

**Software** per  
**Architettura,**  
**Ingegneria**  
ed **Edilizia**

# CYPECAD MEP

Manuale dell'utente

**CYPE Ingenieros, S.A.**  
Avda. Eusebio Sempere, 5  
03003 **Alicante**  
Tel. (+34) 965 92 25 50  
Fax (+34) 965 12 49 50  
cype@cype.com

[www.cype.it](http://www.cype.it)

#### IMPORTANTE: QUESTO TESTO RICHIEDE LA SUA ATTENZIONE E LETTURA

L'informazione contenuta in questo documento è proprietà di CYPE Ingenieros S.A. e non può essere né riprodotta né trasferita in nessun modo e attraverso nessun mezzo, sia esso elettronico o meccanico, sotto nessuna circostanza, senza la previa autorizzazione scritta di CYPE Ingenieros S.A. L'infrazione dei diritti di proprietà intellettuale può rappresentare un reato (art. 270 e seguenti del Codice Penale).

Questo documento e l'informazione in esso contenuta sono parte integrante della documentazione che accompagna la Licenza d'Uso dei programmi informatici di CYPE Ingenieros S.A. e sono da essa inseparabili. Pertanto essa è protetta dalle stesse leggi e dagli stessi diritti.

Non dimentichi che dovrà leggere, comprendere ed accettare il Contratto di Licenza d'Uso del software di cui fa parte questa documentazione prima di utilizzare qualsiasi componente del prodotto. Se NON accetta i termini del Contratto di Licenza d'Uso, restituisca immediatamente il software e tutti gli elementi allegati al luogo in cui lo ha acquistato per ottenere un rimborso completo.

Questo manuale corrisponde alla versione del software denominata CYPECAD MEP da CYPE Ingenieros S.A. L'informazione contenuta in questo documento descrive sostanzialmente le caratteristiche e i metodi di gestione del programma o dei programmi che lo accompagnano. L'informazione contenuta in questo documento può essere stata modificata in seguito all'edizione stampata di questo libro senza previo avviso. Il software che accompagna questo documento può essere sottoposto a modifiche senza previo avviso.

CYPE Ingenieros S.A. dispone di altri servizi tra cui si trova il servizio Aggiornamenti che le consentirà di acquistare le ultime versioni del software e la relativa documentazione. Se presenta dubbi relativamente a questo scritto o al Contratto di Licenza d'Uso del software o desidera mettersi in contatto con CYPE Ingenieros S.A. può rivolgersi al suo Distributore Locale Autorizzato o al Dipartimento Post-vendita di CYPE Ingenieros S.A. al seguente indirizzo:

Avda. Eusebio Sempere, 5 • 03003 Alicante (Spagna) • Tel: +34 965 92 25 50 • Fax: +34 965 12 49 50 • [www.cype.com](http://www.cype.com)

© CYPE Ingenieros, S.A.

Pubblicato e stampato ad Alicante (Spagna)

Windows ® è un marchio registrato di Microsoft Corporation ®

<b>1. Interfaccia e descrizione del programma</b> . . . . .	<b>9</b>		
1.1. Accesso a CYPECAD MEP . . . . .	9		
1.1.1. Barra del titolo . . . . .	9		
1.1.2. Barra dei menu . . . . .	9		
1.2. Schermata principale di lavoro . . . . .	10		
1.2.1. Menu File . . . . .	10		
1.2.2. Menu Progetto . . . . .	10		
1.2.3. Menu Elementi costruttivi . . . . .	11		
1.2.4. Menu Locali . . . . .	11		
1.2.5. Menu Zone . . . . .	12		
1.2.6. Menu Unità d'uso . . . . .	12		
1.2.7. Menu Impianto . . . . .	12		
1.2.8. Menu Insieme di locali . . . . .	13		
1.2.9. Menu Vie di evacuazione . . . . .	13		
1.2.10. Menu FDS . . . . .	13		
1.2.11. Menu Risultati . . . . .	13		
1.2.12. Menu Modifica e Help . . . . .	14		
1.2.13. Prima barra degli strumenti . . . . .	14		
1.2.14. Seconda barra degli strumenti . . . . .	15		
1.2.15. Prima barra laterale . . . . .	16		
1.2.16. Seconda barra laterale . . . . .	16		
1.2.17. Barra delle linguette (tabs) . . . . .	16		
1.2.18. Barra informativa inferiore . . . . .	16		
1.3. Help del programma . . . . .	16		
1.3.1. Tasto F1 . . . . .	16		
1.3.2. Barra inferiore . . . . .	16		
1.3.3. Icona con il simbolo del punto interrogativo . . . . .	17		
1.3.4. Icona con il simbolo del libro . . . . .	17		
1.3.5. Guida rapida . . . . .	17		
1.3.6. Esempi implementati . . . . .	17		
<b>2. Creazione e sviluppo di un progetto</b> . . . . .	<b>18</b>		
2.1. Passi da seguire per la creazione di un nuovo progetto . . . . .	18		
2.1.1. Importazione di un file in formato IFC . . . . .	19		
2.1.2. Informazioni inerenti ai dati generali del progetto all'interno dell'assistente . . . . .	20		
2.1.3. Importazione di modelli di disegno . . . . .	22		
2.2. Dati generali del progetto . . . . .	25		
2.2.1. Tipo di edificio . . . . .	25		
2.2.2. Unità d'uso . . . . .	25		
2.2.3. Dati generali . . . . .	26		
2.2.4. Selezione di materiali e apparecchiature . . . . .	27		
2.2.5. Orientamento . . . . .	28		
2.2.6. Piani/Gruppi . . . . .	29		
2.2.7. Copiare gruppo . . . . .	29		
2.2.8. Spostare l'edificio completo . . . . .	29		
2.2.9. Viste 3D . . . . .	30		
2.3. Modellazione dell'edificio e degli elementi costruttivi . . . . .	31		
2.3.1. Selezione degli elementi costruttivi . . . . .	32		
2.3.2. Creazione manuale degli elementi costruttivi . . . . .	33		
2.3.3. Introduzione degli elementi costruttivi . . . . .	37		
2.4. Definizione e inserimento di locali . . . . .	38		
2.4.1. Creazione di un nuovo locale . . . . .	38		

2.5. Unità d'uso	42	4.3.1. Muri e partizioni	92
2.5.1. Definizione delle unità d'uso	42	4.3.2. Solai	93
2.5.2. Esempio di edificio adibito ad uso residenziale	42	4.3.3. Aperture	94
2.5.3. Esempio di edificio adibito ad uso commerciale e uffici	42	4.4. Menu Impianto	94
2.5.4. Assegnazione di un'unità d'uso	43	4.5. Calcolo e risultati dello studio acustico	95
2.5.5. Eliminazione di un'unità d'uso	44	4.5.1. Messaggi di errore in output	95
2.5.6. Visualizzazione e modifica delle unità d'uso introdotte	44	4.5.2. Risultati in output	95
<b>3. Studio termico</b>	<b>45</b>	4.5.3. Output delle trasmissioni acustiche indirette	108
3.1. Dominio di applicazione e quadro normativo	45	4.5.4. Relazioni	109
3.2. Dati generali del progetto	45	4.5.5. Disegni esecutivi	109
3.2.1. Dati relativi al sito	45	<b>5. Studio di climatizzazione</b>	<b>110</b>
3.3. Ulteriori funzioni del programma	46	5.1. Dominio di applicazione e quadro normativo	110
3.3.1. Ponti termici lineari	47	5.2. Dati generali del progetto	110
3.3.2. Ruttori termici di solai	49	5.2.1. Calcolo dei carichi	111
3.4. Definizione di Zone per lo studio termico	49	5.2.2. Condizioni climatiche	112
3.4.1. Zone	49	5.2.3. Dati relativi al sito	112
3.4.2. Definizione di un sistema	50	5.3. Ulteriori proprietà dell'edificio	112
3.4.3. Definizione del sistema di ventilazione	63	5.3.1. Dati aggiuntivi per le facciate	112
3.5. Calcolo e risultati dello studio termico	64	5.3.2. Dati aggiuntivi per le aperture	113
3.5.1. Messaggi di errore in output	64	5.4. Menu Impianto	114
3.5.2. Risultati in output	65	5.4.1. Impianti di riscaldamento, di climatizzazione e di raffrescamento in CYPECAD MEP	115
3.5.3. Visualizzazione dei ponti termici	87	5.4.2. Creazione e selezione degli elementi di un impianto	124
3.5.5. Disegni esecutivi	89	5.4.3. Inserimento degli elementi di un impianto	126
<b>4. Studio acustico</b>	<b>91</b>	5.5. Insieme di locali	126
4.1. Dominio di applicazione e quadro normativo	91	5.6. Calcolo e risultati dello studio di climatizzazione	126
4.2. Dati generali del progetto	91	5.6.1. Verifiche e dimensionamento	126
4.3. Ulteriori funzioni del programma	92		

5.6.2. Messaggi di errore in output	127
5.6.3. Risultati in output	127
5.6.4. Visualizzazione dei ponti termici	133
5.6.5. Esportazione in EnergyPlus	133
5.6.6. Relazioni	133
5.6.7. Disegni esecutivi	133
<b>6. Studio d'incendio (FDS)</b>	<b>134</b>
6.1. Dominio di applicazione e metodo di calcolo impiegato	134
6.2. Dati generali del progetto	134
6.2.1. Dimensione della cella per la discretizzazione	134
6.2.2. Durata della simulazione	135
6.3. Dati supplementari per la conduzione della simulazione	135
6.3.1. Carichi del fuoco	135
6.3.2. Elemento da cui scaturisce l'incendio	136
6.3.3. Locali da includere nella simulazione	137
6.3.4. Sistema di rilevazione e allarme	137
6.3.5. Elementi di protezione antincendio	138
6.3.6. Vie di evacuazione	139
6.4. Scenari di calcolo	140
6.4.1. Gli scenari	140
6.4.2. Comportamento delle aperture	140
6.5. Visualizzatore 3D: Visual Smoke	141
6.5.1. Tasti di accesso rapido	141
6.5.2. Caricare elementi grafici	142
6.5.3. Evoluzione delle temperature	142



## Presentazione

*CYPECAD MEP è un programma concepito per eseguire contemporaneamente gli studi acustico, termico e di climatizzazione di edifici a partire da una modellazione comune del progetto. La struttura può essere modellata automaticamente, mediante importazione di file IFC (Industry Foundation Classes, generati da programmi CAD/BIM), o manualmente, con la possibilità di utilizzare modelli in formato DXF, DWG, JPEG, JPG, BMP, WMF, EMF, PCX.*

*Una volta inserita la struttura e definiti i dati necessari per l'esecuzione dei suddetti studi, il programma realizza i calcoli e le verifiche inerenti a:*

- *Studio della conformità alle prescrizioni contemplate in normative termiche*
- *Studio della conformità alle specifiche contenute in normative acustiche*
- *Calcolo dei carichi termici invernali ed estivi*
- *Tracciato e dimensionamento degli impianti di riscaldamento/climatizzazione*
- *Simulazione dinamica di incendi (propagazione delle fiamme e dei fumi)*



# 1. Interfaccia e descrizione del programma

## 1.1. Accesso a CYPECAD MEP

Dopo aver installato una qualsiasi versione dei programmi, l'utente può scegliere se installare un singolo programma oppure tutti i programmi CYPE; in entrambi i casi, si crea una cartella sul disco duro e, nel caso in cui non si abbia creato sul desktop un'icona per l'accesso diretto ai programmi, è possibile avviare il programma dalla cartella in questione.

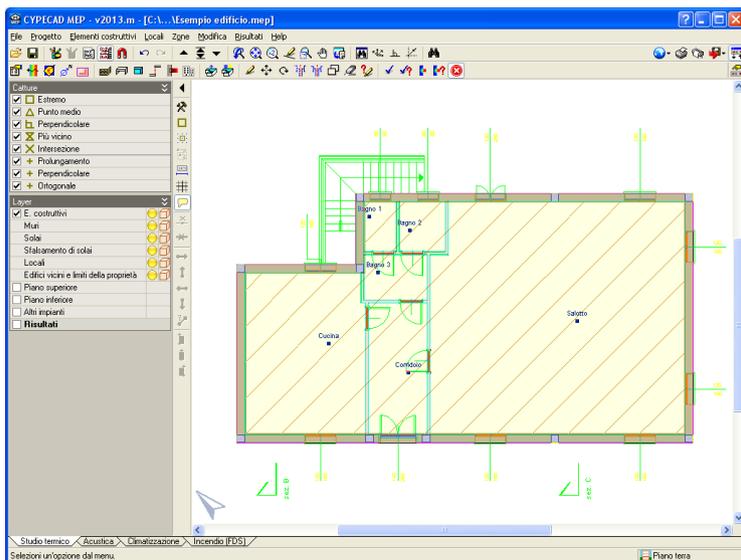


Fig. 1.1

La schermata di lavoro di CYPECAD MEP consta di più barre degli strumenti in cui sono ubicate tutte le opzioni e i comandi contemplati dal programma.

### 1.1.1. Barra del titolo

- Nella parte sinistra della barra del titolo, di colore blu, è riportato il nome del programma seguito dalla sua versione, dalla lettera identificativa dell'aggiornamento, dalla directory in cui si è salvato il progetto su cui si sta lavorando e dal suo nome.

**CYPECAD MEP - v2013.m - [C:\...\Esempio edificio.mep]**

Fig. 1.2

- Nella parte destra della barra del titolo sono situate le icone che identificano rispettivamente le opzioni help (icona con il simbolo del punto interrogativo, la cui funzionalità è illustrata più dettagliatamente al §1.3), ingrandire, ridurre a icona e chiudere.



Fig. 1.3

### 1.1.2. Barra dei menu

Al di sotto della barra del titolo è ubicata la barra dei menu, che varia in funzione della linguetta rappresentativa del tipo di studio su cui si è cliccato:

#### Linguetta Studio Termico

File Progetto Elementi costruttivi Locali Zone Modifica Risultati Help

Fig. 1.4

#### Linguetta Acustica

File Progetto Elementi costruttivi Locali Unità d'uso Impianto Modifica Risultati Help

Fig. 1.5

#### Linguetta Climatizzazione

File Progetto Elementi costruttivi Locali Impianto Insieme di locali Modifica Risultati Help

Fig. 1.6

## Linguetta Incendio (FDS)

File Progetto Elementi costruttivi Locali Impianto Vie di evacuazione FDS Modifica Help

Fig. 1.7

## 1.2. Schermata principale di lavoro

Nel seguito si illustrano in maniera generale i vari menu contemplati dal programma, alcuni dei quali sono condivisi da due o più linguette, mentre altri variano in funzione del tipo di studio in cui ci si trova.

### 1.2.1. Menu File

Il menu in questione e le opzioni in esso contenute sono comuni a tutti i tipi di studio realizzabili. In particolare, è possibile creare un nuovo progetto o accedere ad un insieme di progetti generati dall'utente o salvati di default nel programma mediante l'opzione **Gestione file**, che, inoltre, permette di copiare, cancellare, comprimere, decomprimere, inviare e condividere un file e di accedere a una serie di esempi pratici di calcolo sviluppati da CYPE.

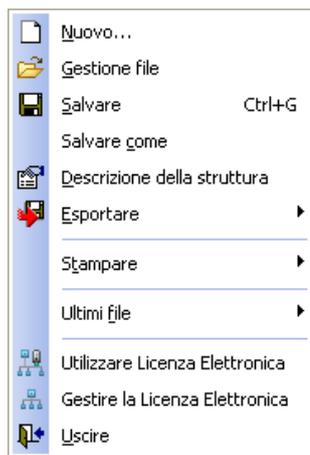


Fig. 1.8. Menu "File" comune a tutte le linguette di CYPECAD MEP

### 1.2.2. Menu Progetto

Anche tale menu è condiviso da tutte le linguette identificate dei vari tipi di studio contemplati dal programma, nonostante alcune opzioni (prima su tutte, **Dati generali**), varino in funzione della linguetta in cui ci si trovi. Esso consente di accedere nuovamente a tutti i dati definiti inizialmente nella procedura guidata offerta dall'assistente per la creazione di un nuovo progetto (vedi §2.1.2). In ogni caso, tutti i dati necessari alla definizione del progetto possono essere completati o modificati in qualsiasi momento, per cui non è obbligatorio definirli nel momento in cui si crea un progetto.



Fig. 1.9. Menu "Progetto" nella linguetta "Studio termico"



Fig. 1.10. Menu "Progetto" nella linguetta "Acustica"



Fig. 1.11. Menu "Progetto" nella linguetta "Climatizzazione"



Fig. 1.12. Menu "Progetto" nella linguetta "Incendio (FDS)"

### 1.2.3. Menu Elementi costruttivi

Contiene le medesime opzioni indipendentemente dal tipo di studio selezionato; consente di definire i vari elementi strutturali costituenti l'edificio (chiusure verticali, tramezzi, muri controterra, solai controterra, solai d'interpiano, coperture piane, coperture inclinate, finestre, porte, ecc.) e di impostare i ponti termici ed altri parametri importanti del

progetto. Permette inoltre di definire edifici vicini e altri ostacoli al fine di tenere in considerazione la reale incidenza dei raggi solari per la determinazione delle ombre sull'edificio.



