperte dall'impianto radiante.

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

Tabella delle dispersioni di ogni locale nelle ipotesi di soffitto non disperdente 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 |

Plan view of the flat considered in the calculation example
Vista in pianta dell'appartamento considerato nell'esempio di calcolo



After selecting the average temperature of the water, for example $T=38.5^{\circ}\text{C}$, on the "Ceiling heating output" diagram, corresponding to the thermal drop between the room and the water (in this case: $38.5 - 20 = 18.5 [^{\circ}\text{C}]$), we find the areal flow $q=80 [W/m^2]$. For the evaluation of the coverage coefficient, we consider 85% ($pc=85\%$) of the available surface area since, as stated above, there is a service space between the ceiling and 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: $38.5 - 20 = 18.5 [^{\circ}\text{C}]$), si trova un valore di flusso areico $q=80 [W/m^2]$. 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.

Table of the calculation of active area considering an areal flow $q=80 [W/m^2]$
Tabella di calcolo della superficie pannellata considerando un flusso areico $q=80 [W/m^2]$

| ROOM | LOCALE | Available surface area Superficie disponibile [m ²] | Estimated surf. area that can be panelled Stima superficie pannellabile ($pc=85\%$) [m ²] | Calculated required surface area Superficie necessaria calcolata [m ²] |
|---------------------|------------------|---|---|--|
| Kitchen/Living room | Cucina/Soggiorno | 47 | 40.0 | 34.3 |
| Passage | Disimpegno | 7.3 | 6.2 | 2.6 |
| Bathroom 1 | Bagno 1 | 4.4 | 3.7 | 7.0 |
| Bedroom 1 | Camera 1 | 14.3 | 12.2 | 10.1 |
| Bathroom 2 | Bagno 2 | 4.7 | 4.0 | 7.6 |
| Bedroom 2 | Camera 2 | 11 | 9.4 | 8.6 |
| Wardrobe | Guardaroba | 7 | 6.0 | 5.1 |

The choice of the average temperature of the water (38.5°C) and the coverage factor ($pc=85\%$) leads to the calculation of panelled surface areas within the available surface areas, except for the bathrooms (values shown in bold print).

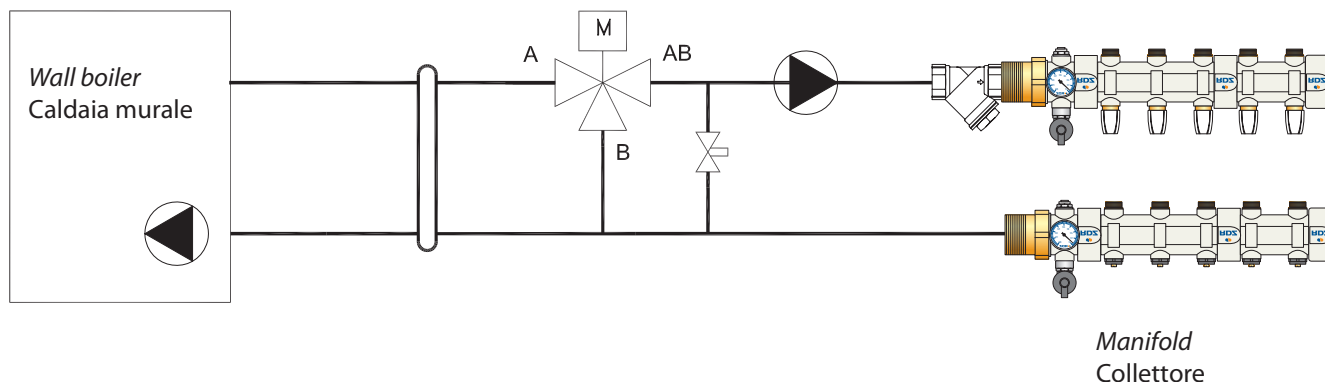
This means that for these two rooms it is necessary to select one of the three hypotheses described in point "b)" of the paragraph "Calculation of the system for winter heating only"; let's suppose we wish to use other useful surfaces such as the walls: so for bathroom 1 we need: $7.0 - 3.7 = 3.3 [m^2]$, while for bathroom 2: $7.6 - 4.0 = 3.6 [m^2]$. Now we can go on with the preparation of the graphic "Positioning of the radiant panels" so as to arrive as close as possible to the calculated required surface area.

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: $7.0 - 3.7 = 3.3 [m^2]$, mentre per il bagno 2: $7.6 - 4.0 = 3.6 [m^2]$.

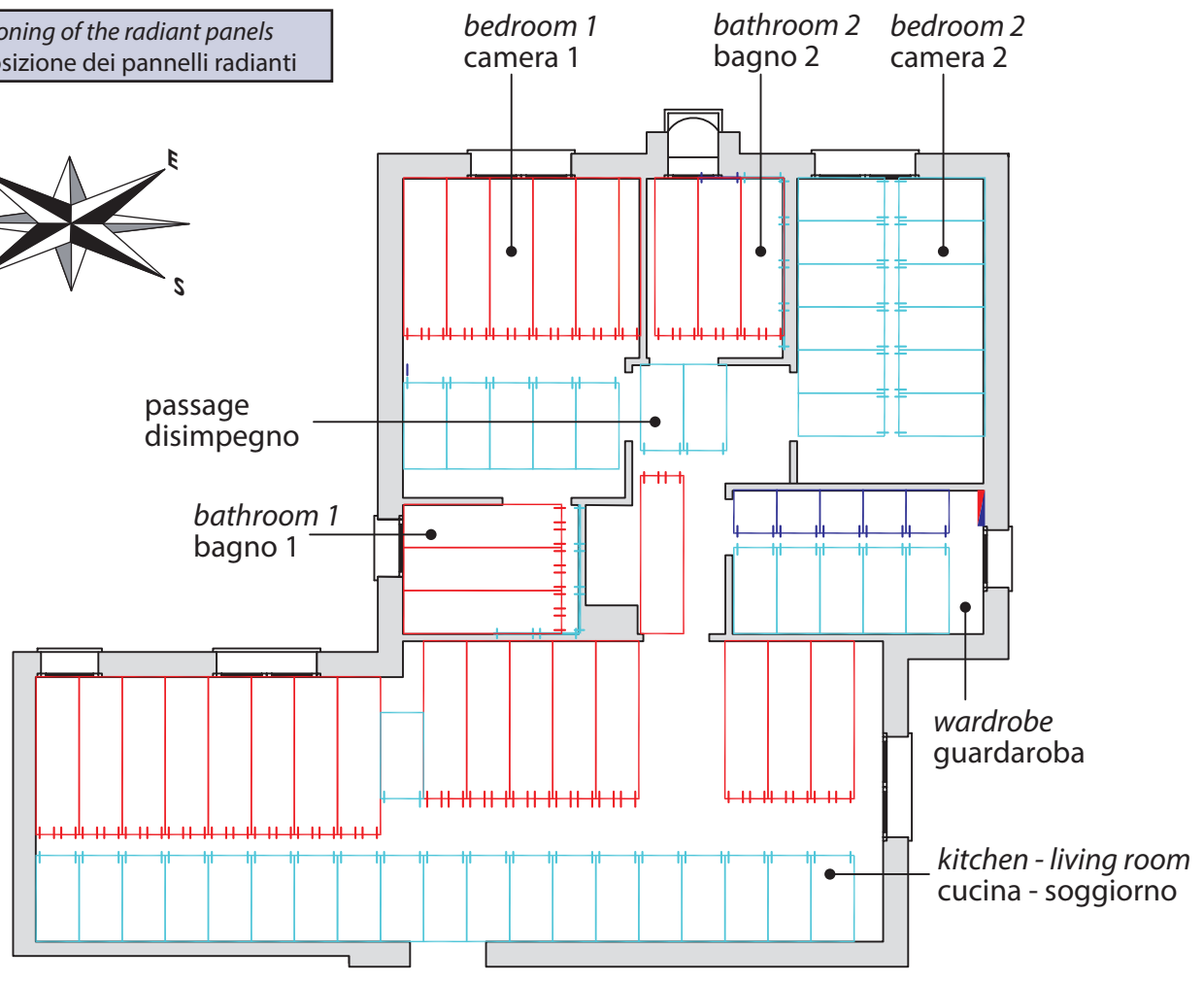
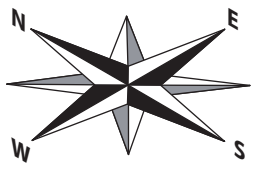
Si passa ora all'elaborazione grafica disponendo i pannelli radianti in modo tale da avvicinarsi alle superfici necessarie calcolate.