Fig. 1.13. Menu "Elementi costruttivi" comune a tutte le linguette

### 1.2.4. Menu Locali

Anche il menu in questione e le opzioni in esso comprese sono analoghe in tutte le linguette contemplate dal programma. Terminato l'inserimento dell'edificio, prima di avviare qualsiasi procedura di calcolo è necessario definire i locali ed assegnarli agli spazi corrispondenti. Le opzioni ubicate nel menu in esame permettono inoltre di definire rivestimenti per pareti, pavimenti e soffitti nel caso in cui tale operazione non sia stata eseguita in precedenza al momento di specificare gli elementi costruttivi.



Fig. 1.14. Menu "Locali" comune a tutte le linguette

## 1.2.5. Menu Zone

Compare unicamente nella linguetta corrispondente allo studio termico. Consente di assegnare una o più zone ai locali appartenenti a uno o più piani ai fini del calcolo termico e impiantistico (climatizzazione).

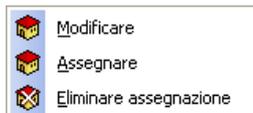


Fig. 1.15. Menu "Zone" nella linguetta "Studio termico"

## 1.2.6. Menu Unità d'uso

È presente solamente nella linguetta **Acustica**; la sua funzionalità è la medesima dell'opzione sopra illustrata. Una volta definiti i locali dell'edificio, tramite tale opzione è possibile attribuire loro una o diverse unità d'uso.

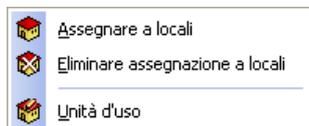


Fig. 1.16. Menu "Unità d'uso" nella linguetta "Acustica"

## 1.2.7. Menu Impianto

Compare nelle linguette associate allo studio acustico, di climatizzazione e alla simulazione dinamica di incendi. A seconda del tipo di studio, il menu in esame contiene opzioni differenti tra di loro, analogamente a quanto illustrato nelle figure seguenti:



Fig. 1.17. Menu "Impianto" nella linguetta "Acustica"



Fig. 1.18. Menu "Impianto" nella linguetta "Climatizzazione"



Fig. 1.19. Menu “Impianto” nella linguetta “Incendio (FDS)”

In linea del tutto generale, permette di introdurre all'interno dei vari locali definite tipologie specifiche di impianti, le cui caratteristiche sono illustrate nel seguito in maniera maggiormente dettagliata.

### 1.2.8. Menu Insieme di locali

È contemplato unicamente nella linguetta **Climatizzazione**.

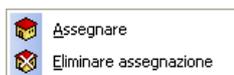


Fig. 1.20. Menu “Insieme di locali” nella linguetta “Climatizzazione”

Consente semplicemente di raggruppare i locali in un medesimo insieme al fine di ottenere risultati di natura globale.

### 1.2.9. Menu Vie di evacuazione

È presente solamente nella linguetta **Incendio (FDS)**.



Fig. 1.21. Menu “Vie di evacuazione” nella linguetta “Incendio (FDS)”

Permette di definire il/i percorso/i di evacuazione che devono seguire le persone occupanti l'edificio in seguito al verificarsi di un incendio. Una parte dei risultati forniti in output dal programma è focalizzata sul tempo durante il quale la zona in cui è scoppiato l'incendio rimane inagibile per il personale dell'edificio.

### 1.2.10. Menu FDS

Compare unicamente nella linguetta **Incendio (FDS)**.

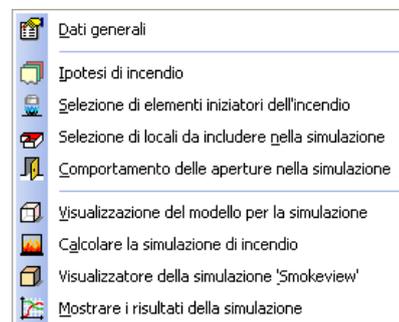


Fig. 1.22. Menu “FDS” nella linguetta “Incendio (FDS)”

Consente di impostare i dati generali della simulazione (dimensione delle celle per la discretizzazione, durata), le ipotesi di incendio, lo stato di apertura o di chiusura di porte e finestre, di selezionare gli elementi da cui scaturisce l'incendio e i locali da includere nella simulazione. Permette di avviare la simulazione dinamica di incendi, di visualizzare il modello a elementi finiti generato in **Smokeview** (visualizzatore grafico della propagazione di fiamme e fumi) e di consultare i risultati della simulazione stessa.

### 1.2.11. Menu Risultati

È presente nelle linguette **Studio termico**, **Acustica** e **Climatizzazione**, mentre è sostituito dal menu **FDS** nella linguetta **Incendio (FDS)**.

A seconda del tipo di studio in cui ci si trova, contiene una serie di opzioni diverse tra di loro, come illustrato nelle figure seguenti:



Fig. 1.23. Menu "Risultati" nella linguetta "Studio termico"

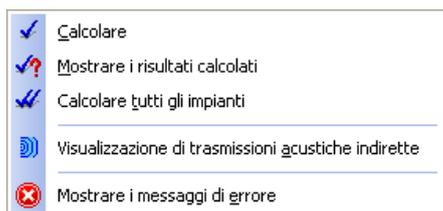


Fig. 1.24. Menu "Risultati" nella linguetta "Acustica"

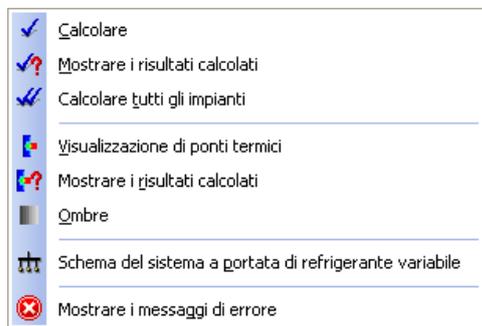


Fig. 1.25. Menu "Risultati" nella linguetta "Climatizzazione"

## 1.2.12. Menu Modifica e Help

Sono contenuti in tutte e quattro le linguette contemplate dal programma. Le opzioni in essi presenti sono le medesi-

me per tutti gli studi realizzabili. In particolare, il menu **Modifica** permette di editare, spostare, ruotare, e cancellare tutti gli elementi costruttivi definiti durante la modellazione dell'edificio, mentre il menu **Help** contiene una serie di documenti, tra cui la documentazione del programma, una guida rapida, il contratto di licenza dei programmi, la clausola di responsabilità, il manuale dell'utente e un esempio pratico di calcolo.



Fig.1.26. Menu "Modifica" comune a tutte le linguette

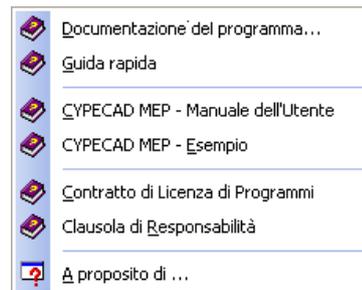


Fig. 1.27. Menu "Help" comune a tutte le linguette

## 1.2.13. Prima barra degli strumenti

- Nella parte sinistra sono presenti:
  - Una serie di opzioni che consentono di gestire ed amministrare file (**Gestione file** , **Salvare** ).

- Alcuni comandi che permettono di impostare il disegno e i modelli DWG/DXF/IFC importati (**Modificare risorse** , **Risorse di edizione on/off** , **Modificare modelli** , **Modificare viste** , **Catture su modelli** ).
- Le opzioni **Annullare**  e **Ripetere**  (Undo/Redo).
- I comandi grazie a cui è possibile passare da un piano a un altro (**Spostarsi di un gruppo verso l'alto** , **Andare al gruppo** , **Spostarsi di un gruppo verso il basso** ).
- Le opzioni di visualizzazione su schermo (**Finestra precedente** , **Finestra completa** , **Finestra doppia** , **Ridisegnare** , **Zoom cliccando sullo schermo** , **Spostare immagine** , **Stampare la vista corrente** ).
- Comandi di aiuto al disegno (**Rotazione della direzione di disegno** , **Ortagonale On/Off** , **Attivazione dell'inserimento per coordinate** ).



Fig.1.28. Icone presenti nella parte sinistra della prima barra degli strumenti

- Nella parte destra sono presenti:
  - Alcune opzioni generali cui si accede spiegando il menu con il simbolo del mondo  (**Unità** , **Stampante** , **Stili dei documenti** , **Invio di progetti** , **Disegni esecutivi** , **Dettagli** , **Annullare/Ripetere** , **Colore dello sfondo** , **Colori per rappresentazione di iso-valori** ).
  - Comandi di accesso rapido alle relazioni e ai disegni esecutivi del progetto (rispettivamente  e ).
  - Un'opzione che consente di esportare il progetto in altri formati o in altri programmi .
  - Due comandi che permettono di mostrare o nascondere rispettivamente la seconda toolbar  e la barra dei menu .



Fig. 1.29. Icone presenti nella parte destra della seconda barra degli strumenti

## 1.2.14. Seconda barra degli strumenti

Contiene:

- **A sinistra:**
    - Le icone di accesso rapido a tutte le opzioni appena menzionate ubicate nella prima toolbar
- 
- **A destra:**
    - Un'icona grazie a cui è possibile configurare la barra degli strumenti .

### 1.2.15. Prima barra laterale

Sono qui ubicate una serie di opzioni di snap che si possono eseguire sul modello importato o modificato (**Estremo** , **Punto medio** , **Perpendicolare** , **Più vicino** , **Intersezione** , **Prolungamento** , **Perpendicolare** e **Ortagonale**) e una serie di opzioni che permettono di attivare o meno la visibilità dei layer corrispondenti agli elementi costruttivi introdotti (**Impianto**, **Apparecchiature**, **Condotti di climatizzazione**, **Elementi costruttivi**, **Muri**, **Solai**, **Sfalsamento di solai**, **Locali**, **Edifici vicini e limiti della proprietà**, **Piano superiore**, **Piano inferiore**, **Altri piani**, **Risultati**).

### 1.2.16. Seconda barra laterale

Contiene una serie di opzioni specifiche che consentono di operare sul modello importato (**Nascondere il pannello laterale** , **Configurazione** , **Riferimento a oggetti** , **Posizionare il cursore sulla maglia di punti definita attraverso l'opzione "Inserimento per coordinate"** , **Ripetere l'ultima selezione** , **Quotare un elemento al momento della sua introduzione** , **Disegnare la griglia** , **Visualizzare testi di informazione** , **Cancellare l'ultimo punto inserito** , **Cancellare tutti i punti inseriti** ).

### 1.2.17. Barra delle linguette (tabs)



Fig. 1.30. Barra delle linguette

È ubicata nella parte inferiore della schermata di lavoro; consente all'utente di passare da una tipologia di studio a un'altra, mantenendo i dati specificati e gli elementi costruttivi inseriti fino a quel momento.

### 1.2.18. Barra informativa inferiore

- Dopo aver cliccato su un'opzione qualsiasi, nell'angolo inferiore sinistro della schermata di lavoro compare un messaggio che fornisce informazioni circa l'opzione selezionata.
- Nella parte inferiore destra della schermata di lavoro si riporta il nome del piano in cui ci si trova  **Sottotetto**.

I programmi CYPE contengono una serie di help, consultabili direttamente su schermo, che forniscono assistenza relativamente al funzionamento dei menu e delle opzioni in essi contenute. Per ottenere maggiori informazioni al riguardo, si rimanda al **§1.3**.

## 1.3. Help del programma

### 1.3.1. Tasto F1

Al fine di poter consultare informazioni esplicative circa una qualsiasi opzione di un qualsivoglia menu, è necessario aprire il menu in questione, posizionare il cursore sull'opzione desiderata (senza cliccare su di essa) e premere il tasto F1.

### 1.3.2. Barra inferiore

Dopo aver selezionato un'opzione qualunque, nella barra inferiore del programma (più precisamente al di sotto della barra delle linguette) appare un testo che illustra i passi da seguire per il suo corretto uso.

Se un'opzione non è stata attivata, è in ogni caso possibile consultarne l'help corrispondente cliccando il tasto sinistro del mouse sulla parte inferiore sinistra della schermata di lavoro in corrispondenza del testo "Selezioni un'opzione dal menu".

### 1.3.3. Icona con il simbolo del punto interrogativo

Nell'angolo superiore destro della barra del titolo è situata un'icona raffigurante il punto interrogativo, tramite cui è possibile ottenere help specifico relativamente a una qualsiasi opzione. La procedura da seguire è la seguente: cliccare sull'icona in questione, aprire il menu nel quale è ubicata l'opzione di cui si desidera ottenere informazioni e, infine, cliccare su di essa. A questo punto, compare un riquadro contenente l'informazione richiesta, che coincide esattamente con quella mostrata dopo aver premuto il tasto **F1**.

L'help in esame può essere disattivato in tre modi differenti: cliccando il tasto destro del mouse sull'icona di cui si è richiesto aiuto, cliccando il tasto sinistro del mouse sull'icona con il simbolo del punto interrogativo o premendo il tasto **Esc**.

Dopo aver cliccato sull'icona raffigurante il punto interrogativo, tutte le opzioni per le quali l'help in questione è disponibile si mostrano delimitate da un quadrato blu; a questo punto, cliccando su di esse, è possibile consultare l'informazione desiderata.

### 1.3.4. Icona con il simbolo del libro

Dopo aver selezionato alcune opzioni, si apre un riquadro di dialogo in cui, nella parte destra della barra del titolo, è situata un'icona con il simbolo di un libro aperto, che permette di accedere alle informazioni generali della finestra in cui compare.

### 1.3.5. Guida rapida

È possibile consultare e stampare le medesime informazioni, relative alle opzioni contenute nei vari menu cui si

può accedere cliccando sul tasto **F1**, mediante l'opzione **Guida rapida** ubicata nel menu **Help**. Gli help in questione sono quelli corrispondenti alle opzioni situate all'interno della linguetta in cui ci si trova.

Gli help localizzati nei riquadri di dialogo e quelli contenuti all'interno della **Guida rapida** sono differenti.

### 1.3.6. Esempi implementati

Il programma contiene una serie di esempi che si possono aprire e modificare seguendo tale percorso: **File > Gestione file >** cliccare su **Esempi >** selezionare l'esempio che si desidera aprire.

Gli esempi a disposizione sono:

- Esempio geotermia (Climatizzazione): esempio di edificio adibito ad uso amministrativo con pompa di calore geotermica.
- Sistema a pavimento radiante (Climatizzazione): esempio di edificio adibito ad uso residenziale con riscaldamento mediante pavimento radiante.
- Esempio VRF (Climatizzazione): esempio di edificio adibito ad uso residenziale ed amministrativo con sistema di climatizzazione VRF.

## 2. Creazione e sviluppo di un progetto

### 2.1. Passi da seguire per la creazione di un nuovo progetto

Al fine di creare un nuovo progetto, una volta aperto il programma, si deve cliccare nella schermata principale sull'opzione **Nuovo** del menu **File**. Si apre quindi il riquadro di dialogo **Nuovo progetto** (Fig.2.1), nel quale è possibile selezionare la directory in cui si ha intenzione di salvarlo, attribuirgli un nome (obbligatorio) e una descrizione (facoltativa).



Fig. 2.1

Dopo aver cliccato su **Accettare**, compare il riquadro di dialogo sotto illustrato:

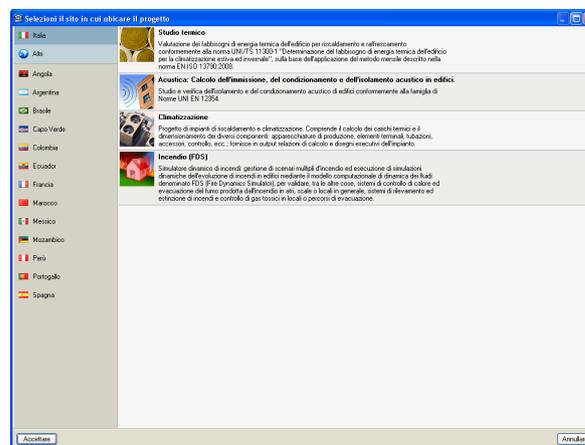


Fig. 2.2

Bisogna qui scegliere il Paese in cui si desidera lavorare; il programma mostra i tipi di studio disponibili a seconda del Paese selezionato. Le opzioni specifiche relative a ciascun tipo di studio sono illustrate nei capitoli da 3 a 6.

Una volta accettato il dialogo, si apre la seguente finestra:



Fig. 2.3

In essa si deve indicare se si desidera creare un progetto ex-novo (liberamente) o a partire dall'importazione di un modello CAD/BIM.

### 2.1.1. Importazione di un file in formato IFC

Nel caso in cui la scelta ricada sulla seconda opzione, è possibile usufruire di un assistente che, mediante una procedura guidata, consente all'utente di selezionare il file da importare e di completare i dati necessari per il suo utilizzo in CYPECAD MEP.

Dopo aver selezionato il file che si desidera importare, il programma ne mostra un'anteprima.

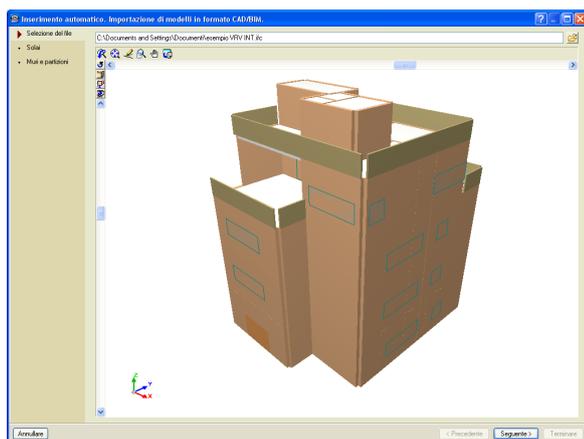


Fig. 2.4

Cliccando su **Seguente**, si passa a dover specificare i tipi di elementi costruttivi che si desiderano utilizzare per la modellazione dell'edificio (solai, muri e partizioni). Per ottenere maggiori informazioni circa la gestione del presente riquadro di dialogo, si rimanda al §2.3.

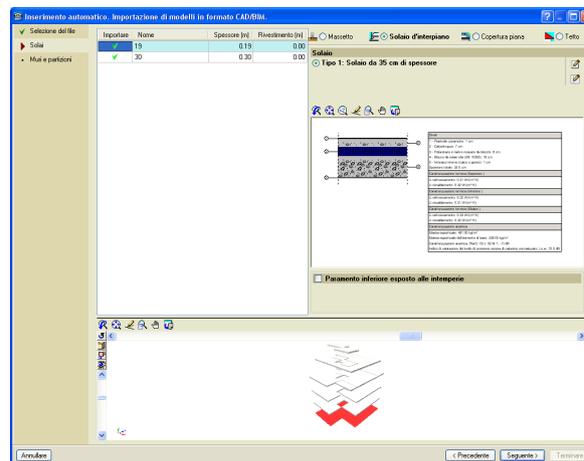


Fig. 2.5

Il passo successivo consiste nel selezionare gli elementi dei solai che si desiderano importare; cliccando sui pulsanti che si mostrano nella colonna **Importare**, a seconda che un elemento sia stato o meno importato, compaiono alternativamente i simboli ✓ e ✗.

In seguito, a ciascun solaio contemplato dal file IFC si deve assegnare un tipo definito in precedenza; nella stessa finestra, è inoltre possibile creare nuovi tipi. Per ottenere maggiori informazioni al riguardo, si rimanda al §2.3.

Per assegnare un tipo a un solaio, è necessario, in primo luogo, cliccare sul solaio desiderato; dopo aver selezionato un elemento dalla tabella riportata nella parte sinistra del riquadro di dialogo in esame, esso compare evidenziato in rosso nel disegno ubicato nella parte inferiore e il suo nome evidenziato in celeste nella tabella riportata a sinistra.

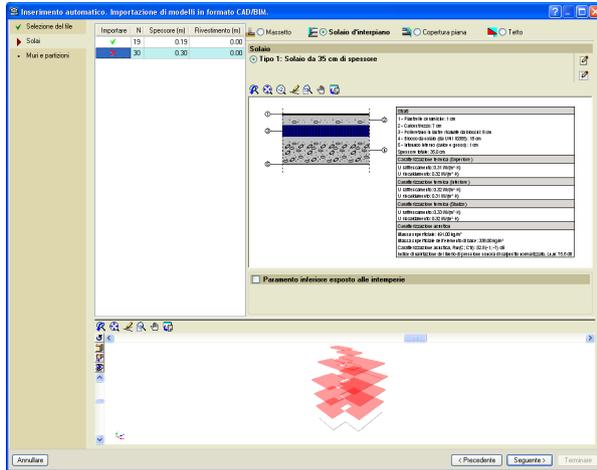


Fig. 2.6

Analogamente a quanto appena illustrato per i solai, si devono completare i dati corrispondenti ai muri e alle partizioni.

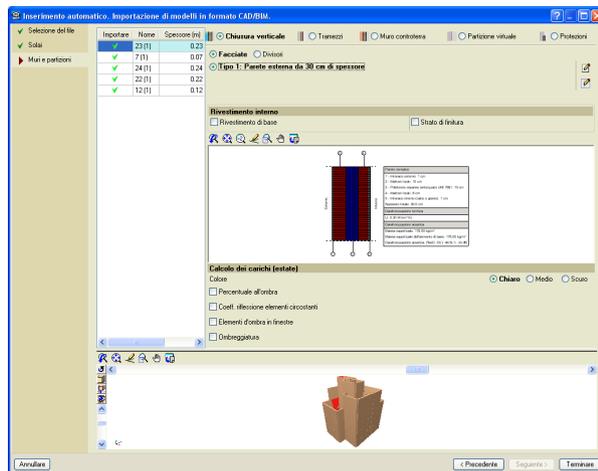


Fig. 2.7

Tutti i dati indicati possono essere modificati in qualsiasi momento (anche a progetto in corso).

## 2.1.2. Informazioni inerenti ai dati generali del progetto all'interno dell'assistente

Indipendentemente dal fatto che si sia scelto di creare un progetto ex-novo o a partire dall'importazione di un file in formato IFC, dopo aver attribuitogli un nome e un'eventuale descrizione, si apre un assistente che, mediante una procedura guidata, consente di agevolare l'introduzione dei dati generali del progetto.

1. Il primo passo consiste nello scegliere il tipo di edificio oggetto di studio; a tale scopo, bisogna cliccare sulla tipologia di edificio desiderata tra quelle contemplate dal programma:

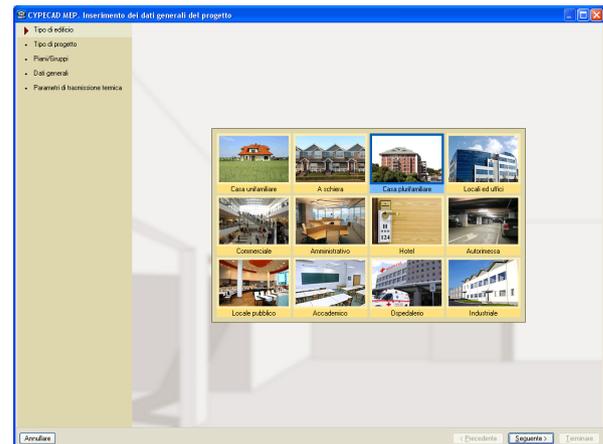


Fig. 2.8

2. Dopo aver cliccato su **Seguente**, si passa a dover indicare il tipo di studio, tra quelli disponibili, con cui si desidera iniziare a lavorare. Da questa scelta dipende la finestra che compare in seguito. In ogni caso, è possibile passare da una tipologia di studio a un'altra cliccando sulla linguetta corrispondente, ubicata, conformemente a quanto illustrato in precedenza, nella barra inferiore della schermata principale di lavoro del programma.

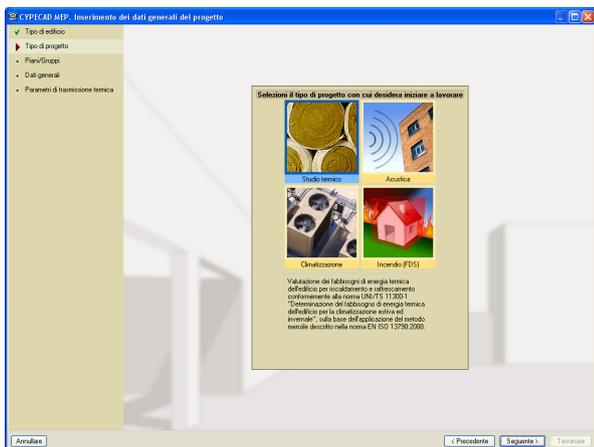


Fig. 2.9

3. Il passo successivo consiste nello stabilire la geometria in elevazione dell'edificio, definendo il/i piano/i (o il/i gruppo/i di piani) interrato/i e fuori terra e la loro corrispondente altezza. Si noti che l'altezza d'interpiano in CYPECAD MEP coincide con la distanza tra il solaio calpestabile del piano inferiore e il solaio calpestabile del piano immediatamente superiore.

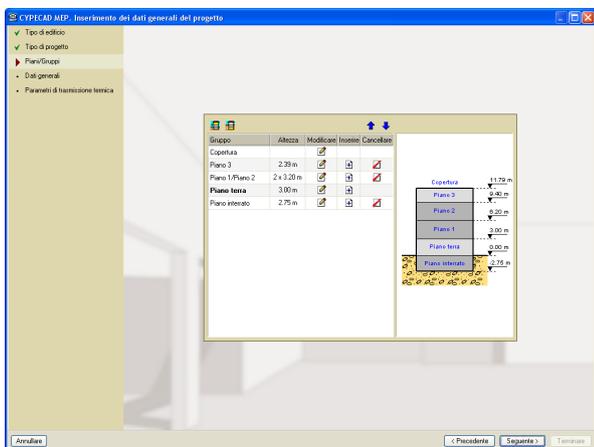


Fig. 2.10

4. Nella seguente finestra bisogna definire i dati specifici per la tipologia di studio scelta; il contenuto del presente riquadro di dialogo varia in funzione del tipo di studio selezionato al punto 2.

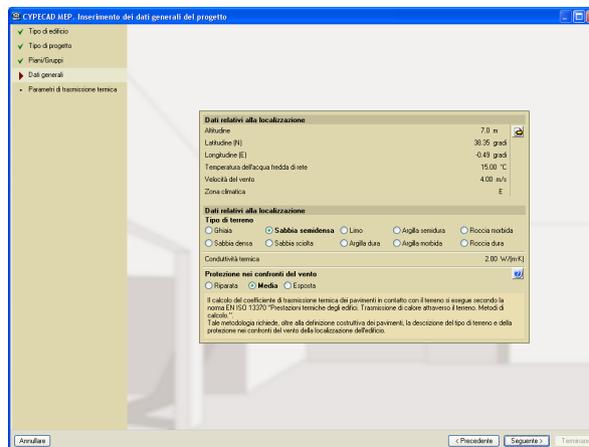


Fig. 2.11. Riquadro di dialogo “Dati generali” corrispondente a “Studio termico”



Fig. 2.12. Riquadro di dialogo “Dati generali” corrispondente ad “Acustica”

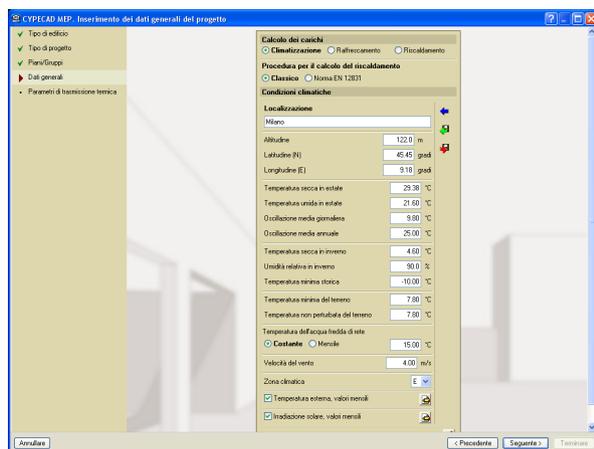


Fig. 2.13. Riquadro di dialogo “Dati generali” corrispondente a “Climatizzazione”

- Nel caso in cui la scelta del tipo di studio con cui iniziare a lavorare sia ricaduta su **Studio termico** o **Climatizzazione**, è prevista un'ulteriore finestra, **Parametri di trasmissione termica**, in cui il programma mostra i parametri oggetti del calcolo e le corrispondenti normative di riferimento impiegate per la loro determinazione.

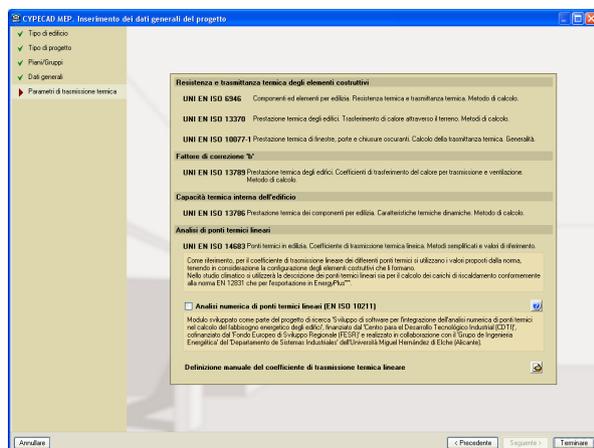


Fig. 2.14

A questo punto, prima di accedere alla schermata principale di lavoro di CYPECAD MEP, compare un riquadro di dialogo in cui si chiede se si desiderano importare modelli di disegno:

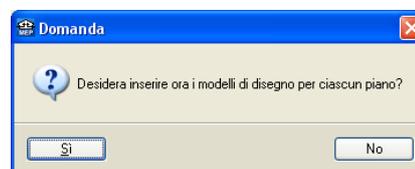


Fig. 2.15

### 2.1.3. Importazione di modelli di disegno

Il software permette di avvalersi di modelli di disegno in formato CAD (DXF/DWG), BIM (IFC) o di immagini JPG, JPEG, BMP, WMF, EMF da utilizzare come lucidi, in modo tale da agevolare notevolmente l'inserimento degli elementi costruttivi e, pertanto, la modellazione dell'edificio.

Se si risponde affermativamente alla domanda riportata in Fig. 2.15, si viene direttamente indirizzati nella finestra **Gestione di viste di modelli**, in cui è possibile importare e configurare gli stessi. In caso contrario, si viene indirizzati direttamente nella schermata principale di lavoro di CYPECAD MEP corrispondente al tipo di studio selezionato al punto 2 del paragrafo precedente (**Studio termico**, **Acustica**, **Climatizzazione** o **Incendio (FDS)**).

Oltre alla procedura appena esposta, al fine di importare un file in formato DXF o DWG si può cliccare sull'icona  ubicata nella prima barra degli strumenti. In ambedue i casi, si apre il riquadro di dialogo **Gestione di viste di modelli**.

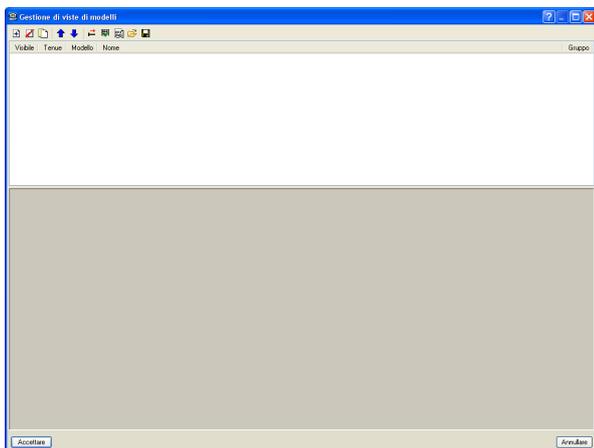


Fig. 2.16

Per importare il/i file desiderato/i bisogna cliccare sull'icona , operazione mediante cui compare il riquadro di dialogo **Selezione dei modelli da leggere** che permette di selezionare il/i file da importare.

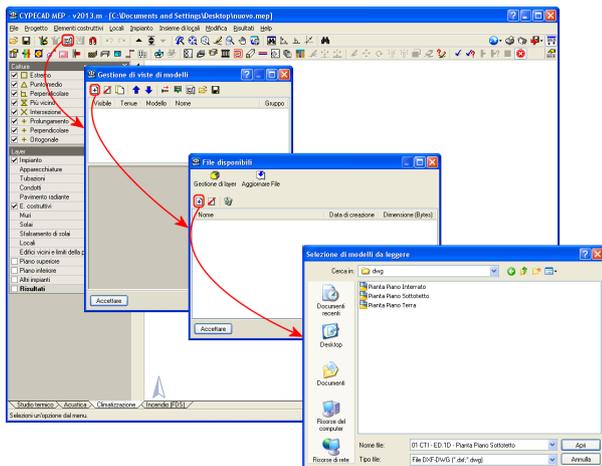


Fig. 2.17

Una volta selezionati i file desiderati, la finestra **Gestione di viste di modelli** assume l'aspetto riportato nella figura seguente:

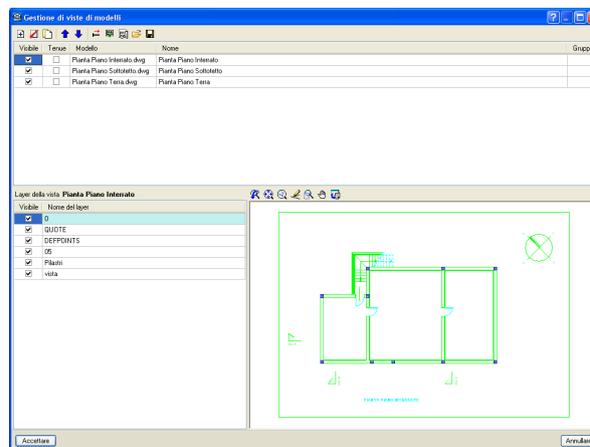


Fig. 2.18

L'elenco dei file importati è ubicato nella parte superiore della finestra di dialogo. Quando un file è evidenziato in celeste, significa che è selezionato; i layer in esso contenuti si riportano nella parte inferiore sinistra del riquadro di dialogo.

È possibile eseguire una serie di operazioni sui file selezionati, tra cui modificarli (cliccandoci sopra), rendere o meno visibile ciascun layer (cliccando sulla casella ubicata a sinistra del nome del layer che si desidera o meno attivare), ecc. A destra dei layer, si visualizza il disegno corrispondente ai layer attivi del file selezionato.