Approximate hydraulic diagram of b!klimax heating system
 Schema idraulico indicativo di principio dell'impianto di riscaldamento con sistema b!klimax

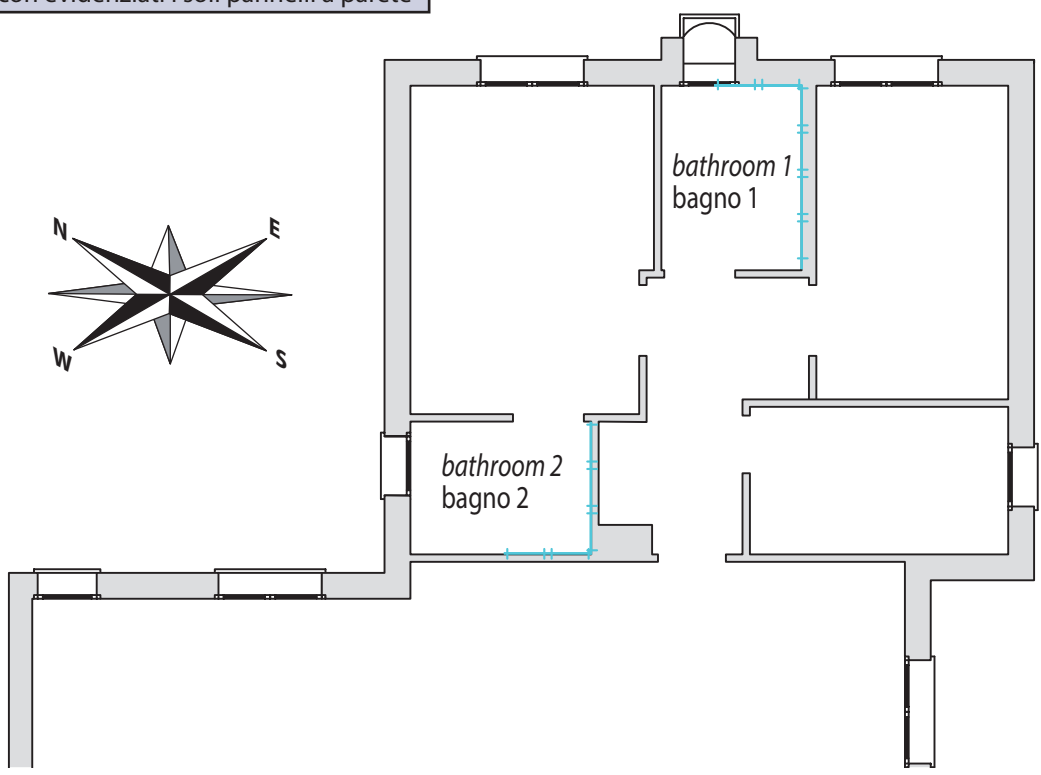
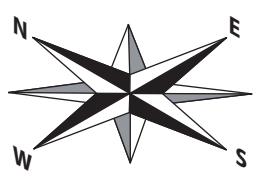




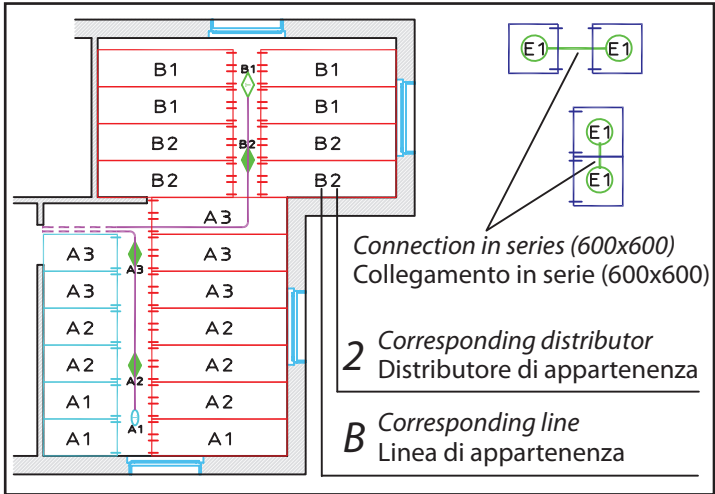
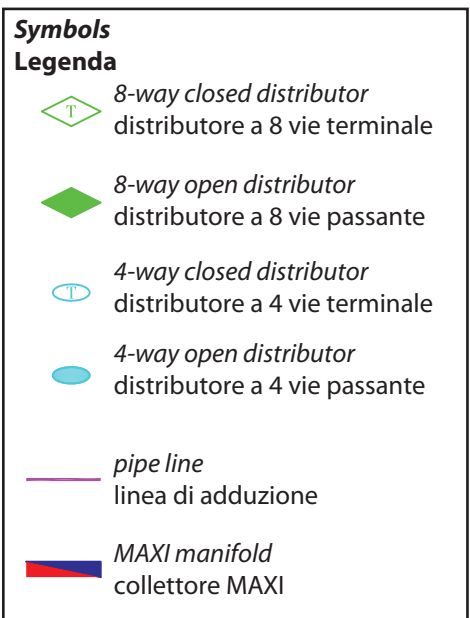
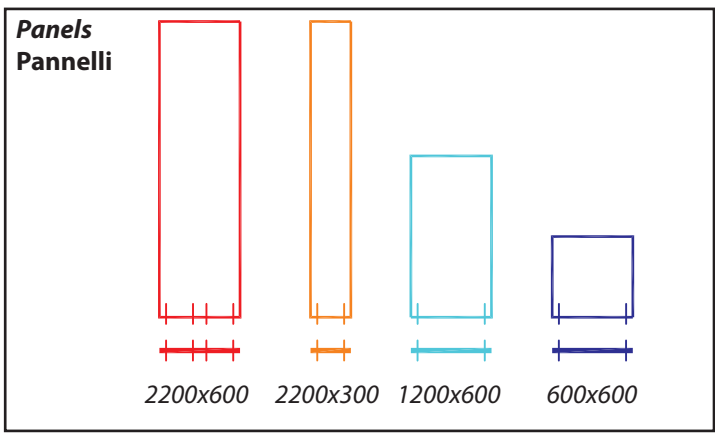
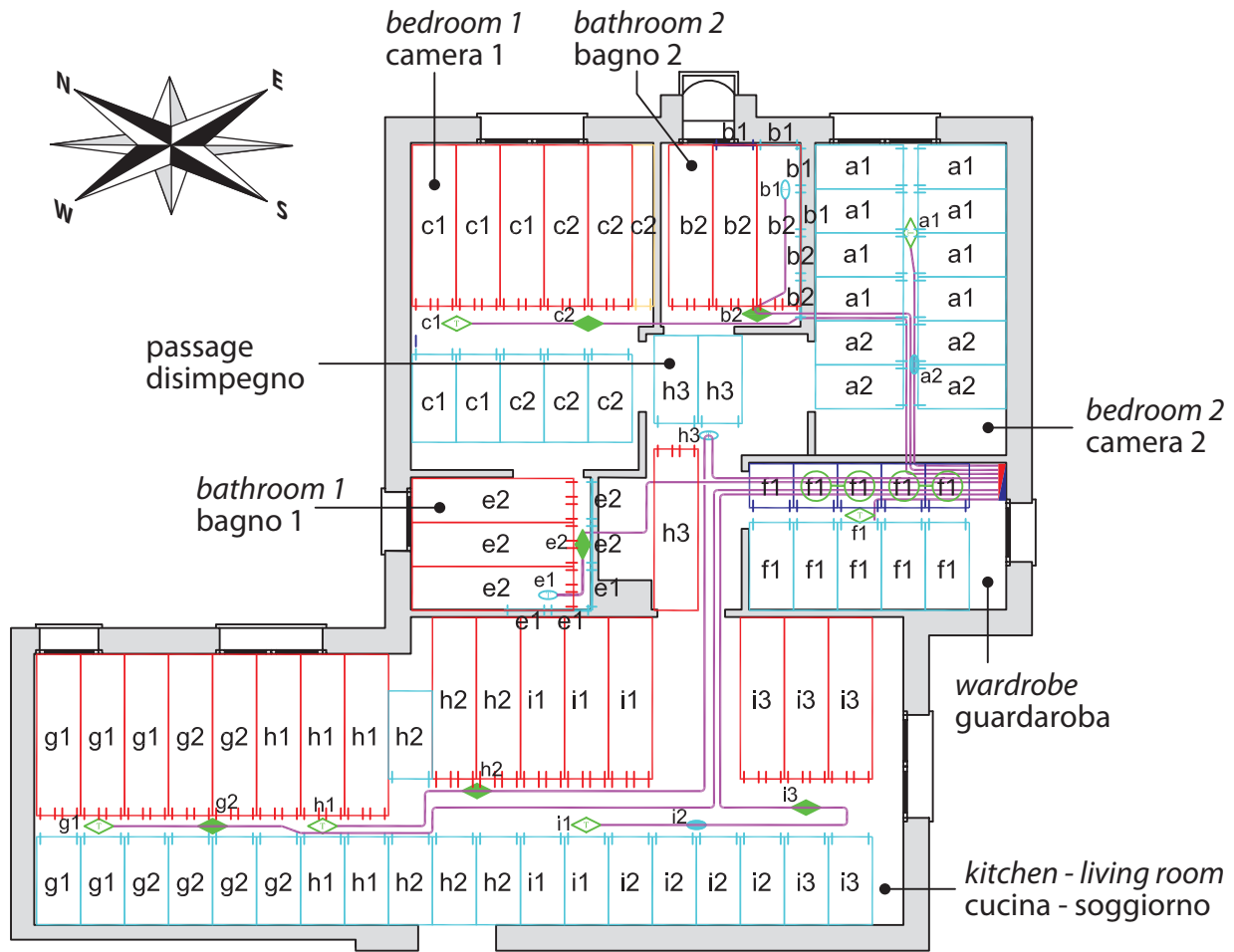
Positioning of the radiant panels
Disposizione dei pannelli radianti