### Selezione dell'area da mostrare

Nel caso in cui si lavori con un unico modello contenente tutti i piani dell'edificio, se si desidera visualizzare sullo schermo solamente una determinata zona o un dato piano, bisogna attivare il modello desiderato e cliccare sull'icona



**Seleziona l'area visibile del modello. Inoltre, consente di applicare uno spostamento, rotazione e/o cambio di scala.** Si apre quindi la finestra **Trasformazione**, in cui si deve cliccare sull'icona **Seleziona l'area visibile del modello** al fine di selezionare la parte del modello che si intende visualizzare.

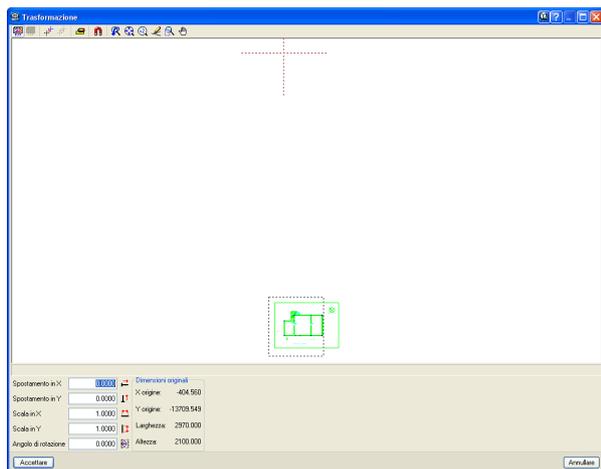


Fig. 2.19

### Impostare la scala di un modello

Nella finestra **Trasformazione** è situata l'icona **Impostare la scala di un modello**, che consente di riportare ciascun modello alla stessa scala (in metri).

### Definizione dell'origine del sistema di coordinate

Dopo aver selezionato l'area visibile ed impostato la scala del modello importato, il passo successivo consiste nello stabilire l'origine del sistema di coordinate; a tale scopo, si utilizza il pulsante **Cambiare l'origine del sistema di coordinate di un modello**. Successivamente, si deve definire il punto cui si desiderano assegnare le coordinate

(0,0) del piano; si consiglia di assumere come riferimento un elemento comune a più piani o facilmente identificabile quale, ad esempio, un vano ascensore, un vano scala, un pilastro, ecc. Quando si lavora con modelli DXF/DWG, si raccomanda vivamente di attivare il pulsante **Selezione di catture**, che consente di eseguire snap sui punti di riferimento del modello a seconda del comando attivato: estremo, punto medio, perpendicolare, più vicino, intersezione, ecc.

Cliccando quindi su **Accettare**, si ritorna alla finestra **Gestione di viste di modelli**, nella quale, a questo punto, si visualizza l'area visibile del modello.

L'ultimo passo consiste nell'attribuire la vista del modello selezionato al corrispondente piano dell'edificio, operazione che si esegue mediante il pulsante **Attiva/Disattiva la visibilità di una o più viste del modello in ogni gruppo di piani**, che consente di accedere al riquadro di dialogo **Viste dei gruppi**.



Fig. 2.20

Una volta eseguite le suddette operazioni, per ritornare alla schermata principale di lavoro del programma bisogna cliccare su **Accettare**.

Si noti che è possibile scegliere la vista da assegnare a ciascun piano direttamente dalla vista principale cliccando sull'icona  ubicata nella prima barra degli strumenti; nel riquadro di dialogo **Selezione di viste** che si apre, si deve selezionare la vista che si desidera che compaia nel piano corrente.



Fig. 2.21

Il **tasto F4** consente di attivare o disattivare la visibilità dei modelli DXF/DWG.

Terminata la procedura guidata fornita dall'assistente per la creazione di un nuovo progetto, compare la schermata principale di lavoro di CYPECAD MEP (diversa a seconda del tipo di studio selezionato al passo 2 del §2.1.2), in cui l'utente può quindi accedere all'insieme di funzioni e icone illustrate all'inizio del presente manuale.

Tutte le opzioni generali e specifiche relative al progetto creato sono ubicate nel menu **Progetto**; esse offrono la possibilità di modificare i dati inseriti tramite l'assistente e di completare quelli che non sono ancora stati introdotti.

## 2.2. Dati generali del progetto

Le opzioni presenti nel menu **Progetto** (che, conformemente a quanto affermato in precedenza, variano in funzione del tipo di studio analizzato) ricoprono un'importanza fondamentale in quanto consentono di definirne ed impostarne tutti i suoi dati. Nella trattazione che segue si illustra nello specifico ciascuna opzione.

### 2.2.1. Tipo di edificio

I dati in essa contenuti sono già stati definiti durante la procedura guidata fornita dall'assistente. Ad ogni modo, consente di modificare il tipo di edificio selezionato in precedenza cliccando su un nuovo tipo.



Fig. 2.22

Si noti che la modifica del tipo di edificio può influenzare significativamente altri dati già introdotti quali, ad esempio, le unità d'uso o i locali.

### 2.2.2. Unità d'uso

Tale opzione compare unicamente nel menu **Progetto** della linguetta **Acustica**.

I dati in essa contemplati possono essere già stati definiti nella procedura guidata fornita dall'assistente. Il riquadro di dialogo contenente le unità d'uso può assumere aspetti differenti in quanto dipende strettamente dal tipo di edificio selezionato in precedenza; il tipo di edificio cui esso fa riferimento si mostra nella sua parte sinistra. Si noti che per alcuni tipi di edifici l'opzione in questione risulta inattiva (compare in grigio).

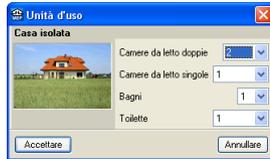


Fig. 2.23. Unità d'uso corrispondente al tipo di edificio "Casa unifamiliare"



Fig. 2.27. Unità d'uso corrispondente al tipo di edificio "Hotel"



Fig. 2.24. Unità d'uso corrispondente al tipo di edificio "A schiera"

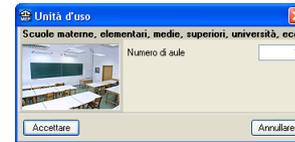


Fig. 2.28. Unità d'uso corrispondente al tipo di edificio "Accademico"

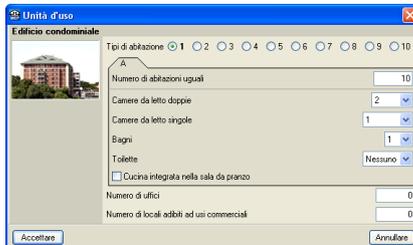


Fig. 2.25. Unità d'uso corrispondente al tipo di edificio "Casa plurifamiliare"



Fig. 2.26. Unità d'uso corrispondente al tipo di edificio "Locali ed uffici"

## 2.2.3. Dati generali

Il riquadro di dialogo che si apre dopo aver cliccato su **Progetto > Dati generali** è strettamente correlato alla linguetta rappresentativa del tipo di studio in cui ci si trova (vedi §2.1.2). I dati generali richiesti al suo interno sono indispensabili per poter condurre lo studio selezionato.

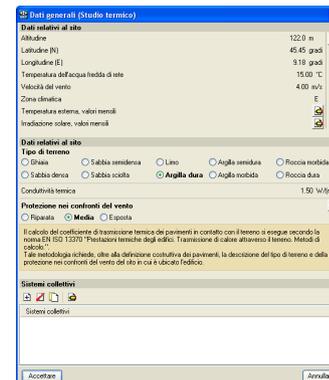


Fig. 2.29. Riquadro di dialogo "Dati generali" corrispondente alla linguetta "Studio termico"

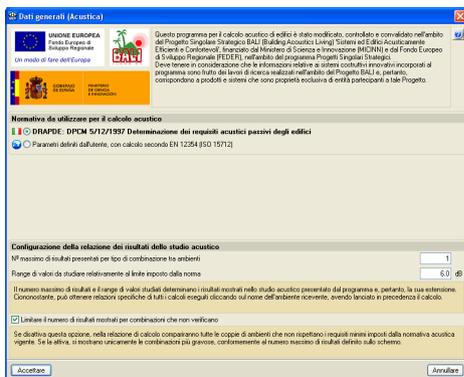


Fig. 2.30. Riquadro di dialogo “Dati generali” corrispondente alla linguetta “Acustica”



Fig. 2.31. Riquadro di dialogo “Dati generali” corrispondente alla linguetta “Climatizzazione”

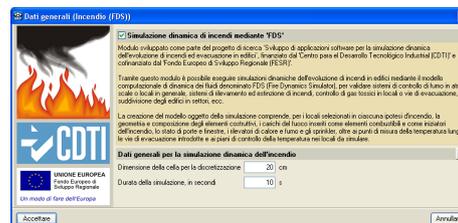


Fig. 2.32. Riquadro di dialogo “Dati generali” corrispondente alla linguetta “Incendio (FDS)”

## 2.2.4. Selezione di materiali e apparecchiature

Il riquadro di dialogo che si apre dopo aver cliccato su tale opzione compare nella procedura guidata fornita dall'assistente solamente nel caso in cui sia stato importato un file in formato IFC. Ad ogni modo, è possibile accedere ad essa direttamente dal menu **Progetto**, indipendentemente dal tipo di inserimento selezionato in seguito alla creazione dello stesso.

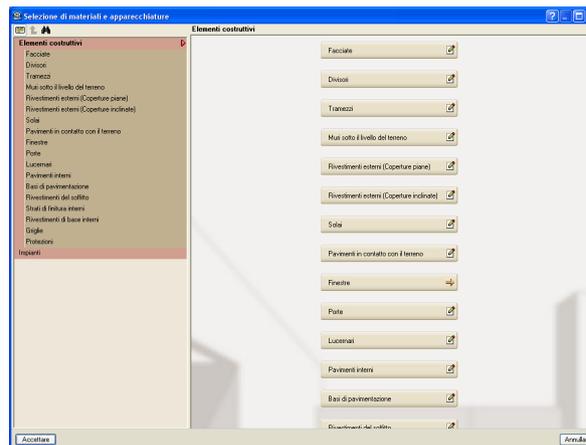


Fig. 2.33. Riquadro di dialogo “Selezione di materiali e apparecchiature” comune a tutte le linguette

L'omonimo riquadro di dialogo rappresenta un insieme di librerie contenenti tutti i dati definiti all'interno del programma; in modo particolare, tra gli altri, sono qui ubicati gli elementi costruttivi necessari per la modellazione dell'edificio e gli impianti di climatizzazione (o riscaldamento).

Per consultare, modificare, aggiungere o cancellare un elemento, bisogna cliccare sul testo corrispondente al gruppo di elementi situato nella parte sinistra della finestra.

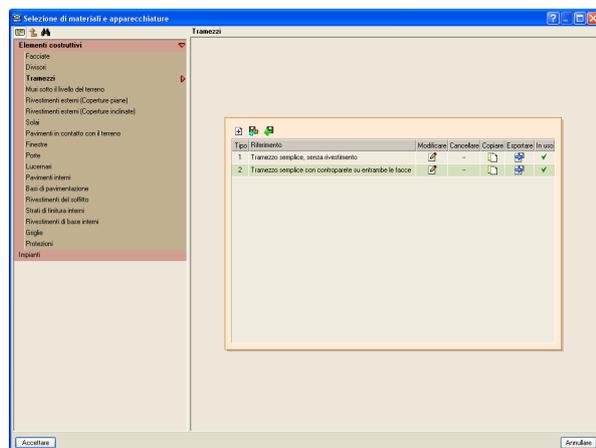


Fig. 2.34

### 2.2.4.1. Aggiungere un tipo alla lista

#### Nuovo (inserimento manuale, modificabile)

È possibile creare un nuovo tipo cliccando sul pulsante ; si apre la finestra **Nuovo (inserimento manuale, modificabile)**, in cui si devono specificare le caratteristiche e proprietà del nuovo tipo di elemento che si intende creare. Per ottenere maggiori informazioni in merito si rimanda al §2.3.2.

### Creare un nuovo tipo a partire da un file su disco

Se all'interno del programma è stata in precedenza creata una libreria contenente alcuni tipi di elementi, è possibile selezionare quelli che si desiderano importare da essa cliccando sul pulsante .

### 2.2.4.2. Modificare, copiare, esportare o cancellare un tipo

Ciascun tipo di elemento presente nella lista di quelli selezionati può essere modificato, copiato, esportato o cancellato utilizzando le corrispondenti icone situate sulla stessa linea alla loro destra.

Cliccando sul pulsante , si apre la medesima finestra che compare al momento di creare il tipo in questione, in cui si possono modificare i dati inseriti inizialmente.

Si può inoltre copiare un tipo di elemento cliccando sull'icona  situata a fianco dell'elemento stesso; tale operazione risulta estremamente pratica nel momento in cui si desidera introdurre un nuovo elemento dotato di caratteristiche simili o del tutto analoghe a un altro elemento.

È possibile esportare un qualsiasi tipo di elemento cliccando sul pulsante , in modo tale da poterlo importare in progetti futuri senza dover nuovamente crearlo e definirlo.

Infine, l'icona  consente di eliminare un elemento dalla lista.

### 2.2.5. Orientamento

L'opzione in questione consente di orientare l'edificio oggetto di studio in direzione del Nord; a tale scopo, una volta attivata, si deve tracciare una freccia diretta da Sud a Nord. A questo punto, la bussola situata nell'angolo inferio-

re sinistro della schermata principale di lavoro assume la direzione e il verso indicati dall'utente.



Fig. 2.35

## 2.2.6. Piani/Gruppi

Per il programma, un gruppo rappresenta un insieme di piani dotati esattamente delle stesse caratteristiche e proprietà, per cui tutti i dati relativi ai piani di uno stesso gruppo devono essere definiti una sola volta.

Dopo aver cliccato sull'opzione in esame, compare la finestra sotto riportata, analoga a quella che si apre passando attraverso la procedura guidata fornita dall'assistente.

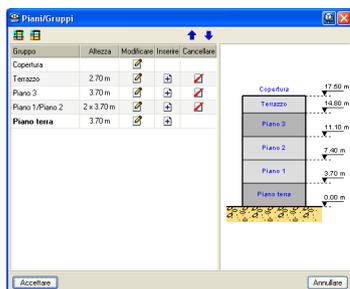


Fig. 2.36. Menu "Piani/Gruppi" comune a tutte le lingue

Le due icone situate nell'angolo superiore sinistro del riquadro di dialogo **Piani/Gruppi**,  e , consentono, rispettivamente, di aggiungere un piano o un gruppo di piani al di sopra e al di sotto del livello del terreno. Le frecce blu ubicate nel suo angolo superiore destro,  e , si possono usare, rispettivamente, per "abbassare" o "alzare" l'edificio rispetto alla quota del terreno (cioè per spostare verso l'alto o verso il basso l'edificio di un piano). Tut-

ti i piani definiti si possono modificare o cancellare usando i pulsanti  **Modificare** e  **Cancellare**.

È inoltre possibile introdurre un piano tra due piani già definiti cliccando sull'icona  **Inserire** situata tra le due icone appena illustrate.

## 2.2.7. Copiare gruppo

Per copiare uno o più elementi di un gruppo, è necessario posizionarsi alla quota del gruppo in cui si desiderano copiare gli elementi e cliccare su **Progetto > Copiare gruppo**. Compare l'omonimo riquadro di dialogo, nel quale si deve selezionare il gruppo di cui si intendono copiare gli elementi (quello in cui ci si trova e quello in cui si copiano gli elementi compaiono in grigio) e, successivamente, spuntare le caselle corrispondenti agli elementi che si desiderano importare dal gruppo in questione.

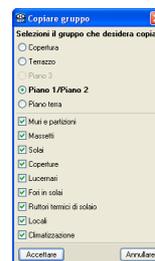


Fig. 2.37

Per copiare i differenti elementi del gruppo selezionato nel gruppo in cui ci si trova bisogna cliccare su **Accettare**.

## 2.2.8. Spostare l'edificio completo

Per spostare l'intero edificio, si utilizza l'opzione **Progetto > Spostare l'edificio completo**; in seguito, è necessario cliccare il tasto sinistro del mouse in corrispondenza di due punti sull'area di disegno che definiscono il vettore secon-

do cui si realizza lo spostamento, conformemente al verso e alla direzione indicati.

## 2.2.9. Viste 3D

È possibile consultare in qualsiasi momento una vista 3D dell'edificio creato attraverso l'opzione **Progetto > Viste 3D**. Compare un riquadro di dialogo in cui si domanda se si desiderano visualizzare tutti i piani o unicamente quello selezionato e se si intendono visualizzare tutti gli impianti definiti o solamente l'impianto corrispondente alla linguetta in cui si è attivata l'opzione.

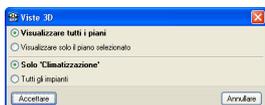


Fig. 2.38. Riquadro di dialogo "Viste 3D" nella linguetta "Climatizzazione"

Dopo aver cliccato su **Accettare**, si apre la finestra di dialogo che mostra la vista 3D dell'edificio:

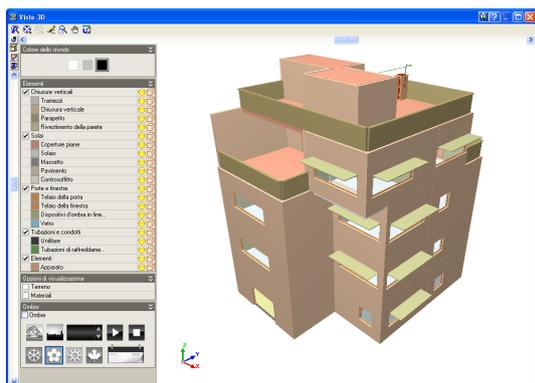


Fig. 2.39. Esempio di vista 3D di un edificio

Nella sua parte superiore è ubicata una barra contenente una serie di icone che consentono, tra le altre cose, di eseguire uno zoom , di ridisegnare il modello , di spostare l'immagine  e di stampare la vista corrente .

I pulsanti situati nella barra verticale posizionata nella parte sinistra della finestra contenente la vista 3D dell'edificio consentono di:

- Mostrare delle viste della struttura secondo proiezioni predefinite: piano xz, piano yz, piano xz, ecc. (icona  **Proiezione**);



Fig. 2.40

- Modificare il colore dello sfondo e, alla stregua di un programma CAD, attivare o disattivare la visibilità degli elementi e degli impianti del modello (icona  **Elementi**).



Fig. 2.41

- Ruotare il modello in maniera continua attorno all'asse verticale (icona **Ruotare attorno all'asse verticale**).
- Passare da una vista in proiezione isometrica a una vista in proiezione conica (icona **Tipo di proiezione**).

Dopo aver visualizzato il modello nella schermata principale di lavoro in 2D, si può attivare la visibilità degli elementi e degli impianti mediante l'opzione **Layer** ubicata nella barra laterale sinistra.

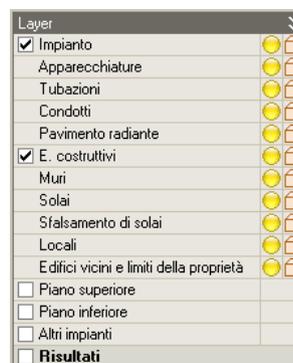


Fig. 2.42

Per attivare un gruppo di elementi (**Elementi costruttivi**, **Piano inferiore**, **Piano superiore**) è necessario spuntare le caselle corrispondenti situate a sinistra del nome del layer che si desidera visualizzare.

È inoltre possibile consultare una vista solida () o filare () di qualsivoglia elemento costruttivo ed attivarne () o disattivarne () la visibilità.

### 2.3. Modellazione dell'edificio e degli elementi costruttivi

Nel caso in cui si sia scelto di iniziare un progetto ex novo (omonima opzione del riquadro di dialogo **Nuovo progetto** che si apre dopo aver selezionato il Paese ove si intende creare il progetto), bisogna modellare l'intero edificio direttamente all'interno del programma.

In CYPECAD MEP, la modellazione di un edificio si esegue piano per piano, dal momento che il programma lavora in due dimensioni; per spostarsi da un piano a un altro, è conveniente usare le frecce situate nella prima barra degli strumenti .

L'icona ▲ consente di spostarsi di un gruppo verso l'alto, quella ▼ di spostarsi di un gruppo verso il basso, mentre cliccando su ⇅ si apre un riquadro di dialogo che permette di accedere direttamente al gruppo desiderato. Il nome del gruppo in cui ci si trova si visualizza nell'angolo inferiore destro della schermata principale di lavoro del programma.

Per introdurre un elemento costruttivo, è necessario definirlo, indifferentemente, cliccando sull'opzione **Selezione di materiali e apparecchiature** del menu **Progetto** o sull'opzione corrispondente alla natura dell'elemento contemplata nel menu **Elementi costruttivi**.

### 2.3.1. Selezione degli elementi costruttivi

Cliccando su **Elementi costruttivi > Muri e partizioni** o su **Elementi costruttivi > Solai** o, ancora, su **Elementi costruttivi > Aperture**, compare l'omonimo riquadro di dialogo in cui, nella parte superiore, si trova il complesso di tipologie specifiche per l'elemento selezionato e, nella parte inferiore, sono ubicate le opzioni di modifica inerenti alle suddette tipologie.

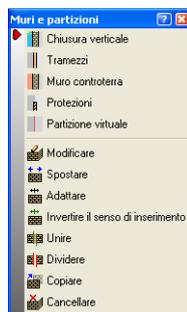


Fig. 2.43. Riquadro di dialogo "Muri e partizioni" comune a tutte le lingue

La freccia rossa di dimensioni ridotte che compare nel suo angolo superiore sinistro permette di passare da una configurazione orizzontale, in cui si mostrano unicamente le icone rappresentative delle varie opzioni, a una configurazione verticale più completa che, oltre alle singole icone, include anche il nome degli elementi costruttivi, e viceversa.



Fig. 2.44

Per introdurre un elemento costruttivo, è necessario definirlo cliccando sulla sua icona identificativa. Durante la creazione di un progetto, si può verificare che alcuni elementi non siano attivati (in tal caso il loro nome si mostra in grigio) e, quindi, non si possano selezionare: il programma, ad esempio, non consente di inserire una finestra se in precedenza non è stato introdotto un muro.

Dopo aver cliccato sull'icona corrispondente all'elemento che si intende inserire, compare una finestra il cui nome coincide con l'elemento costruttivo selezionato.

- Se in precedenza non è stato definito nessun elemento appartenente al tipo selezionato, si deve cliccare sul pulsante ⇨ per aggiungerlo alla lista di elementi.

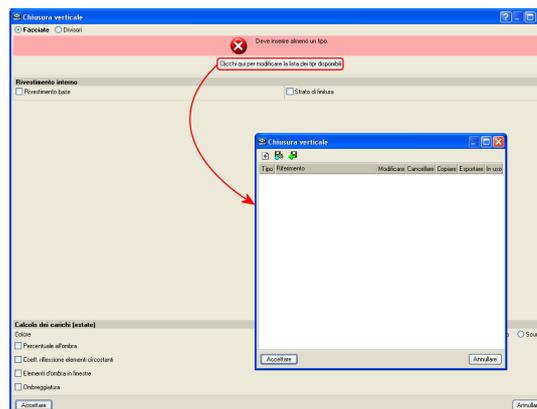


Fig. 2.45

- Se uno o più elementi appartenenti al tipo selezionato sono già stati definiti, si visualizzano nella parte superiore della finestra di dialogo. Una volta definito un elemento, a seconda della sua natura, è possibile consultarne alcune caratteristiche o proprietà, come illustrato nella figura seguente:

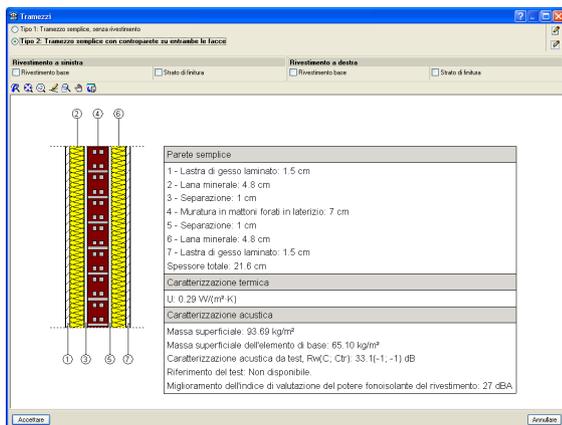


Fig. 2.46

Le icone situate nell'angolo superiore destro permettono, rispettivamente, di modificare l'elemento selezionato (🔧) e di accedere alla lista dei diversi tipi di elementi definiti (📄).

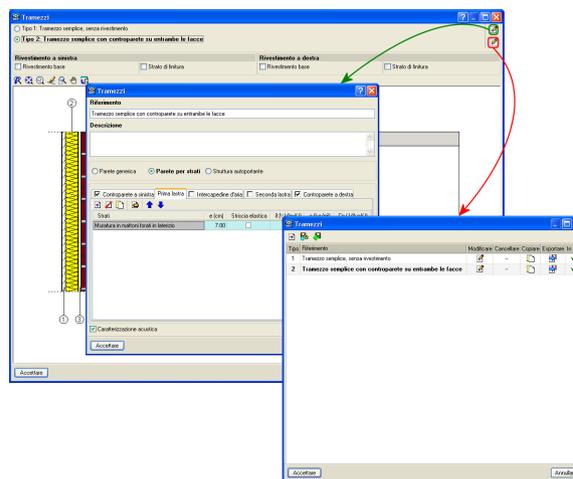


Fig. 2.47

La finestra contenente i diversi tipi di elementi coincide con quella che appare quando si attiva l'opzione **Selezione di materiali e apparecchiature** del menu **Progetto**: qualsiasi tipo definito nell'una compare automaticamente nell'altra.

## 2.3.2. Creazione manuale degli elementi costruttivi

### 2.3.2.1. Muri e partizioni

Nel seguito si illustra un esempio relativo alla creazione di una chiusura verticale tipo facciata (percorso **Elementi costruttivi > Muri e partizioni**). Se non ne è stato definito nessun tipo, bisogna cliccare sull'icona  corrispondente al tooltip "Clicchi qui per modificare la lista dei tipi disponibili". Se se ne sono già definiti alcuni, si deve cliccare su  per modificare la lista generale e, successivamente, su .

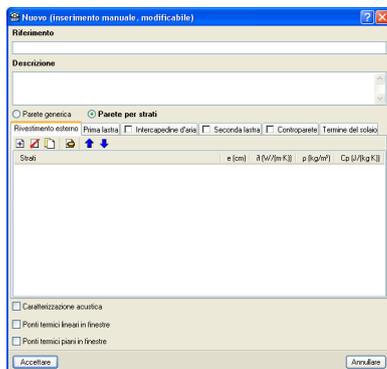


Fig. 2.48

La finestra **Nuovo (inserimento manuale, modificabile)** consta di:

- **Un riquadro** identificato con il termine **“Riferimento”**. È obbligatorio specificare un riferimento per l’elemento che si sta creando.
- **Un riquadro di descrizione**. Il testo qui inserito (facoltativo) si utilizza per descrivere la tipologia di chiusura verticale che si crea nella lista dei diversi tipi da scegliere nel momento in cui si introduce un elemento.
- **Una serie di linguette che rappresentano i diversi componenti della chiusura verticale associati a un riquadro descrittivo ubicato nella parte sottostante**. È di fondamentale importanza inserire gli strati costituenti la facciata nelle linguette appropriate, dato che influiscono notevolmente sul calcolo di alcune sue proprietà. Alcune linguette sono provviste di una casella situata a sinistra del testo, che deve essere spuntata al fine di completare i dati da essa richiesti.

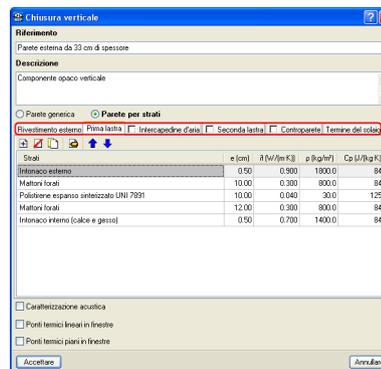


Fig. 2.49

Per inserire un nuovo strato, è necessario posizionarsi nella corrispondente linguetta e cliccare sul pulsante ; così facendo, si apre la finestra **Descrizione del materiale**, nella quale, in primo luogo, bisogna assegnare un riferimento allo strato in esame e, secondariamente, specificarne le caratteristiche (inserendone manualmente i valori o selezionando un elemento dalla libreria di materiali descritti nella norma UNI 10351 o nella UNI EN ISO 10456, cui è possibile accedere cliccando rispettivamente sulle icone  e ). In essa, inoltre, è possibile definire le proprietà geometriche, acustiche e termiche dello strato considerato.



Fig. 2.50

Vale la pena sottolineare che l’aspetto e il contenuto del riquadro di dialogo associato alla linguetta identificata con il

termine “Intercapedine d'aria” sono abbastanza differenti da quelli delle altre; è qui infatti necessario indicarne lo spessore, il tipo di ventilazione e se si tratta o meno di un'intercapedine d'aria passante in corrispondenza dell'incontro con il solaio.



Fig. 2.51

È possibile definire un numero di strati qualsiasi per ciascun elemento. Le icone situate tra le linguette e gli strati inseriti consentono, rispettivamente, di aggiungere, eliminare, copiare, modificare, spostare di un posto verso l'alto o verso il basso l'elemento selezionato dalla lista.

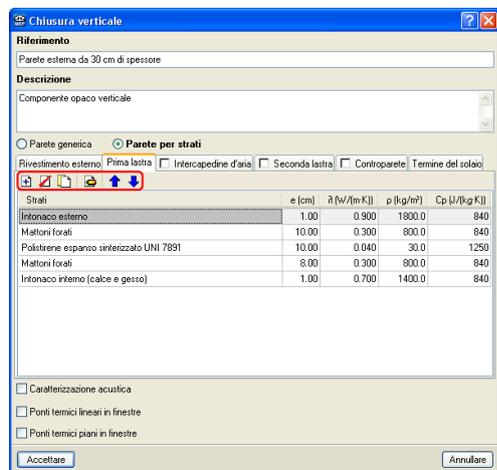


Fig. 2.52

In generale, gli strati costituenti muri e partizioni si definiscono dall'esterno verso l'interno.

Nel presente riquadro di dialogo sono anche ubicate le seguenti caselle:

- **Caratterizzazione acustica.** Una volta spuntata, si accede all'omonimo riquadro di dialogo, in cui si devono specificare le grandezze rappresentative della caratterizzazione acustica dell'elemento privo di rivestimento o dotato di rivestimento. È inoltre prevista l'opzione di considerare unicamente la lastra interna della facciata nel calcolo acustico delle trasmissioni laterali, indicandone l'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_{Wl}$ .

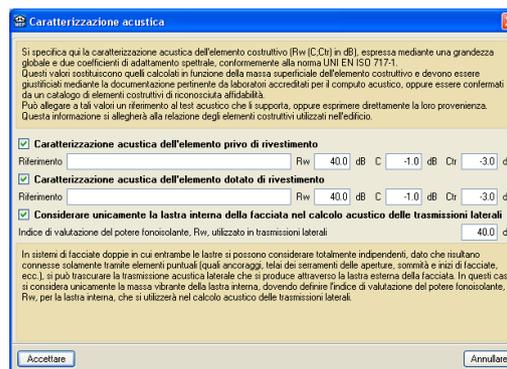


Fig. 2.53

- **Ponti termici lineari in finestre.** Se selezionata, compare una finestra che permette di definire i ponti termici lineari in finestre, indicandone la trasmittanza lineare e il fattore di temperatura superficiale interna.



Fig. 2.54

- **Ponti termici piani in finestre.** Dopo averla spuntata, si apre un riquadro di dialogo che consente di indicare eventuali ponti termici piani ubicati in corrispondenza di alcuni elementi della finestra quali architrave, cassonetti della tapparella, stipiti, davanzale o nicchia.

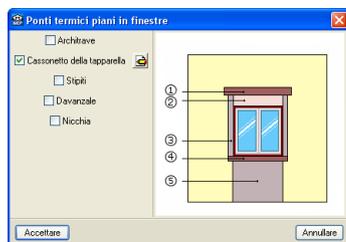


Fig. 2.55

### 2.3.2.2. Solai

Le finestre di dialogo tramite cui si creano i solai presentano un aspetto e un funzionamento analogo a quelle mediante cui si definiscono muri e partizioni. Dispongono infatti di un riquadro di descrizione, di un riquadro dal quale scegliere l'elemento resistente e le sue caratteristiche, di due riquadri in cui definire rispettivamente gli strati superiori e inferiori (che si introducono analogamente a quelli dei muri e delle partizioni), e, infine, di un riquadro che consente di specificare i dati acustici dell'elemento.

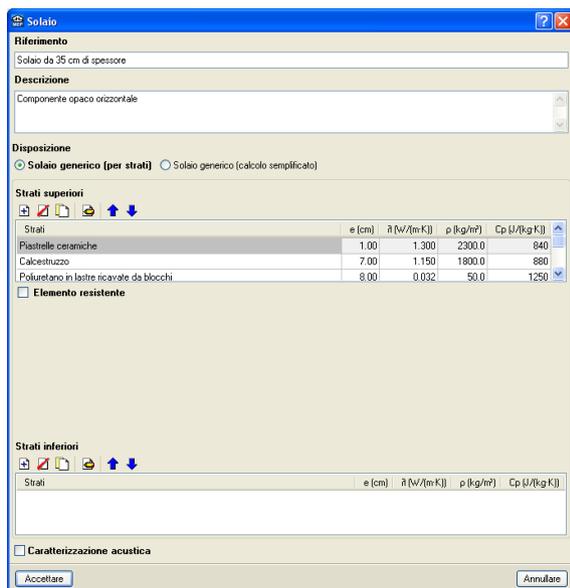


Fig. 2.56

### 2.3.2.3. Aperture

Le aperture si inseriscono cliccando sull'omonima opzione del menu **Elementi costruttivi**; si apre un riquadro di dialogo che consente di introdurre porte, finestre (identificate tramite l'opzione **Serramenti esterni e apertura vetrata**), aperture in generale, lucernari rettangolari, circolari e poligonali.