Detail showing the wall panels
Particolare con evidenziati i soli pannelli a parete



Complete distribution diagram showing the distributor corresponding to each panel.
 Schema completo di distribuzione con l'assegnazione di corrispondenza tra pannello e distributore di appartenenza





Wall panels have been provided in the two bathrooms to compensate for the missing "active" surface area. After counting the panels and calculating the real radiant area for each room, we are now able to obtain the areal flow to be compared with the previous estimated value.
The results are provided in the table below:

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:

| Areal power calculated with the real positioning of the panels Potenza areica calcolata con la reale disposizione dei pannelli | | | | | | | | |
|---|------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| ROOM | LOCALE | Panel Pannello 2200x600 | Panel Pannello 1200x600 | Panel Pannello 600x600 | Active surface area Superficie pannellata [m ²] | Thermal output Potenza emessa [W] | Heat loss Potenza richiesta [W] | Diff. Diff. [W] |
| Kitchen/Living room | Cucina/Soggiorno | 16 | 20 | - | 35.5 | 2840 | 2743 | 97 |
| Passage | Disimpegno | 1 | 2 | - | 2.8 | 224 | 208 | 16 |
| Bathroom 1 | Bagno 1 | 3 | 5 | - | 7.6 | 672 | 557 | 115 |
| Bedroom 1 | Camera 1 | 5.5 | 5 | - | 10.9 | 872 | 811 | 61 |
| Bathroom 2 | Bagno 2 | 3 | 5 | - | 7.6 | 672 | 609 | 63 |
| Bedroom 2 | Camera 2 | - | 12 | - | 8.7 | 696 | 684 | 12 |
| Wardrobe | Guardaroba | - | 5 | 5 | 5.4 | 432 | 405 | 27 |

From the results obtained we can see that the power emitted by the panels for each room is higher than the required power; this confirms that the system is able to meet the requirements of each room.

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.

As it can be noted for the bathrooms, which usually require more power due to the higher room temperature and larger quantity of air exchange, it was necessary to use part of the walls in order to meet the requirement. It was also possible to increase the temperature of the water and consequently the areal flow emitted, but in this case it would have been necessary to decrease the active surface areas of all the remaining rooms, thus reducing the even distribution of the heat.

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:

As can be seen in the following graph, corresponding to heat output of 80 W (generated by a water-room temperature drop of 18.5°C) we obtain a thermal drop between radiant surface and room of about 12.3 °C. This means that the radiant ceiling temperature is:

$$\text{RAD. CEILING TEMPERATURE: } T_{\text{sur}} = T_{\text{room}} + 12.3 = 20 + 12.3 = 32.3^{\circ}\text{C}$$

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

Now we can calculate the temperature drop of the water in the individual elementary circuit:

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

$$\text{THERMAL DROP OF THE WATER: } \Delta T = (80 * 0.860) / 28 = 2.5^{\circ}\text{C}^*$$

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

Note: 0.860 is the conversion factor from W/m² → kCal/(h*m²) and 28 l/m² is the flow rate of the panel in relation to the unit area

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

This value is necessary to evaluate the flow temperature, knowing the mean temperature used previously in the calculation (38.5°C):

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

$$\text{FLOW TEMPERATURE: } T_{\text{in}} = T_{\text{aver}} + \Delta T / 2 = 38.5 + 2.5 / 2 = 39.8^{\circ}\text{C}$$

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

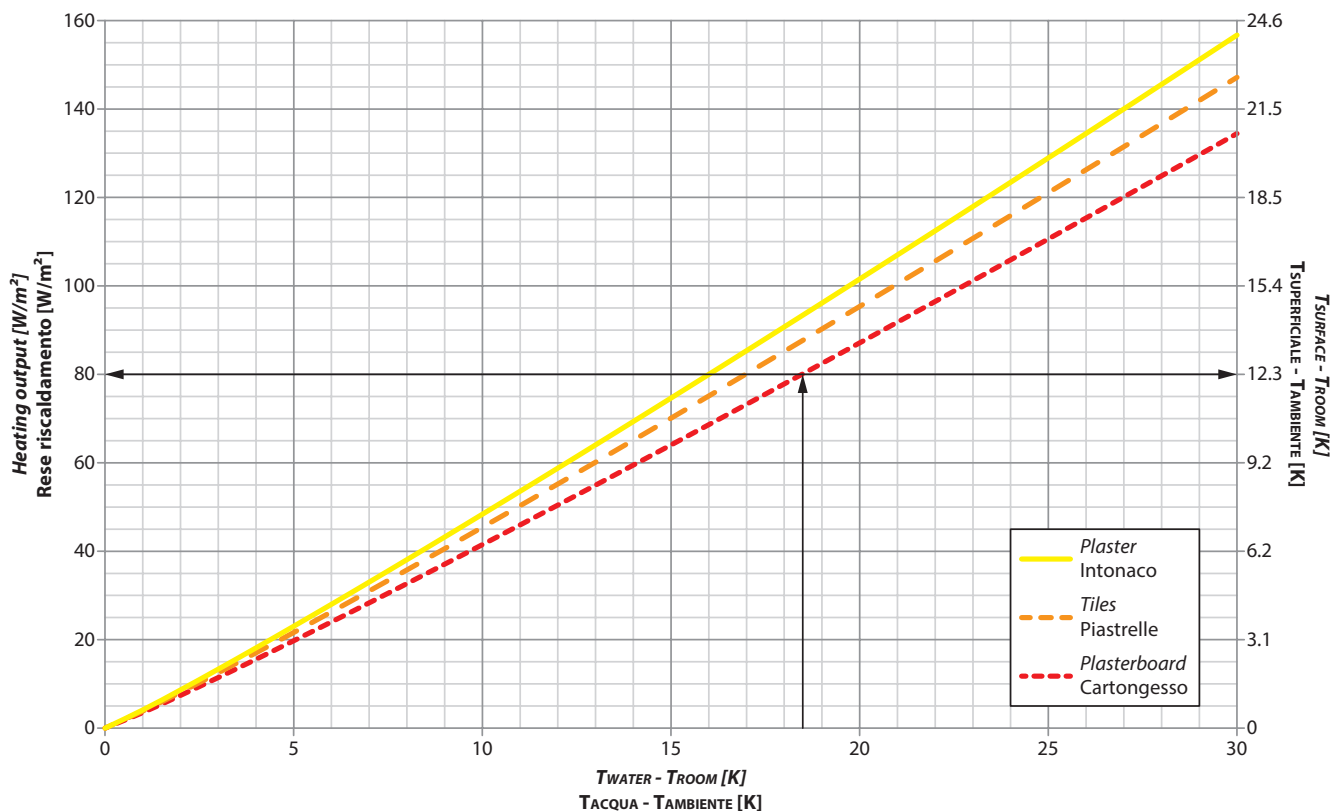
* This value does not take into consideration the heat loss behind the panel which can be approximated as 10% (see Chapter 4)

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



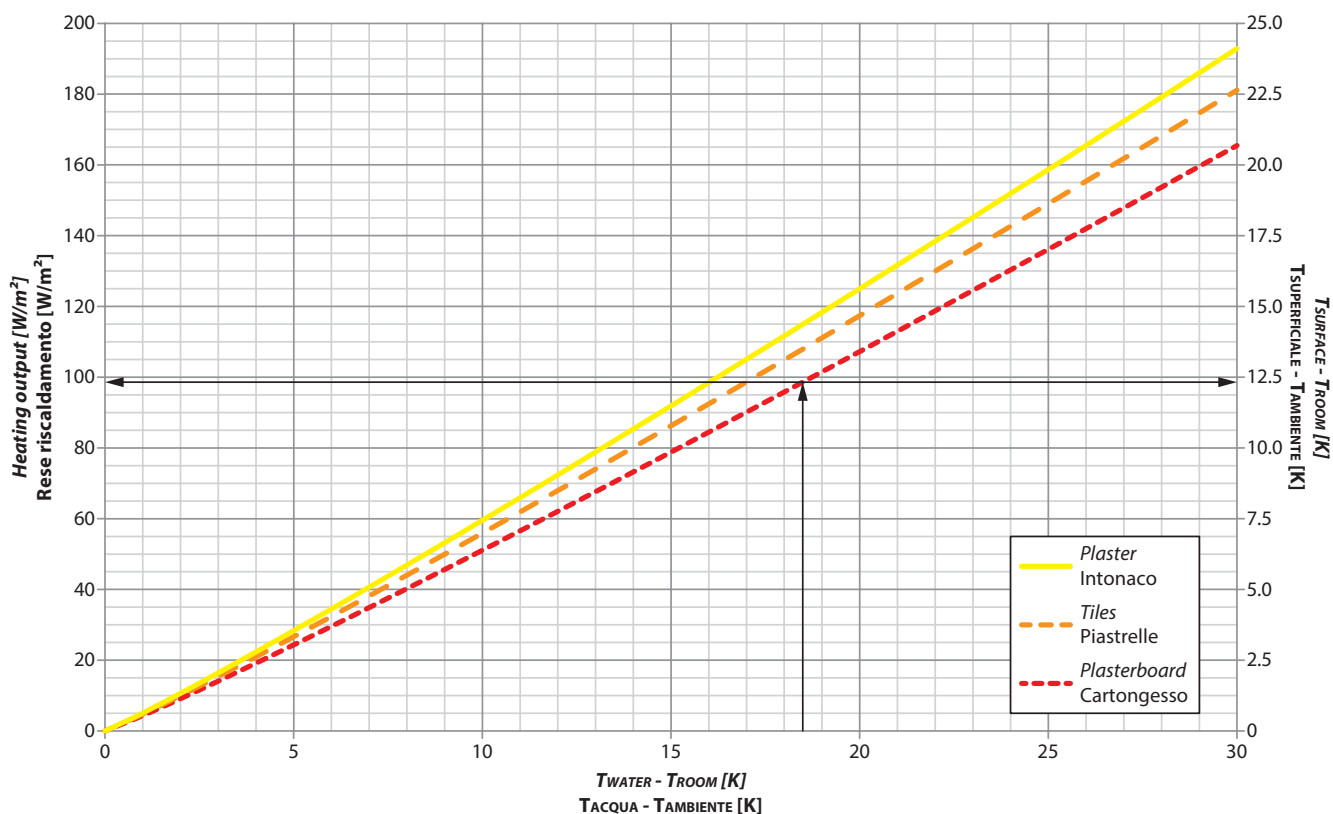
Ceiling heating output

Rese soffitto in riscaldamento



Wall heating output

Rese parete in riscaldamento





NOTE: Bathroom 2 is actually heated partially with wall panels and thus, for more precise calculation of the areal flow emitted, the two parts must be summed.

One part concerns the power emitted by the ceiling:

No. 3 panels of size 2200x600, having a surface area of $3 \times 1.32 = 4 \text{ m}^2$ and a flow of 80 W/m^2 , will emit $4 \times 80 = 320 \text{ W}$; the surface temperature of the panel (from the diagram) is $12.3 \text{ }^\circ\text{C}$ higher than the room temperature, i.e., $20 + 12.3 = 32.3 \text{ }^\circ\text{C}$.

No. 5 wall panels of size 1200x600 having a total surface area of $5 \times 0.72 = 3.6 \text{ m}^2$ and with an areal flow of 98.6 W/m^2 (obtained from the diagram regarding the emission of a heating wall with water temperature of $18.5 \text{ }^\circ\text{C}$ higher than the room temperature), will emit into the room of $3.6 \times 98.6 = 355 \text{ W}$; the surface temperature of the panel (from the diagram) is $12.3 \text{ }^\circ\text{C}$ higher than the room temperature, i.e., $20 + 12.3 = 32.3 \text{ }^\circ\text{C}$.

As a result, the system of Bathroom 2 emits: $320 + 355 = 675 \text{ W}$ instead of 609 W as stated in the table.



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.

BILL OF MATERIAL

The material used for the system in the example is listed below.

MATERIALE IMPIEGATO

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

| Material used | | | | |
|----------------------------|--------------|----------------|---|--|
| Materiale impiegato | | | | |
| U.M. | Q.ty Q.tà | Code Codice | Description | Descrizione |
| N° | 29 | 6102200 | Panel 2200 x 600 | Pannello 2200 x 600 |
| N° | 54 | 6101200 | Panel 1200 x 600 | Pannello 1200 x 600 |
| N° | 5 | 6100595 | Panel 600 x 600 | Pannello 600 x 600 |
| N° | 40 | 6100700 | Filling panel 2200 x 600 | Pannello di tamponamento 2200 x 600 |
| N° | 3 | 6210060 | Pair of Pre-insulated 4-way Distributors - open | Coppia distributori 4 Vie Preisolato-Passante |
| N° | 2 | 6210070 | Pair of Pre-insulated 4-way Distributors - closed | Coppia distributori 4 Vie Preisolato-Terminale |
| N° | 6 | 6210040 | Pair of Pre-insulated 8-way Distributors - open | Coppia distributori 8 Vie Preisolato-Passante |
| N° | 6 | 6210050 | Pair of Pre-insulated 8-way Distributors - closed | Coppia distributori 8 Vie Preisolato-Terminale |
| m | 100 | 6300620 | PB pipe diam. 20-16 + RED insulation | Tubo PB diam. 20-16 + isolante ROSSO |
| m | 100 | 6310620 | PB pipe diam. 20-16 + BLUE insulation | Tubo PB diam. 20-16 + isolante BLU |
| N° | 2 | 6603000 | Lubricant for Push-fit Pipe Fittings | Lubrificante per raccordi rapidi |
| N° | 1 | 6302009 | MAXI manifold 8+8 | Collettore MAXI 8+8 |
| N° | 1 | 6431080 | Cabinet 800x700x140 (up to 10 outlets) | Armadietto 800x700x140 (fino a 10 uscite) |
| N° | 1 | 6440032 | Air traps 1"1/4 | Separatore microbolle 1"1/4 |
| m | 150 | 6603010 | b!klimax Perimeter belt | Cornice perimetrale b!klimax |

Consider a flat, located on the top floor of a building, which will be cooled and heated with b!klimax system installed in the false ceiling. The height of the rooms allows a service space between the ceiling and the "active panel" ($p_c = 85\%$).

Considering that the roof is exposed to the external environment and will be covered by b!klimax panel, the heat loss and heat load of the flat are evaluated by excluding from the calculation the surface covered by the radiant system.

Usually the bathrooms are not cooled, and thus they are sized by following the procedure used in the previous example for heating only.

The table below lists the heating and cooling output calculated for each room:

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" ($p_c = 85\%$).

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:

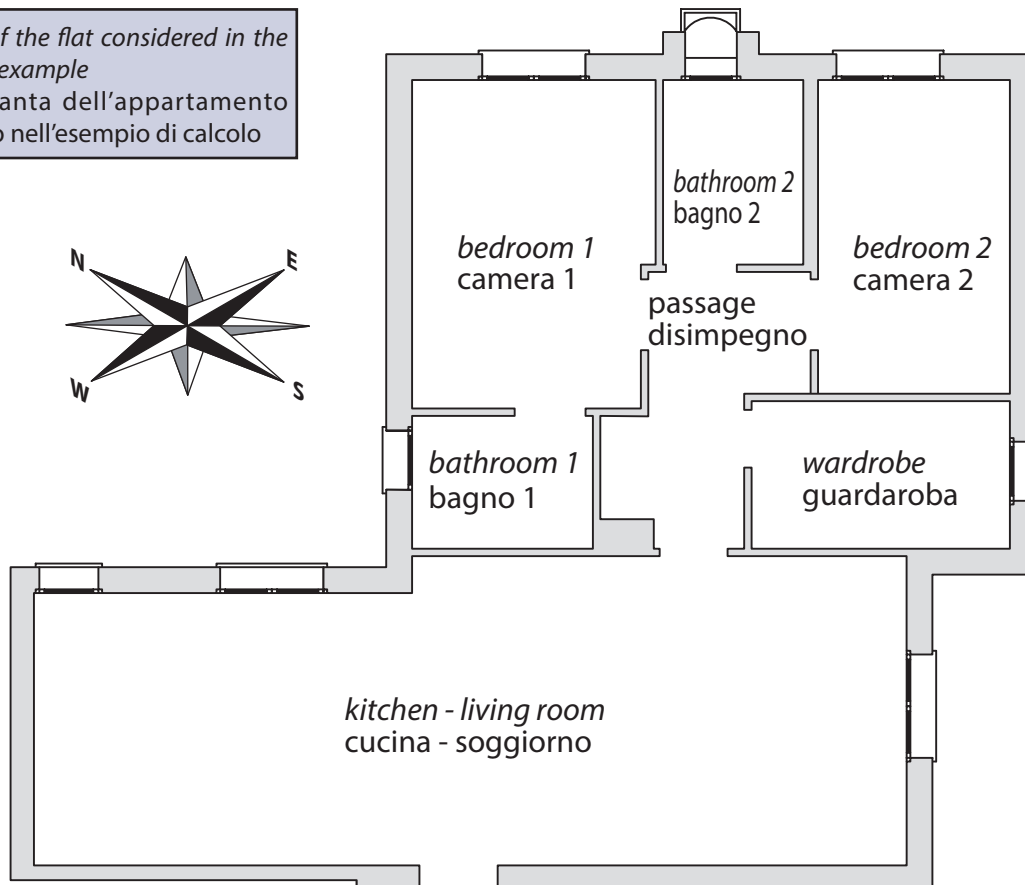
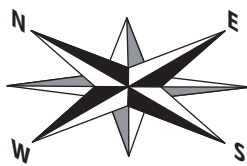
Table of heat loss for each room in the case of a ceiling which is non-dispersing for 85% of the surface.

| Room | Summer [W] | Winter [W] |
|---------------------|------------|------------|
| Kitchen-living room | 2015 | 2743 |
| Passage | 131 | 208 |
| Bathroom 1 | - | 557 |
| Bedroom 1 | 630 | 811 |
| Bathroom 2 | - | 609 |
| Bedroom 2 | 498 | 684 |
| Wardrobe | 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 |

Plan view of the flat considered in the calculation example
Vista in pianta dell'appartamento considerato nell'esempio di calcolo



The project room temperature is 26°C; after selecting the mean temperature of the water, for example T=15°C, on the "Ceiling cooling output" diagram, corresponding to the thermal drop between the room and the water (in this case: 26-15=11 [°C]), we find the areal flow q=53 [W/m²].