Per quanto concerne le finestre, il corrispondente riquadro di dialogo consta delle seguenti caselle:

- **Vetrata:** Bisogna attribuire un riferimento (obbligatorio), una descrizione (facoltativa), il valore della trasmittanza di energia solare corrispondente al tipo di vetro considerato, il coefficiente di trasmissione U ed, eventualmente, le grandezze che ne caratterizzano l'isolamento acustico, conformemente a quanto illustrato nella figura seguente:

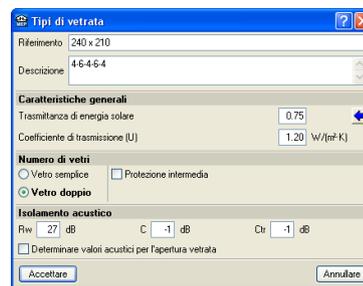


Fig. 2.57

- **Serramenti:** Si devono qui indicare (oltre al riferimento e alla descrizione) le caratteristiche geometriche, la trasmittanza, il tipo di apertura, la classe dei serramenti, il loro colore ed, eventualmente, la presenza di un ponte termico lineare tra gli stessi e la vetrata, specificandone la lunghezza e la trasmittanza termica lineica:

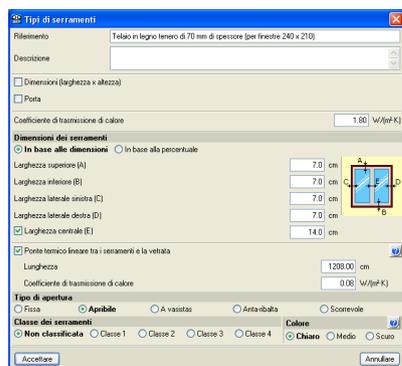


Fig. 2.58

- **Accessori:** Si definiscono qui eventuali accessori per le finestre; si possono inserire manualmente (Fig. 2.59), indicandone il fattore di riduzione funzione del tipo di tenda e la resistenza termica addizionale, o semplicemente definendone la tipologia e lasciando al software il compito di calcolare il primo dei due parametri appena esposti secondo il prospetto 14 della UNI/TS 11300-1 (Fig. 2.60):

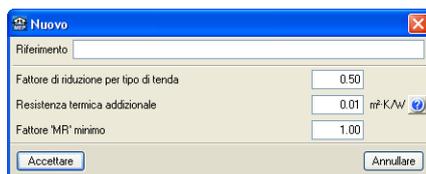


Fig. 2.59

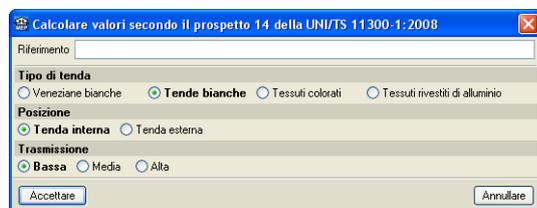


Fig. 2.60

### 2.3.3. Introduzione degli elementi costruttivi

Il programma prevede diverse modalità per l'inserimento degli elementi costruttivi.

#### Mediante un semplice click

Una volta selezionato l'elemento che si ha intenzione di introdurre, bisogna cliccare direttamente il tasto sinistro del mouse sull'area in cui si desidera disporlo; i punti in corrispondenza dei quali si clicca definiscono i suoi estremi o angoli. Per terminare l'introduzione, è necessario cliccare il tasto destro del mouse.

#### Per coordinate

Dopo aver scelto l'elemento da inserire, si devono digitare le coordinate del suo punto iniziale utilizzando la tastiera; compare quindi una finestra in cui è possibile visualizzarle. Ultimato l'inserimento del primo punto, è possibile procedere nella stessa maniera per inserire i punti medi e finale dell'elemento.

#### Tramite cattura

Il programma dispone di una serie di opzioni che consentono di agevolare notevolmente la procedura di inserimento degli elementi, tra cui, ad esempio, quella che permette di tracciarli in maniera perfettamente rettilinea (icona  ubicata nella prima barra degli strumenti).

Offre inoltre la possibilità di inserire nuovi elementi a partire da quelli introdotti in precedenza; a tale scopo, nel menu laterale sinistro della schermata principale di lavoro (identificato con il titolo **Catture**), sono ubicate una serie di opzioni finalizzate ad eseguire catture su elementi costruttivi già inseriti.



Fig. 2.61

Dopo aver spuntato la casella corrispondente alla cattura che si ha intenzione di eseguire, il cursore assume la forma geometrica ubicata tra la stessa e il nome dello snap selezionato una volta che ci si avvicina con questo alla posizione desiderata. Ad esempio, se si attiva la casella **Estremo** e si avvicina il cursore all'estremità di un muro, quest'ultimo assume la forma di un quadrato, conformemente all'icona situata tra la casella stessa e il nome della cattura attivata (in tal caso .

Nel caso in cui si ricorra a un modello in formato DXF/DWG per l'introduzione dell'edificio, è buona norma abilitare le catture per l'inserimento degli elementi costruttivi cliccando in precedenza sull'icona  situata nella prima toolbar, che consente di accedere alla seguente finestra:



Fig. 2.62

## 2.4. Definizione e inserimento di locali

### 2.4.1. Creazione di un nuovo locale

Per lanciare qualsiasi calcolo relativo a uno dei quattro studi contemplati dal programma, è necessario definire i diversi tipi di locali presenti all'interno dell'edificio.

Per creare un nuovo locale si utilizza l'opzione **Nuovo** del menu **Locali**. Nel caso di edificio adibito ad uso residenziale, compare la seguente finestra:

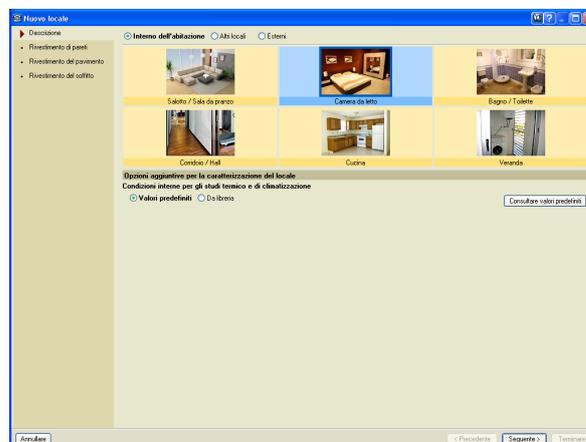


Fig. 2.63 Riquadro di dialogo "Nuovo locale" relativo a locali interni di edifici adibiti ad uso residenziale

Il riquadro di dialogo sopra illustrato varia in funzione della destinazione d'uso assegnata all'edificio, dato che da essa dipendono significativamente i tipi di locali definibili.

In esso, i locali sono suddivisi in tre gruppi a seconda dell'ubicazione (interni all'edificio o esterni) e della funzione cui sono adibiti (altri locali).

Di default, compaiono gli ambienti interni all'edificio; per passare dall'una all'altra categoria è necessario spuntare la casella corrispondente.

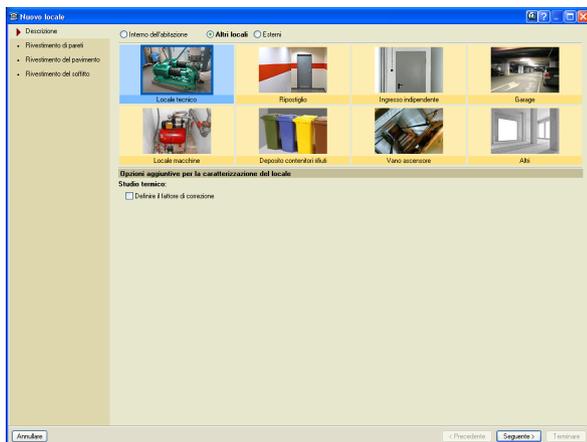


Fig. 2.64 Riquadro di dialogo “Nuovo locale” relativo ai locali identificati con il termine “Altri locali” di edifici adibiti ad uso residenziale

Dopo aver selezionato un qualsiasi tipo di locale, esso risulta delimitato da un quadrato di colore blu che indica che il locale in questione si attribuisce allo spazio su cui si è cliccato.

Si possono consultare i parametri assunti di default dal programma per l'esecuzione degli studi termico e di climatizzazione inerenti al locale selezionato cliccando sul pulsante **Consultare valori predefiniti**.

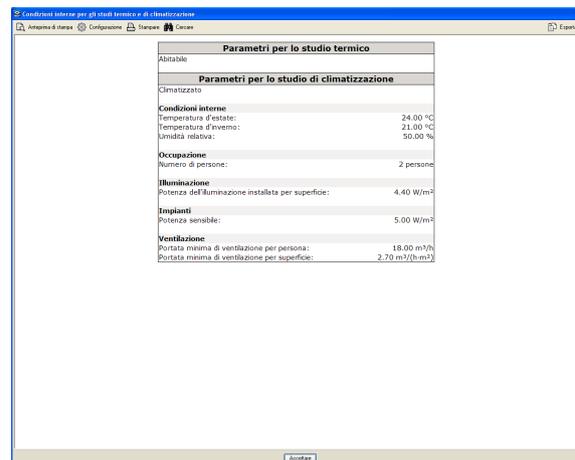


Fig. 2.65 Riquadro “Condizioni interne per lo studio termico e di climatizzazione” del dialogo “Nuovo locale” relativo ai locali identificati con il termine “Altri locali” di edifici adibiti ad uso residenziale

È inoltre possibile creare, modificare o importare i parametri caratteristici corrispondenti a una serie di locali tipo spuntando la casella **Da libreria** e utilizzando le rispettive icone situate alla sua destra.

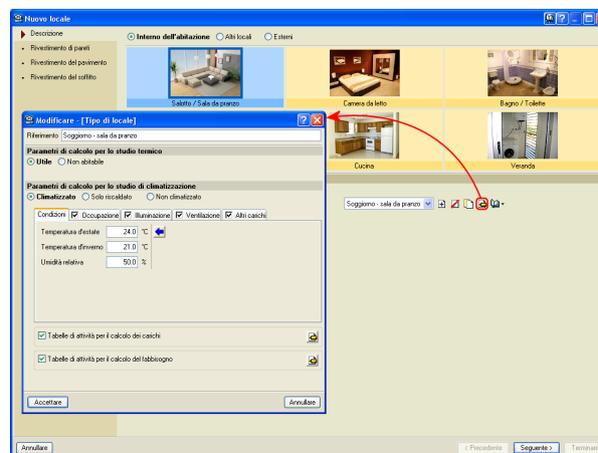


Fig. 2.66

Una volta selezionato il tipo di locale che si desidera inserire, bisogna cliccare su **Seguente** per passare alla definizione dell'eventuale rivestimento delle pareti, del pavimento e del soffitto (la modalità secondo cui si creano è analoga a quella illustrata in precedenza per gli elementi costruttivi).

In alternativa, al posto di selezionare il pulsante "Seguente" è possibile accedere ai medesimi riquadri di dialogo cliccando direttamente sulle voci **Descrizione**, **Rivestimento di pareti**, **Rivestimento del pavimento** e **Rivestimento del soffitto** ubicate nella parte sinistra della finestra **Nuovo locale**. Il simbolo  compare a sinistra della voce corrispondente a un elemento già definito, mentre il simbolo  indica che si sta definendo (ma non è ancora definito) l'elemento relativo alla voce a fianco della quale compare.

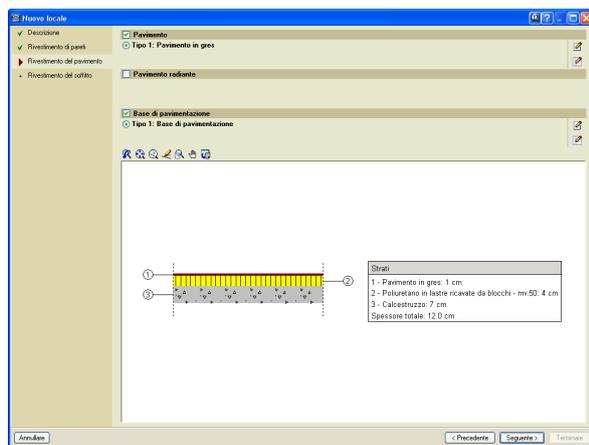


Fig. 2.67

Ultimata completamente la definizione di un locale, cliccando su **Terminare** e, successivamente, sull'area in cui si desidera ubicarlo, compare il riquadro di dialogo **Riferimento**, in cui si chiede di assegnare un riferimento al locale appena inserito.

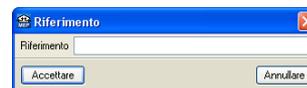


Fig. 2.68

CYPECAD MEP rileva automaticamente i contorni che delimitano un locale a partire dagli elementi costruttivi introdotti; terminato l'inserimento di un locale, se si posiziona il puntatore del mouse al di sopra di esso, quest'ultimo si colora in celeste.

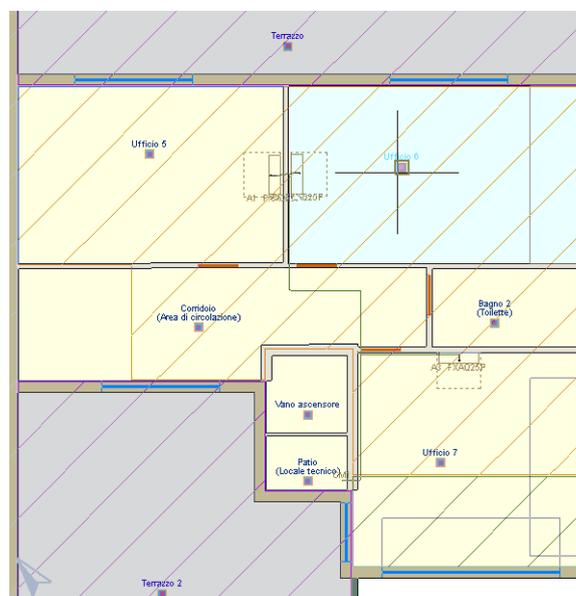


Fig. 2.69

Nel caso in cui si desiderino inserire più locali con le medesime caratteristiche, è necessario introdurne solamente uno e cliccare successivamente sull'area in cui si ha intenzione di disporre gli altri; in questa circostanza, non bisogna definire nuovamente le loro caratteristiche, ma basta semplicemente attribuire loro un riferimento.

Una volta inserito un locale, per modificarne i parametri basta cliccare il tasto destro del mouse, operazione con cui compare la seguente finestra:



Fig. 2.70

Essa permette di accedere nuovamente alle stesse opzioni, concernenti la descrizione dei locali inseriti, illustrate in precedenza e di modificarne i dati, nel caso in cui si renda opportuno.

#### 2.4.1.1. Spostare un locale

Per spostare un locale bisogna selezionare l'opzione **Spostare** del menu **Locali**, cliccare il tasto sinistro del mouse sul suo riferimento e, successivamente, sul punto corrispondente alla nuova posizione in cui si desidera disporre.

Nel caso in cui si posizioni un locale in corrispondenza di uno spazio o di un altro locale già definito, i riferimenti di entrambi si mostrano circondati da un cerchio rosso rappresentativo di errore che scompare quando se ne elimina uno dei due.

#### 2.4.1.2. Copiare un locale

È possibile copiare le proprietà di un locale in un altro utilizzando l'apposita opzione **Copiare** del menu **Locali**. Si deve cliccare il tasto sinistro del mouse sul locale di cui si vo-

gliono copiare le caratteristiche; in seguito, si apre la finestra riportata nella seguente figura:



Fig. 2.71

In essa è necessario attivare gli elementi del locale che si desiderano copiare (descrizione, rivestimento di pareti, rivestimento del pavimento e/o rivestimento del soffitto) spuntando le corrispondenti caselle e accettando. Successivamente, si deve cliccare il tasto sinistro del mouse sul locale o sui locali cui si desiderino assegnare le caratteristiche del locale copiato e, infine, il tasto destro del mouse per terminare la copia.

Tutti gli elementi attivati del riquadro di dialogo mostrato in figura si copiano nei locali selezionati, che mantengono il loro riferimento. Si noti che, dopo aver cliccato su un locale al fine di copiarlo, esso e tutti i locali cui sono state assegnate le medesime proprietà si mostrano in rosa.

#### 2.4.1.3. Cancellare un locale

I locali si possono cancellare ricorrendo all'opzione **Cancellare** ubicata nel menu **Locali**. Una volta attivata, bisogna selezionare i locali che si intendono eliminare; quelli su cui si è cliccato si mostrano in rosa. Ultimata la selezione dei locali da eliminare, al fine di cancellarli è necessario cliccare il tasto destro del mouse.

#### 2.4.1.4. Modificare un locale

È possibile editare la descrizione, il rivestimento delle pareti, del pavimento e del soffitto e il riferimento di un locale

cliccando sull'opzione corrispondente del menu **Locali** e, successivamente, sul locale in cui si ha intenzione di eseguire la/e modifica/che. In funzione della voce selezionata, sullo schermo compare il relativo riquadro di dialogo, simile a quello che si mostra in seguito alla creazione di un nuovo locale, in cui si possono realizzare le modifiche che si ritengono opportune.

## 2.5. Unità d'uso

Tale menu compare unicamente nella linguetta **Acustica**.

Le unità d'uso consentono di definire, all'interno di uno stesso edificio, degli spazi in cui si possono raggruppare più locali. Dipendono strettamente dal tipo di edificio che si intende creare; ad esempio, nel caso in cui la scelta sia ricaduta su un edificio adibito ad uso residenziale, si utilizzano con lo scopo di poter definire ciascun appartamento in termini di un'unità d'uso separata.

Nel momento in cui si sia selezionato un edificio adibito ad uso commerciale, amministrativo, accademico, industriale, un locale pubblico o un'autorimessa, non risulta possibile specificare le unità d'uso ad essi corrispondenti.

### 2.5.1. Definizione delle unità d'uso

In linea generale si precisano in maniera del tutto analoga sia nell'ambito della procedura guidata offerta dall'assistente per l'inserimento dei dati generali di un nuovo progetto che nell'omonima opzione del menu **Progetto** all'interno della schermata principale di lavoro del programma.

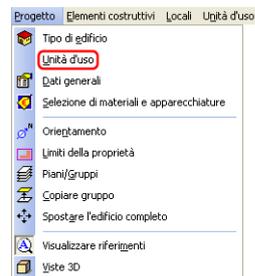


Fig. 2.72

### 2.5.2. Esempio di edificio adibito ad uso residenziale

In tal caso, bisogna indicare il numero di abitazioni uguali, di camere da letto singole, di camere da letto doppie, di bagni e di toilette, oltre a specificare la presenza di eventuali uffici o locali commerciali all'interno dell'edificio, come illustrato nella seguente figura:



Fig. 2.73

### 2.5.3. Esempio di edificio adibito ad uso commerciale e uffici

Le unità d'uso sono rappresentate unicamente da locali adibiti ad usi commerciali e ad uffici.



Fig. 2.74

### 2.5.4. Assegnazione di un'unità d'uso

Al fine di attribuire le unità d'uso definite, si deve utilizzare l'opzione **Assegnare a locali** ubicata nel menu **Unità d'uso**.



Fig. 2.75

Il riquadro che compare permette di aggiungere una nuova unità d'uso attribuendole un riferimento e selezionandone la tipologia tra quelle disponibili (corrispondenti ai tipi indicati all'interno delle unità d'uso non ancora inseriti). È inoltre possibile assegnare a uno o più locali un'unità d'uso definita in precedenza spuntando la casella corrispondente alla voce **Unità d'uso disponibili**.

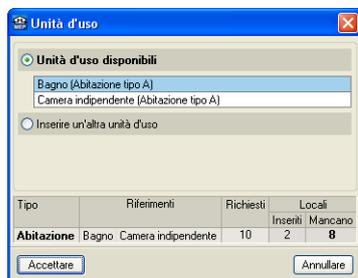


Fig. 2.76

Nella parte inferiore del riquadro di dialogo **Unità d'uso** è situata una tabella organizzata in più colonne, ciascuna delle quali contiene, rispettivamente, i tipi di unità d'uso definiti, i riferimenti ad esse assegnati, il numero di locali richiesti, i locali cui sono state attribuite le unità d'uso in questione e quelli cui non sono ancora state assegnate.

Completata ed accettata tale finestra, si deve cliccare il tasto sinistro del mouse sui locali appartenenti alle unità d'uso indicate; eseguita questa operazione, essi appaiono in rosa. Una volta selezionate tutte le unità d'uso in corso di definizione, per terminare l'inserimento bisogna cliccare il tasto destro del mouse. I locali appartenenti a una medesima unità d'uso si mostrano con lo stesso colore.

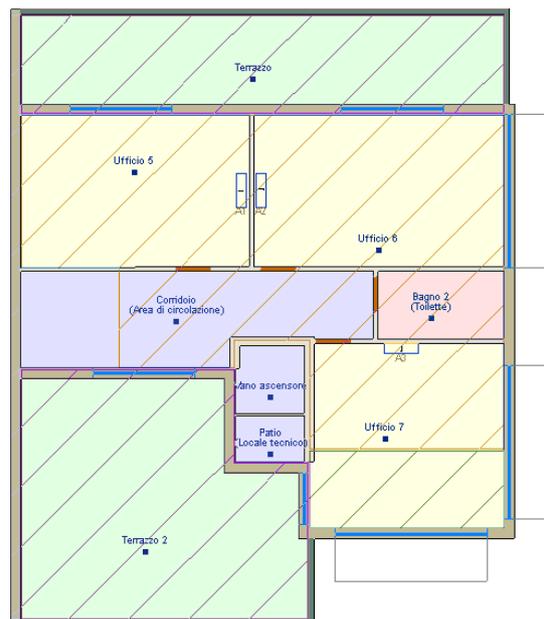


Fig. 2.77

### 2.5.5. Eliminazione di un'unità d'uso

È possibile cancellare unità d'uso attribuite precedentemente a locali tramite l'opzione **Eliminare assegnazione ai locali** ubicata nel menu **Unità d'uso**; una volta attivata, si deve cliccare il tasto sinistro del mouse sul locale desiderato (che a questo punto si mostra in rosa) e, in seguito, il tasto destro per confermare l'eliminazione.

Nel caso in cui si eliminino tutti i locali cui era stata assegnata una medesima unità d'uso, quest'ultima si cancella automaticamente.

### 2.5.6. Visualizzazione e modifica delle unità d'uso introdotte

Per consultare un riepilogo delle unità d'uso introdotte è necessario utilizzare l'opzione **Unità d'uso** situata nell'omonimo menu.

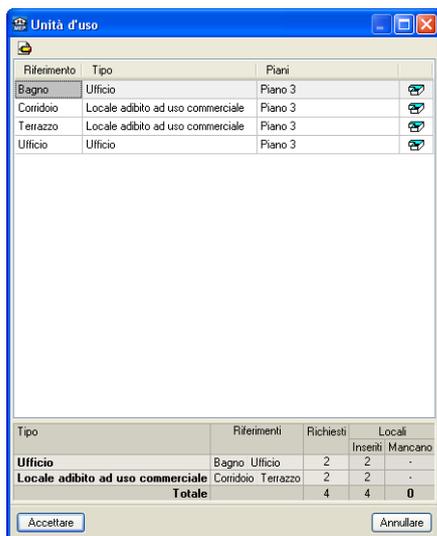


Fig. 2.78

Si apre un riquadro di dialogo nella cui parte superiore è presente una tabella organizzata in più colonne in cui sono ubicate, rispettivamente, le unità d'uso definite, il riferimento ad esse assegnato, la loro tipologia e il piano in cui sono state introdotte.

Nella parte inferiore compare una tabella riepilogativa contenente i tipi di unità d'uso definiti, i riferimenti ad esse attribuiti, il numero di locali richiesti, i locali cui sono state assegnate le unità d'uso in questione e quelli cui non sono ancora state assegnate.

È possibile modificare sia il riferimento che il tipo di ciascuna unità d'uso definita cliccando due volte sulla riga in cui essa compare o, alternativamente, un'unica volta su tale riga e, in seguito, sull'icona situata nell'angolo superiore sinistro del riquadro di dialogo in questione. Indipendentemente dal percorso seguito, si apre il riquadro di dialogo riportato nella figura seguente:

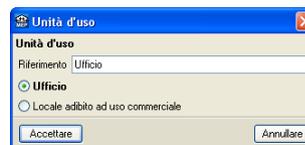


Fig. 2.79

## 3. Studio termico

Nel presente capitolo si espongono i punti caratteristici dello studio termico, alcuni dei quali sono validi anche per lo studio di climatizzazione condotto dal programma.

### 3.1. Dominio di applicazione e quadro normativo

All'interno della schermata corrispondente a questa linguetta è possibile modellare geometricamente l'edificio, introducendo gli elementi costruttivi che ne definiscono l'involucro termico e che consentono di stabilirne il fabbisogno energetico a seconda delle loro proprietà e caratteristiche.

Il calcolo delle prestazioni energetiche di un edificio e le verifiche annesse si eseguono conformemente alla normativa tecnica UNI/TS 11300 parte 1 e 2. Al termine della procedura di calcolo si possono consultare numerosi documenti, tra cui il computo dei materiali impiegati per la realizzazione delle varie soluzioni costruttive, la relazione di calcolo completa e le relazioni contenenti l'insieme delle verifiche condotte.

### 3.2. Dati generali del progetto

In linea generale, è possibile accedere in maniera del tutto analoga al riquadro di dialogo mostrato in Fig.3.1 sia attraverso l'assistente per la creazione di un nuovo progetto che utilizzando l'opzione **Dati generali** del menu **Progetto** una volta entrati all'interno della schermata principale di lavoro del programma:

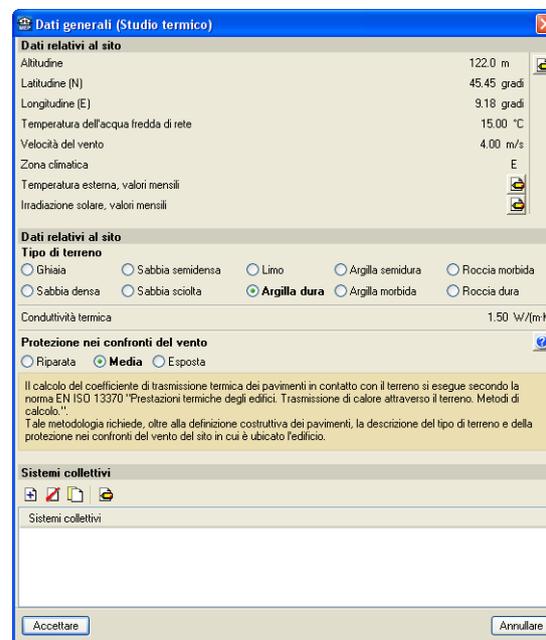


Fig. 3.1

In esso si devono impostare i dati generali del progetto che si sta creando.

#### 3.2.1. Dati relativi al sito

Si devono qui precisare, in primo luogo, i dati inerenti al sito in cui si intende ubicare l'edificio (altitudine, latitudine, longitudine, ecc.). È possibile modificare i valori corrispondenti alle condizioni climatiche esterne della località desiderata cliccando sull'icona  situata nell'angolo superiore destro del riquadro di dialogo **Dati generali (Studio termi-**

co); si apre così la finestra **Dati climatici**, da cui, cliccando su , si possono importare i dati climatici di località predefinite contenute in una libreria interna al programma:

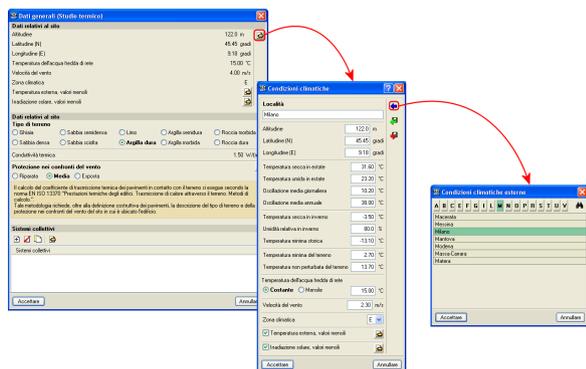


Fig. 3.2

Nello stesso riquadro di dialogo è possibile definire i sistemi degli impianti di riscaldamento e/o produzione di acqua calda sanitaria (Fig. 3.3), di cui si fornisce un inquadramento generale più avanti nella trattazione.

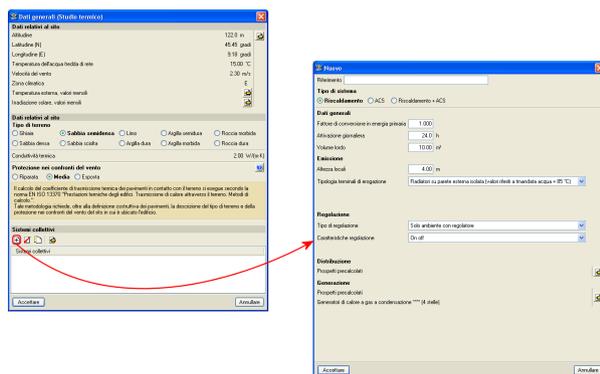


Fig. 3.3

Si deve anche indicare il tipo di terreno, la cui scelta influisce notevolmente sul calcolo del coefficiente di trasmissione termica di pavimenti in contatto con esso.

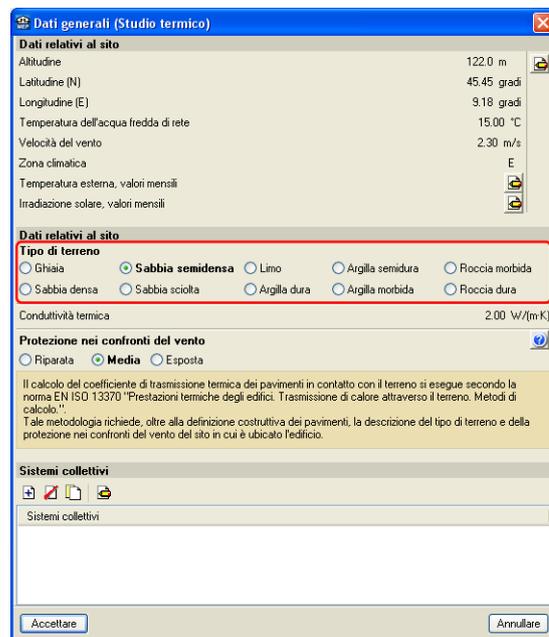


Fig. 3.4

### 3.3. Ulteriori funzioni del programma

Dopo aver specificato i dati generali del progetto, è possibile passare alla definizione dei parametri di trasmissione termica che il programma calcolerà in un secondo momento. Ciò può essere eseguito sia tramite la procedura guidata offerta dall'assistente per la creazione di un nuovo progetto che cliccando sull'opzione **Parametri di trasmissione termica** ubicata nel menu **Progetto** una volta entrati nella schermata principale di lavoro del programma.



Fig. 3.5

Compare il riquadro di dialogo illustrato nella figura seguente, in cui si possono visualizzare i parametri di trasmissione termica calcolati dal programma e le corrispondenti normative di riferimento impiegate per la loro valutazione:

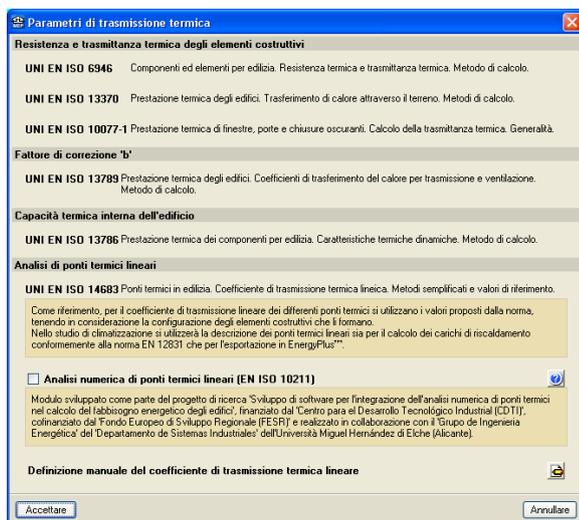


Fig. 3.6

### 3.3.1. Ponti termici lineari

CYPECAD MEP contempla fondamentalmente due possibilità per il calcolo dei ponti termici lineari.

In primo luogo, se non si spunta la casella **Analisi numerica di ponti termici lineari (EN ISO 10211)** il programma, al termine della procedura di calcolo, rileva automaticamente i ponti termici presenti nell'involucro edilizio facendo riferimento, per il calcolo del coefficiente di trasmissione lineare, ai valori tabellati proposti dalla normativa UNI EN ISO 14683, tenendo in debita considerazione la configurazione degli elementi costruttivi disposti.

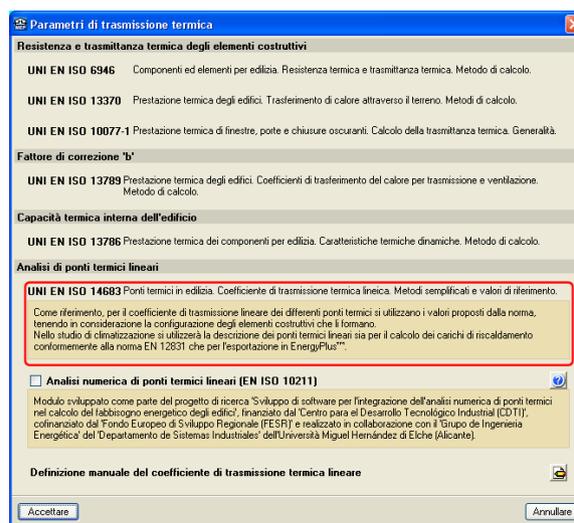


Fig. 3.7

In caso contrario, per la valutazione dei ponti termici, il programma esegue un'analisi a elementi finiti basata su un calcolo bidimensionale di trasferimento del calore contemplato nella norma EN ISO 10211, mediante cui è possibile ricavare la trasmittanza termica di ciascun ponte termico rilevato.

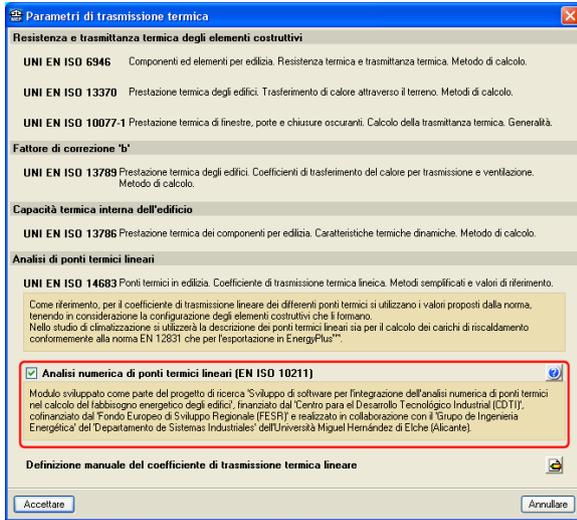


Fig. 3.8

In tal modo, l'analisi del comportamento dei ponti termici risulta maggiormente accurata, dal momento che consente di tenere in considerazione non solo la posizione assunta dall'isolante all'interno degli elementi costruttivi, ma anche i materiali che li costituiscono.