For the evaluation of the coverage coefficient, 85% (pc=85%) of the available surface will be considered, as stated above, since there is a service space between the ceiling and panel. For Bathrooms 1 and 2, since they are not cooled, proceed with the determination of the mean temperature of the water in heating running: in this case using an mean temperature of 38.5°C we obtain (from the "Ceiling heating output" diagram) a temperature drop between the water and the room of 38.5-20=18.5°C, to which corresponds an areal flow of 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 active surface considering an areal flow q=53 [W/m²] in case of cooling; for Bathrooms 1 and 2 only, the surface values* refer to an areal flow q=80 [W/m²] in heating running.

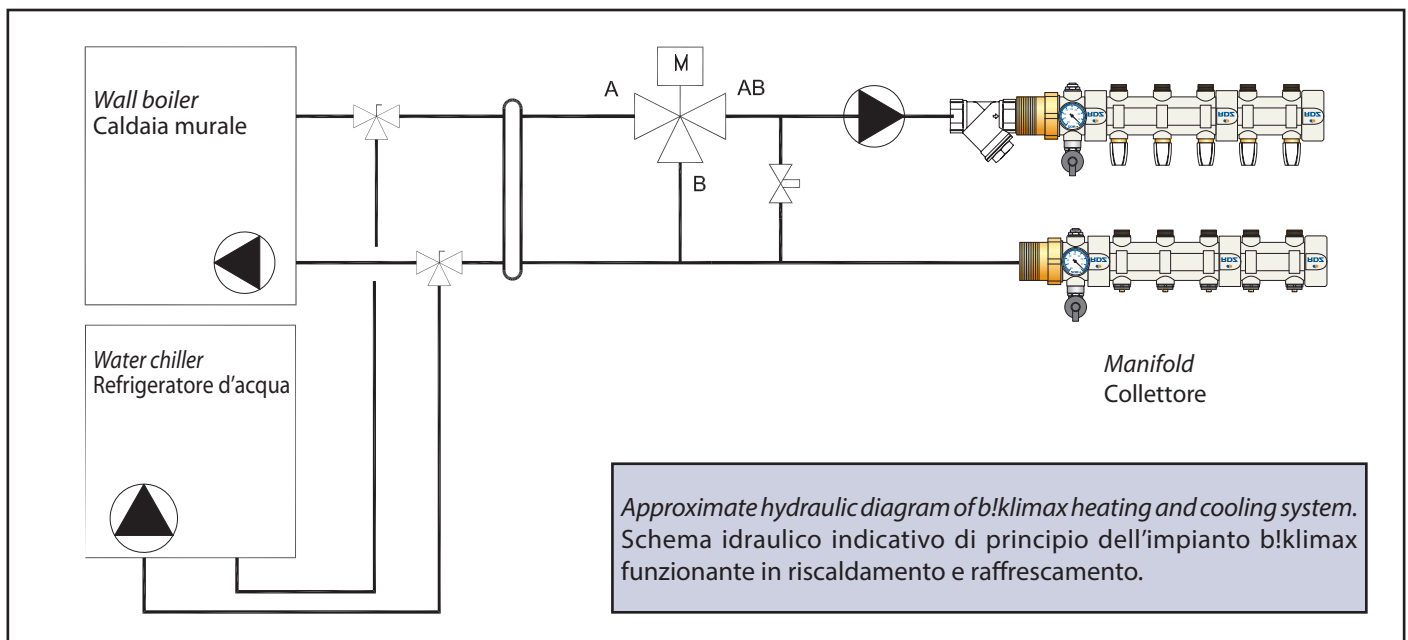
Tabella di calcolo della superficie pannellata considerando un flusso areico q=53 [W/m²] nel caso di raffrescamento; per i soli locali Bagno 1 e 2 i valori di superficie* si riferiscono ad un flusso areico q=80 [W/m²] in riscaldamento.

| ROOM | LOCALE | Available surface area Superficie disponibile [m ²] | Estimate surface area that can be panelled Stima superficie pannellabile (pc= 85%) [m ²] | Calculated required surface area Superficie necessaria calcolata [m ²] |
|---------------------|------------------|---|--|--|
| Kitchen/Living room | Cucina/Soggiorno | 47 | 40.0 | 38.0 |
| Passage | Disimpegno | 7.3 | 6.2 | 2.5 |
| Bathroom 1 | Bagno 1 | 4.4 | 3.7 | 7.0* |
| Bedroom 1 | Camera 1 | 14.3 | 12.2 | 11.9 |
| Bathroom 2 | Bagno 2 | 4.7 | 4.0 | 7.6* |
| Bedroom 2 | Camera 2 | 11 | 9.4 | 9.4 |
| Wardrobe | Guardaroba | 7 | 6.0 | 4.9 |

The choice of the mean temperature of the water (15°C) and the coverage factor (pc=85%) leads to the calculation of active surface which are close to the available area. For Bathrooms 1 and 2, however, the usable surface of the ceiling is insufficient; this means that for these two rooms it is necessary to select one of the three hypotheses described in point "b)" of the paragraph "Calculation of the system for winter heating only". Let's suppose we can use other useful surface such as the walls: so for bathroom 1 we need: 7.0-3.7 = 3.3 [m²], while for bathroom 2 we need 7.6-4.0 = 3.6 [m²]. Now we can go on with the preparation of the graphic "Positioning of the radiant panels" so as to work out as close as possible the calculated required surface.

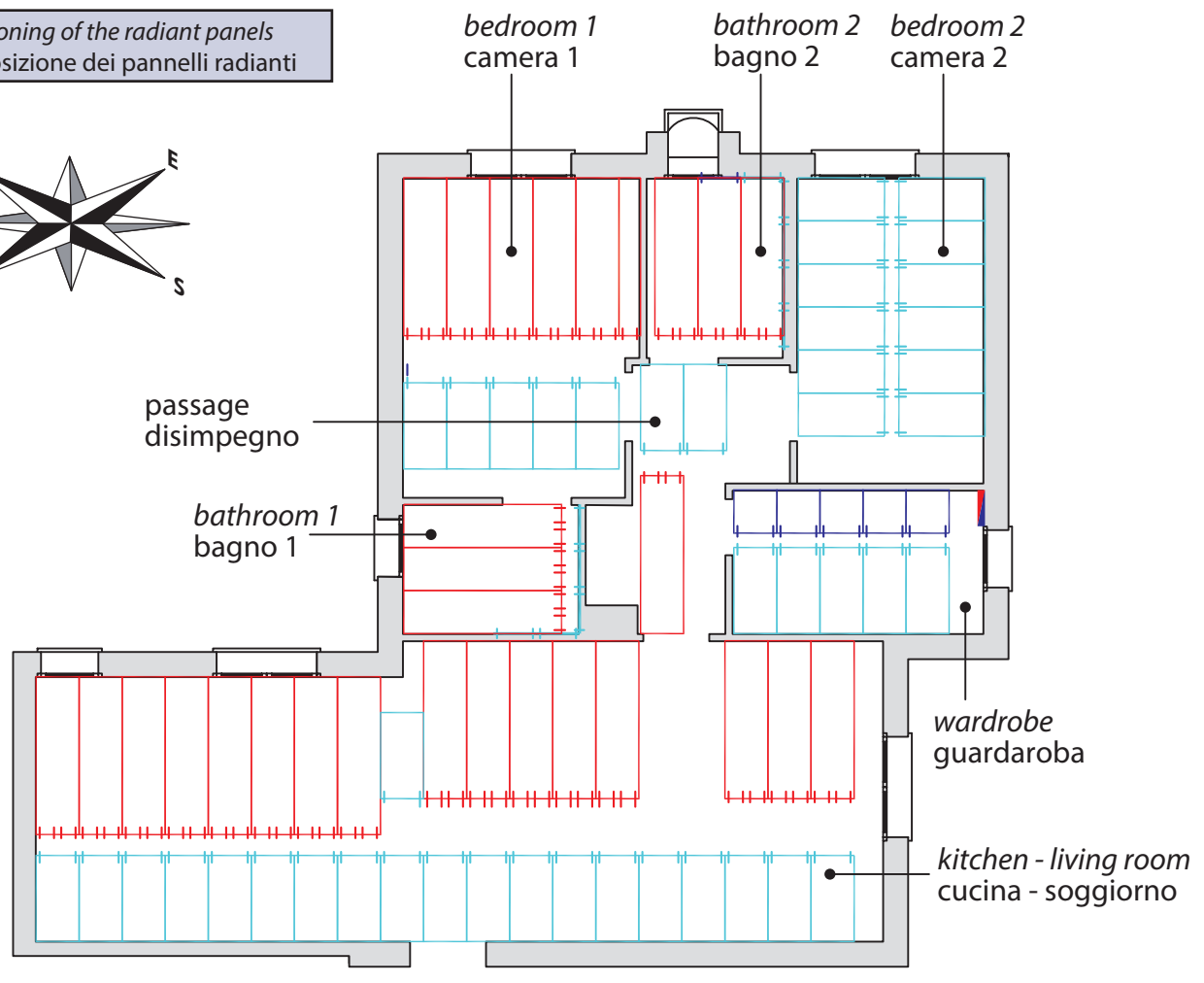
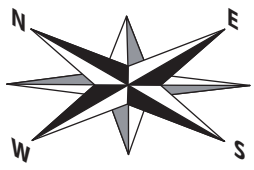
La scelta della temperatura media del fluido vettore (15°C) e del fattore di copertura (pc=85%) hanno portato a calcolare delle superfici attive che si avvicinano a quelle disponibili.

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.

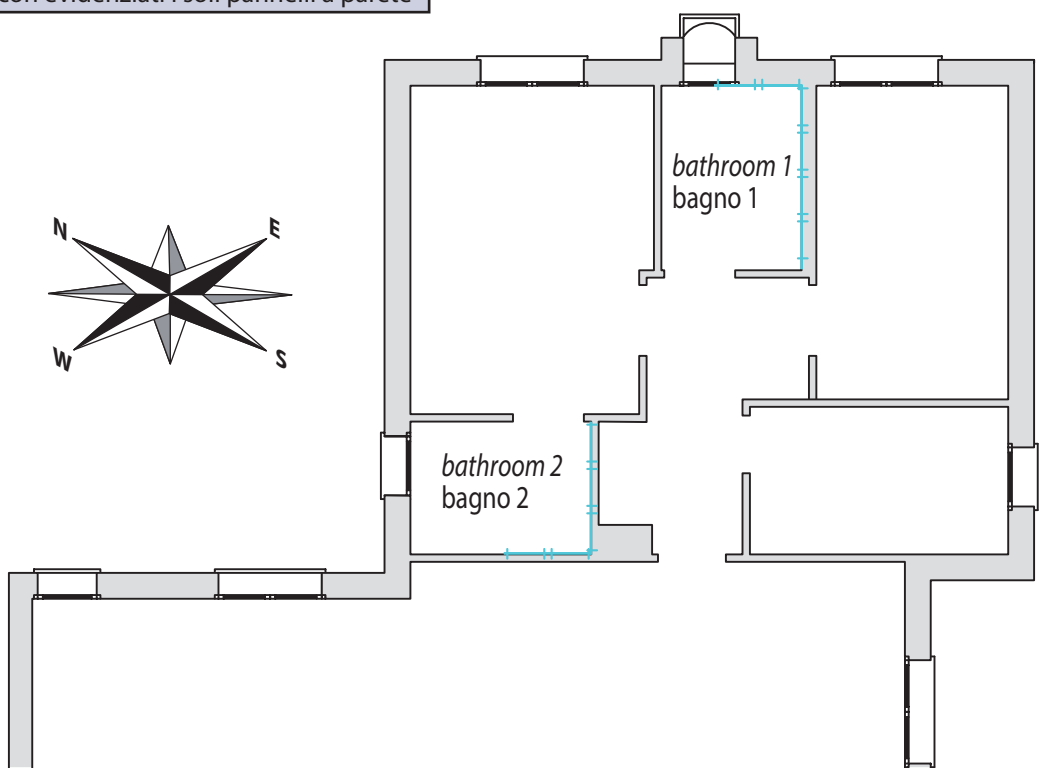
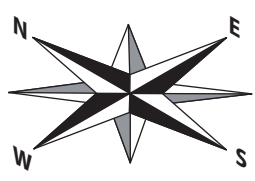




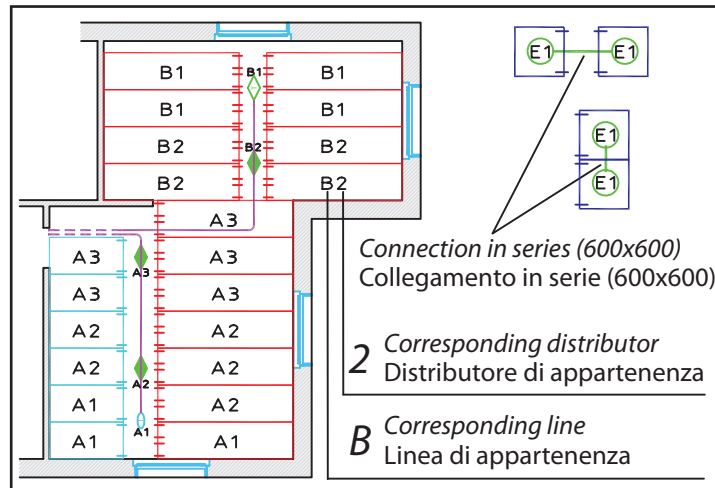
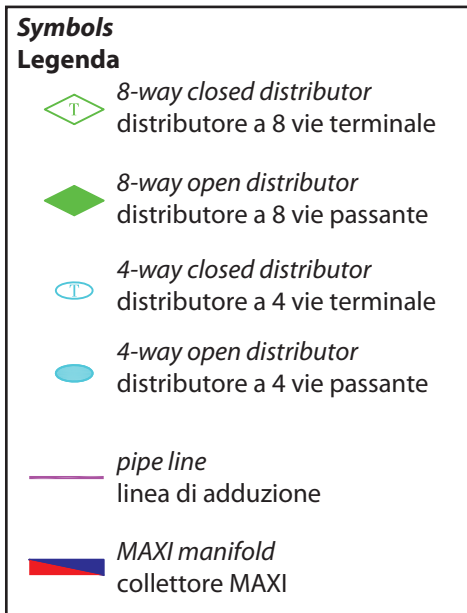
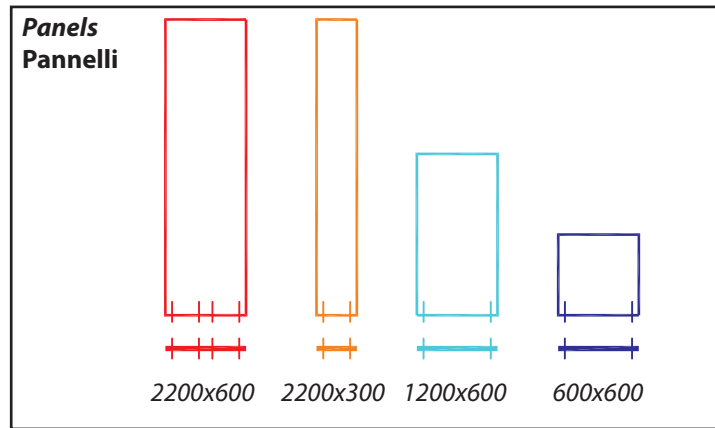
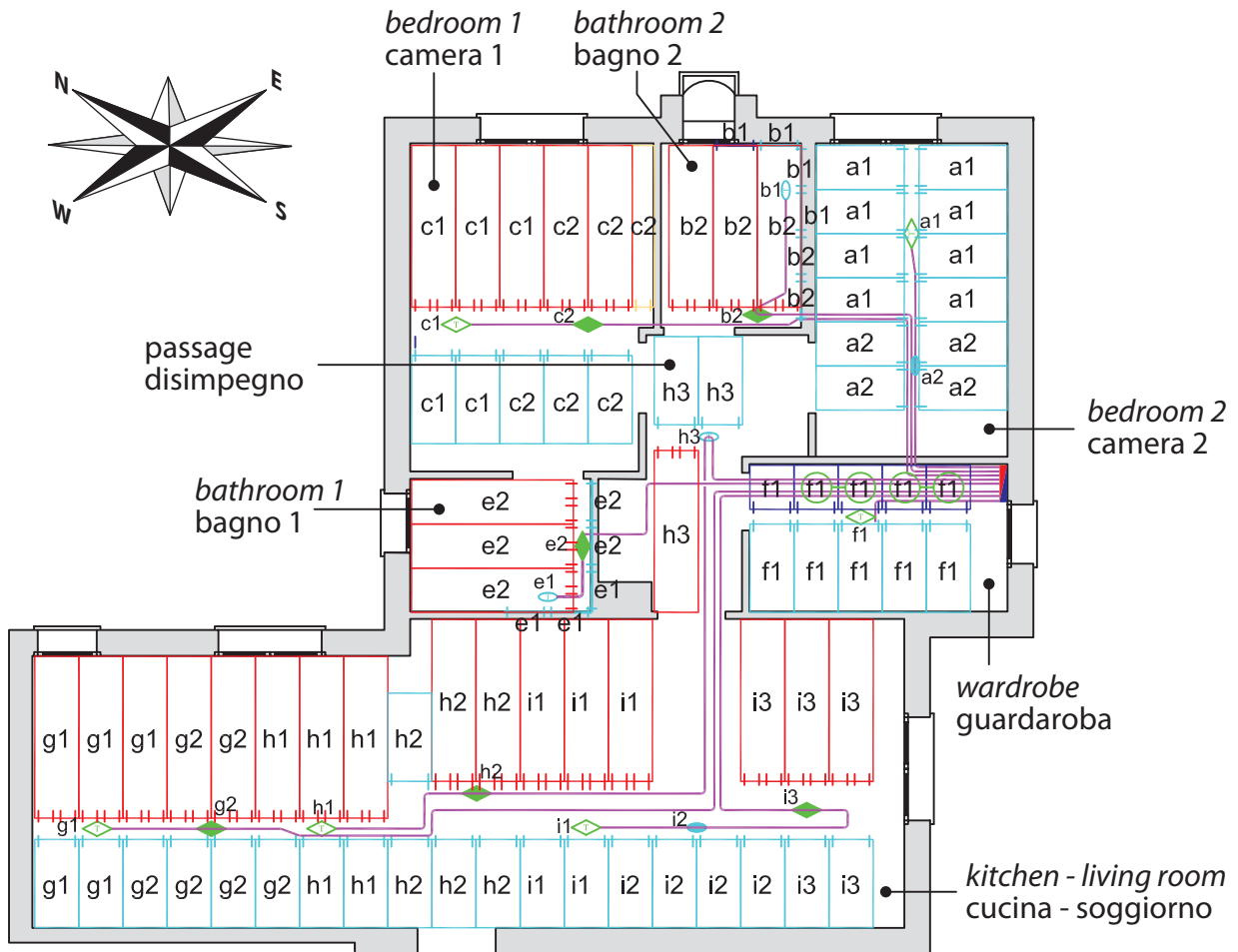
Positioning of the radiant panels
Disposizione dei pannelli radianti



Detail showing the wall panels only
Particolare con evidenziati i soli pannelli a parete



Complete distribution diagram showing the distributor corresponding to each panel.
 Schema completo di distribuzione con l'assegnazione di corrispondenza tra pannello e distributore di appartenenza



Wall panels have been provided in the two bathrooms to compensate for the missing "active" surface.

After counting the panels and calculating the real radiant area for each room, we are now able to obtain the areal flow to be compared with the previous estimated value.

From the results obtained we can note that the power emitted by the panels for each room is greater than the required power; this confirms that the system is able to meet the requirements in each room.

As it can be noted for the bathrooms, which usually require more power due to the higher room temperature and larger volume of ventilation air, it was necessary to use part of the walls in order to meet the requirement. It was also possible to increase the temperature of the water and consequently the areal flow emitted, but in this case it would have been necessary to decrease the active surface areas of all the remaining rooms, thus reducing the even distribution of heat.

The results are provided in the table below:

| Areal flow calculated with the real positioning of the panels. | | | | | | | | |
|--|------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------|-----------------|
| Potenza areica calcolata con la reale disposizione dei pannelli | | | | | | | | |
| ROOM | LOCALE | Panel Pannello 2200x600 | Panel Pannello 1200x600 | Panel Pannello 600x600 | Active surface Superficie pannellata [m ²] | Thermal output Potenza emessa [W] | Heat loss Potenza richiesta [W] | Diff. Diff. [W] |
| Kitchen/Living room | Cucina/Soggiorno | 18 | 19 | 10 | 41 | 2173 | 2015 | 158 |
| Passage | Disimpegno | 1 | 2 | - | 2.8 | 148 | 131 | 17 |
| Bathroom 1 | Bagno 1 | 3 | 5 | - | 7.6 | 672* | 557* | 115* |
| Bedroom 1 | Camera 1 | 5.5 | 5 | 5 | 12.7 | 673 | 630 | 43 |
| Bathroom 2 | Bagno 2 | 3 | 5 | - | 7.6 | 672* | 609 | 63* |
| Bedroom 2 | Camera 2 | - | 14 | - | 10.1 | 535 | 498 | 37 |
| Wardrobe | Guardaroba | - | 5 | 5 | 5.4 | 286 | 260 | 26 |

(*) heating output - (*) potenze in riscaldamento

From the following graph ("Ceiling cooling output"), corresponding to 53 [W/m²] we obtain a thermal drop of about 4.9 °C between the room and the radiant surface.

The radiant ceiling temperature is:

$$\text{RAD. CEILING TEMPERATURE: } T_{\text{sur}} = T_{\text{room}} - 4.9 = 26 - 4.9 = 21.1^{\circ}\text{C}$$

Now we can calculate the temperature drop of the water in the individual elementary circuit:

$$\text{THERMAL DROP OF THE WATER: } \Delta T = (53 * 0.860) / 28 = 1.3^{\circ}\text{C}^*$$

Note: 0.860 is the conversion factor from W/m² → kCal/(h*m²) and 28 l/m² is the flow rate of the panel in relation to the unit area

The flow temperature, knowing the mean temperature used previously in the calculations (15°C), is:

$$\text{FLOW TEMPERATURE: } T_{\text{del}} = T_{\text{aver}} - \Delta T / 2 = 15 - 1.3 / 2 = 14.3^{\circ}\text{C}$$

* This value does not take into consideration the heat loss behind the panel which can be approximated as 10% (see Chapter 4)

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:

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:

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

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:

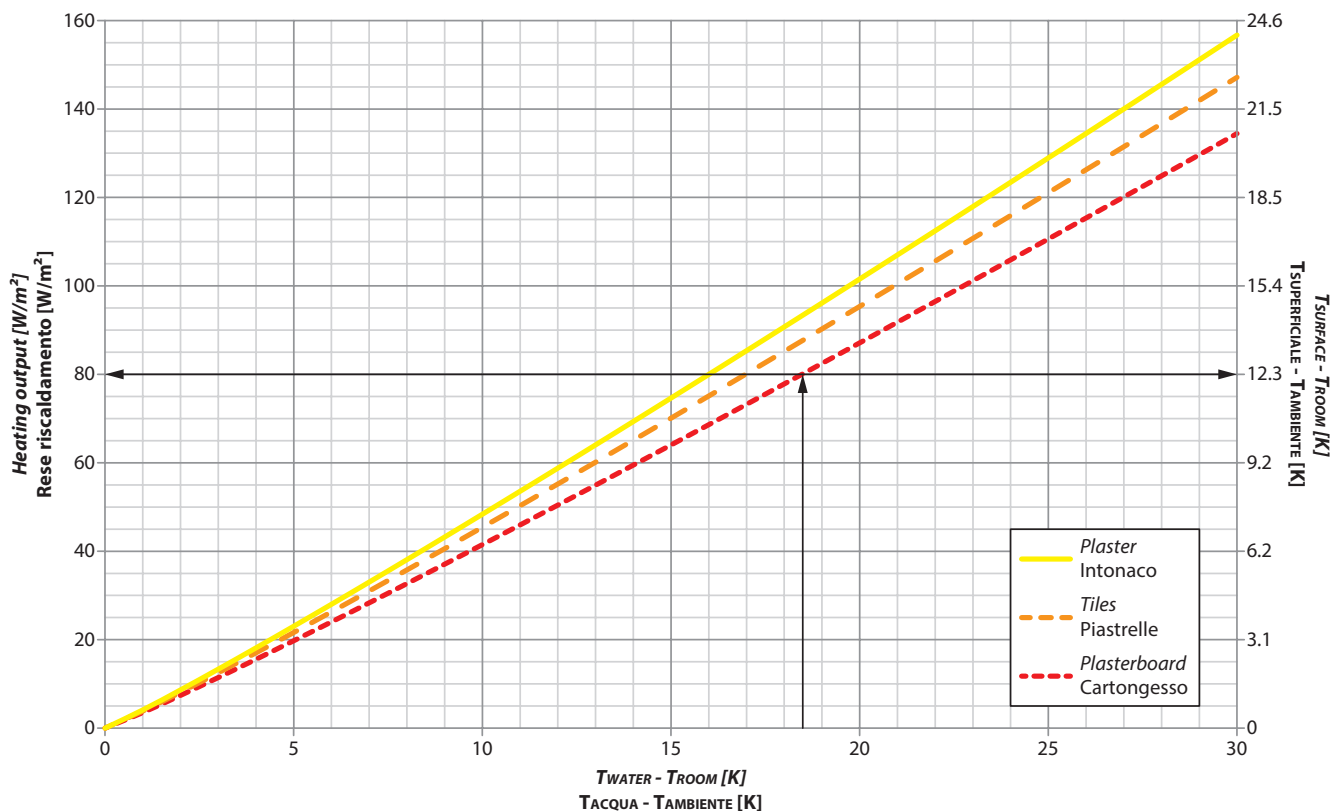
$$\text{TEMPERATURA DI MANDATA: } T_{\text{m}} = T_{\text{med}} - \Delta T / 2 = 15 - 1.3 / 2 = 14.3^{\circ}\text{C}$$

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



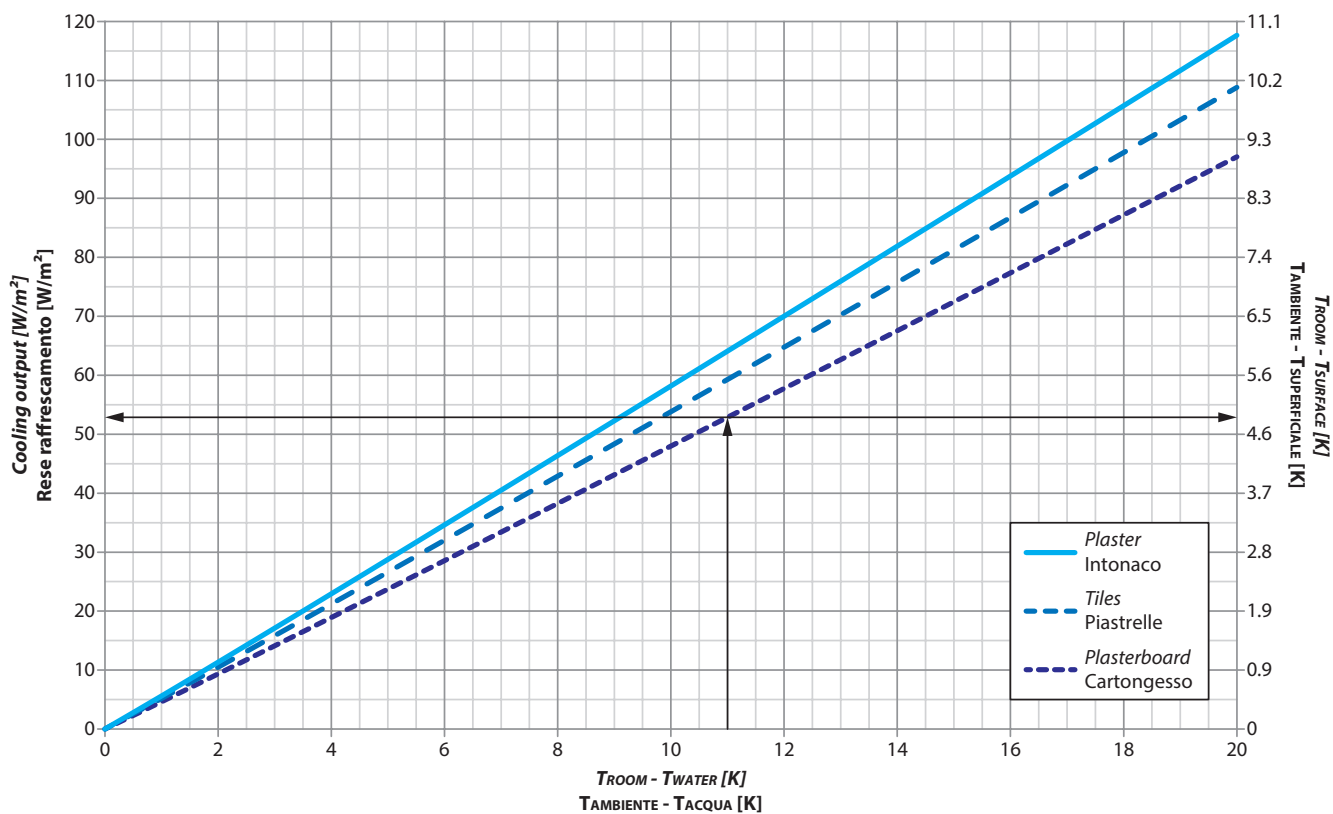
Ceiling heating output

Rese soffitto in riscaldamento



Ceiling cooling output

Rese soffitto in raffreddamento





For Bathrooms 1 and 2, corresponding to 80 [W/m²] we obtain a thermal drop of about 12.3°C between the room and the radiant surface.

The radiant ceiling temperature is:

$$\text{RAD. CEILING TEMPERATURE: } T_{\text{sur}} = T_{\text{room}} + 12.3 = 20 + 12.3 = 32.3^{\circ}\text{C}$$

Now we can calculate the temperature drop of the water in the individual elementary circuit:

$$\text{THERMAL DROP OF THE WATER: } \Delta T = (80 * 0.860) / 28 = 2.5^{\circ}\text{C}^*$$

Note: 0.860 is the conversion factor from W/m² → kCal/(h*m²) and 28 l/m² is the flow rate of the panel in relation to the unit area

Considering the mean temperature used previously in the calculations (38.5 °C), the flow temperature is:

$$\text{FLOW TEMPERATURE: } T_{\text{del}} = T_{\text{aver}} + \Delta T / 2 = 38.5 + 2.5 / 2 = 39.8^{\circ}\text{C}$$



NOTE: Bathroom 2 is actually heated partially with wall panels and thus, for more precise calculation of the areal flow emitted, the two parts must be summed.

One part concerns the power emitted by the ceiling:

No. 3 panels of size 2200x600, having a surface area of 3*1.32=4m² and a flow of 80 W/m², will emit 4*80=320 W; the surface temperature of the panel (from the diagram) is 12.3 °C higher than the room temperature, i.e., 20+12.3=32.3 °C.

No. 5 wall panels of size 1200x600 having a total surface area of 5*0.72=3.6 m² and with an areal flow of 98.6 W/m² (obtained from the diagram regarding the emission of a heating wall with water temperature of 18.5 °C higher than the room temperature) will emit into the room 3.6*98.6=355 W; the surface temperature of the panel (from the diagram) is 12.3 °C higher than the room temperature, i.e., 20+12.3=32.3 °C.

As a result, the system of Bathroom 2 emits: 320+355=675W instead of 609 W as stated in the table.

* This value does not take into consideration the heat loss behind the panel which can be approximated as 10% (see Chapter 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).



VERIFICATION OF THE DIMENSIONING FOR HEATING

Once the active surface has been calculated for the summer cooling, the dimensioning for heating should be verified. This means to check that the radiant panels are enough for the winter requirements in each room.

Using the same temperature of the water used for Bathrooms 1 and 2, with 80 [W/m²], we can calculate the power emitted in heating running:

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:

Heating output following the cooling dimensioning

Potenza emessa in caldo in seguito al dimensionamento in fresco

| ROOM | LOCALE | Panel Pannello 2200x600 | Panel Pannello 1200x600 | Panel Pannello 600x600 | Panelled surface area Superficie pannellata [m ²] | Power produced Potenza emessa [W] | Power demand Potenza richiesta [W] | Diff. Diff. [W] |
|---------------------|------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---|-----------------------------------|------------------------------------|-----------------|
| Kitchen/Living room | Cucina/Soggiorno | 18 | 19 | 10 | 41 | 3280 | 2743 | 537 |
| Passage | Disimpegno | 1 | 2 | - | 2.8 | 224 | 208 | 16 |
| Bathroom 1 | Bagno 1 | 3 | 5 | - | 7.6 | 675 | 557 | 118 |
| Bedroom 1 | Camera 1 | 5.5 | 5 | 5 | 12.7 | 1016 | 811 | 203 |
| Bathroom 2 | Bagno 2 | 3 | 5 | - | 7.6 | 675 | 609 | 66 |
| Bedroom 2 | Camera 2 | - | 14 | - | 10.1 | 684 | 684 | 124 |
| Wardrobe | Guardaroba | - | 5 | 5 | 5.4 | 405 | 405 | 27 |

The table above shows that the active area can compensate for the heat loss of each individual room: the power emitted is always greater than the required power.

Remember that if the emitted power is insufficient, it is possible to increase the temperature of the water, thereby increasing the areal flow (in this case 80 [W/m²]) available.

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.

BILL OF MATERIAL

The material used for the system in the example is listed below.

MATERIALE IMPIEGATO

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

Material used

Materiale impiegato

| U.M. | Q.ty Q.tà | Code Codice | Description | Descrizione |
|------|-----------|-------------|---|--|
| N° | 29 | 6102200 | Panel 2200 x 600 | Pannello 2200 x 600 |
| N° | 54 | 6101200 | Panel 1200 x 600 | Pannello 1200 x 600 |
| N° | 5 | 6100595 | Panel 600 x 600 | Pannello 600 x 600 |
| N° | 40 | 6100700 | Filling panel 2200 x 600 | Pannello di tamponamento 2200 x 600 |
| N° | 3 | 6210060 | Pair of Pre-insulated 4-way Distributors - open | Coppia distributori 4 Vie Preisolato-Passante |
| N° | 2 | 6210070 | Pair of Pre-insulated 4-way Distributors - closed | Coppia distributori 4 Vie Preisolato-Terminale |
| N° | 6 | 6210040 | Pair of Pre-insulated 8-way Distributors - open | Coppia distributori 8 Vie Preisolato-Passante |
| N° | 6 | 6210050 | Pair of Pre-insulated 8-way Distributors - closed | Coppia distributori 8 Vie Preisolato-Terminale |
| m | 100 | 6300620 | PB pipe diam. 20-16 + RED insulation | Tube PB diam. 20-16 + isolante ROSSO |
| m | 100 | 6310620 | PB pipe diam. 20-16 + BLUE insulation | Tube PB diam. 20-16 + isolante BLU |
| N° | 2 | 6603000 | Lubricant for Push-fit Pipe Fittings | Lubrificante per raccordi rapidi |
| N° | 1 | 6302009 | MAXI manifold 8+8 | Collettore MAXI 8+8 |
| N° | 1 | 6431080 | Cabinet 800x700x140 (up to 10 outlets) | Armadietto 800x700x140 (fino a 10 uscite) |
| N° | 1 | 6440032 | Air traps 1"1/4 | Separatore microbolle 1"1/4 |
| m | 150 | 6603010 | b!klimax Perimeter belt | Cornice perimetrale b!klimax |



NOTES - NOTE



bit.ly/rdzwebsite

FAG0BZ000AB.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 =**