È inoltre prevista la possibilità di definire manualmente i valori del coefficiente di trasmissione termica lineare  $\psi$  per le più comuni tipologie di ponti termici. In tal caso, CYPECAD MEP prevede tre situazioni: non considera le caratteristiche termiche del ponte lineare selezionato nel caso in cui si sia spuntata la casella **Mai**, assegna tali valori al complesso dei ponti termici corrispondenti se si è attivata l'opzione **Sempre** e unicamente a quelli non contemplati dalla norma nel caso in cui si spunti la casella **Di default**.

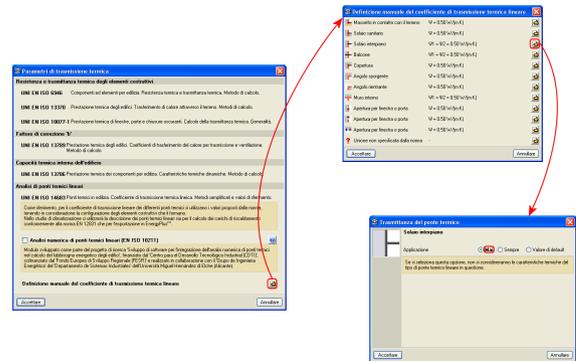


Fig. 3.9

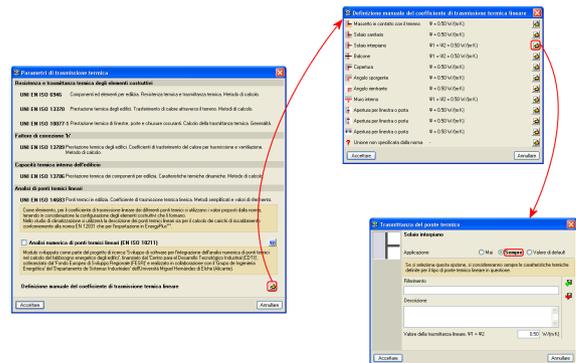


Fig. 3.10

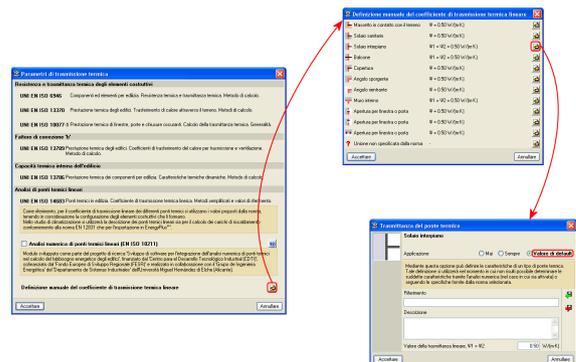


Fig. 3.11

Si presti attenzione al valore del coefficiente di trasmissione lineare richiesto dal programma: in particolare, se sollecita un  $\psi$  semplice, il valore da specificare coincide con quello del  $\psi$  globale, mentre se richiede un  $\psi_1 = \psi_2$ , il valore da precisare coincide con quello globale diviso per due (ad esempio, nel caso di un solaio d'interpiano, CYPECAD MEP considera una superficie superiore e una inferiore ed assegna a ciascuna di esse la metà del valore globale).

### 3.3.2. Ruttori termici di solaio

Il software consente anche di modellare ruttori termici cliccando sull'opzione **Ruttori termici di solaio** ubicata nel menu **Elementi costruttivi**. La procedura mediante cui si creano è analoga a quella illustrata per qualsiasi elemento costruttivo (inserimento manuale).

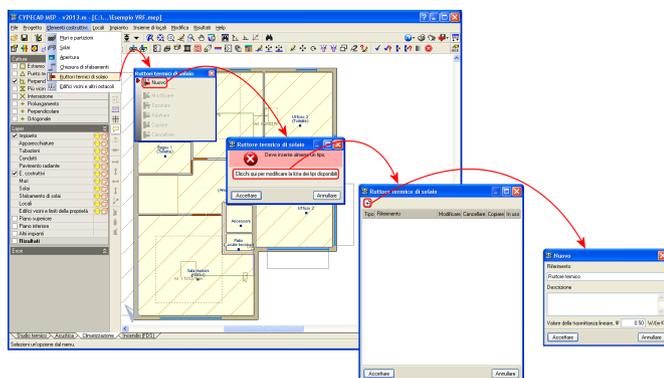


Fig. 3.12

Bisogna specificare il valore della trasmittanza termica lineare  $\psi$  analogamente a quanto esposto nel caso dell'inserimento manuale dello stesso parametro per i ponti termici lineari e, successivamente, disporre il ruttore nell'edificio a livello delle corrispondenti pareti.

## 3.4. Definizione di Zone per lo studio termico

Una volta ultimata la modellazione geometrica dell'edificio, per poter lanciare il calcolo ed ottenere in output i risultati dello studio termico è necessario definire le zone da assegnare ai locali, operazione fondamentale per la successiva individuazione del sistema edificio-impianto.

### 3.4.1. Zone

#### 3.4.1.1. Creazione di zone

Per creare nuove zone, si utilizza l'opzione **Modificare** del menu **Zone**; compare l'omonimo riquadro di dialogo, in cui si deve cliccare sull'icona  situata nel suo angolo superiore sinistro. A questo punto, si apre la finestra **Zona**, in cui bisogna specificare un riferimento, selezionare la categoria d'uso dal menu a tendina riportato a fianco di tale voce, indicare un valore relativo all'indice di ricambio dell'aria esterna (il programma propone di default il valore contemplato dalla normativa in funzione della categoria d'uso selezionata) e infine il fattore di correzione del recuperatore di calore.

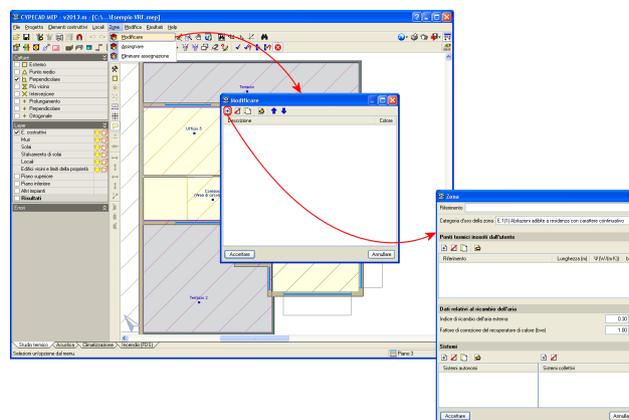


Fig. 3.13

### 3.4.1.2. Eliminazione, copia e modifica di zone

Tutte le zone create si possono in seguito eliminare, copiare o modificare usando i pulsanti corrispondenti situati nella parte superiore del riquadro di dialogo **Modificare**.

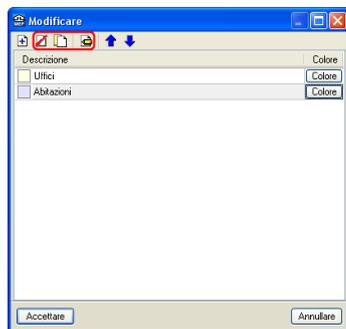


Fig. 3.14

### 3.4.1.3. Attribuzione della zona termica ai locali

Il passo successivo consiste nell'attribuire la o le zone create ai locali definiti in precedenza. A tale scopo, si utilizza l'opzione **Assegnare** del menu **Zone**; una volta attivata, si apre nuovamente il riquadro di dialogo **Zone**, da cui è necessario selezionare la o le zone che si intendono attribuire a uno o più locali.

È possibile assegnare la o le zone cliccando individualmente su ciascun locale o selezionando congiuntamente tutti i locali desiderati tramite una finestra di cattura.

Le zone risultano correttamente assegnate nel momento in cui i locali cui sono state associate assumono i colori ad esse corrispondenti.

### 3.4.2. Definizione di un sistema

La definizione di un sistema (di riscaldamento, di produzione di acqua calda sanitaria o combinato) si esegue o cliccando sull'opzione **Dati generali** del menu **Progetto** o nel momento in cui si crea una zona (menu **Zona** > opzione **Assegnare** > creare una nuova zona), come illustrato nelle figure seguenti:

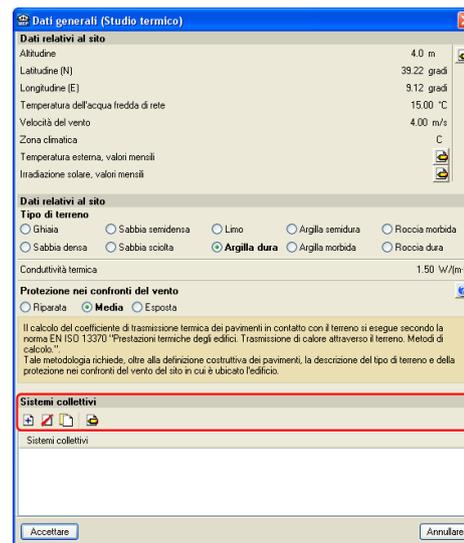


Fig. 3.15

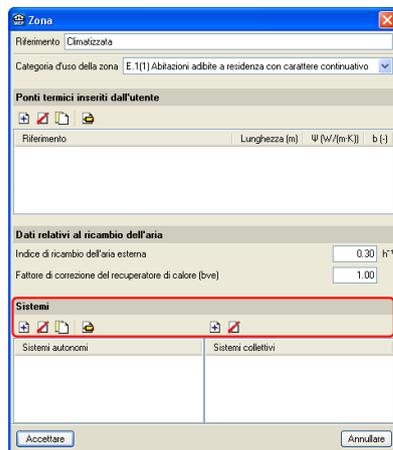


Fig. 3.16

Nel caso in cui si sia seguito il primo percorso per la sua creazione, il processo tramite cui si definisce è analogo a quello di un qualsiasi elemento costruttivo, come riportato nella figura seguente:

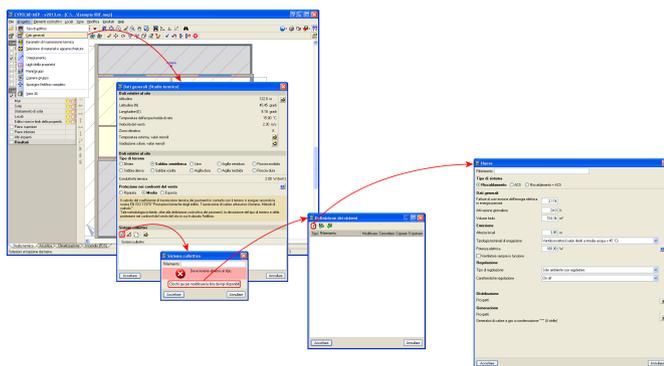


Fig. 3.17

### 3.4.2.1 Sistema di riscaldamento

Bisogna qui attribuire un riferimento al sistema che si sta creando, specificarne i dati generali (fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria, ore di attivazione giornaliera e volume lordo della zona climatizzata) e, infine, i dati specifici per ogni sottosistema:

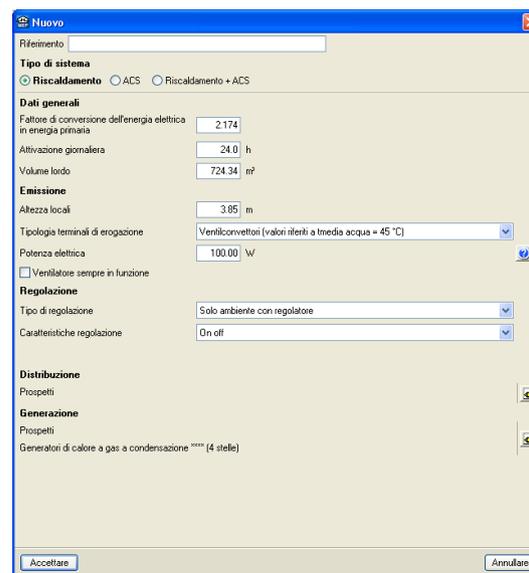


Fig. 3.18. Riquadro di dialogo "Nuovo" relativo alla definizione di un sistema di riscaldamento

#### 3.4.2.1.1 Sottosistema di emissione

Si devono definire l'altezza dei locali climatizzati e la tipologia dei terminali di erogazione, selezionabile da un menu a tendina. Nel momento in cui la scelta ricada su ventilconvettori o generatori d'aria calda, è necessario indicare se sono o meno presenti ausiliari elettrici e, in caso affermativo, specificare la potenza e la modalità di funzionamento del loro ventilatore (casella **Ventilatore sempre in funzione**):

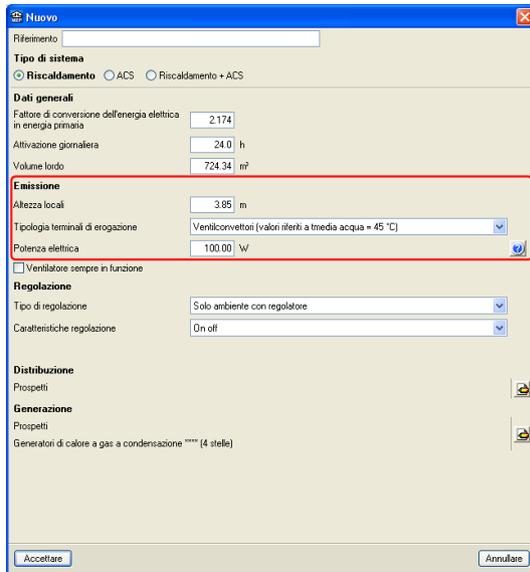


Fig. 3.19. Definizione del sottosistema di emissione per un sistema di riscaldamento

Cliccando sull'icona  si apre il riquadro di dialogo riportato nella figura seguente, che serve da aiuto per l'inserimento della potenza degli ausiliari elettrici:

Potenza elettrica			
Categoria di terminali	Tipologie	Fabbisogni elettrici unitari	
		Portata d'aria m³/h	Potenza elettrica <sup>(*)</sup> W
Terminali di erogazione ad acqua con ventilatore a bordo (emissione prevalente per convezione forzata)	Ventilconvettori, convettori ventilati, apparecchi in genere con ventilatore ausiliario	Fino a 200 m³/h	40
		Da 200 a 400 m³/h	50
		Da 400 a 600 m³/h	60
Generatori d'aria calda non canalizzati <sup>(**)</sup>	Generatori pensili - Generatori a basamento - Roof top	1 500	90
		2 500	170
		3 000	250
		4 000	350
		6 000	700
		8 000	900

(\*) Valori di default da utilizzare in mancanza di dati forniti dal fabbricante.  
 (\*\*) Nel caso di generatori canalizzati il fabbisogno di energia elettrica del ventilatore deve essere compreso nella distribuzione.

Fig. 3.20

### 3.4.2.1.2. Sottosistema di regolazione

Bisogna definire il tipo di regolazione da un menu a tendina; nel caso in cui la scelta ricada su regolazioni diverse da quella climatica (compensazione con sonda esterna), si devono indicare, sempre da un menu a tendina, le caratteristiche della regolazione (On off, PI o PID, P banda prop. 0,5°C, P banda prop. 1°C o P banda prop. 2°C):

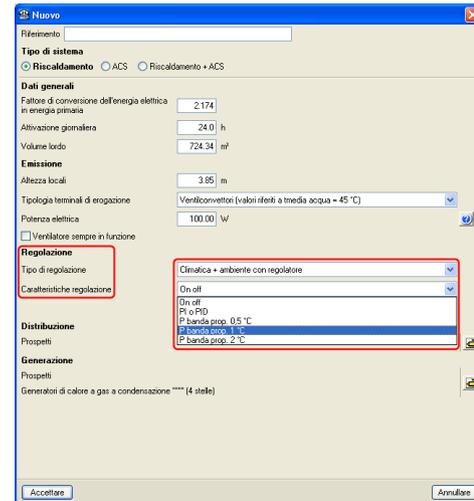


Fig. 3.21. Definizione del sottosistema di regolazione per un sistema di riscaldamento

### 3.4.2.1.3. Sottosistema di distribuzione

Per quanto concerne la valutazione del rendimento di distribuzione, è possibile ricorrere a prospetti contemplati dalla normativa o eseguire un calcolo più dettagliato conformemente a quanto previsto dall'Appendice A. Nel primo caso, è necessario indicare la tipologia di impianto da un menu a tendina, le condizioni di isolamento della rete di distribuzione (sempre da un menu a tendina), la potenza elettrica e la modalità di funzionamento di eventuali pompe (se presenti):

Nel secondo caso, si apre il riquadro di dialogo **Tubazione** in cui, oltre a dover specificare una serie di dati (diametro esterno della tubazione, lunghezza, tempo di attivazione, ecc.), bisogna indicare se si tratta di tubazioni non isolate (e, in tal caso, se sono o meno correnti in aria, Fig. 3.23) o di tubazioni isolate correnti in aria (Fig. 3.24) o incassate nella muratura, con tutti i dati che ne conseguono:

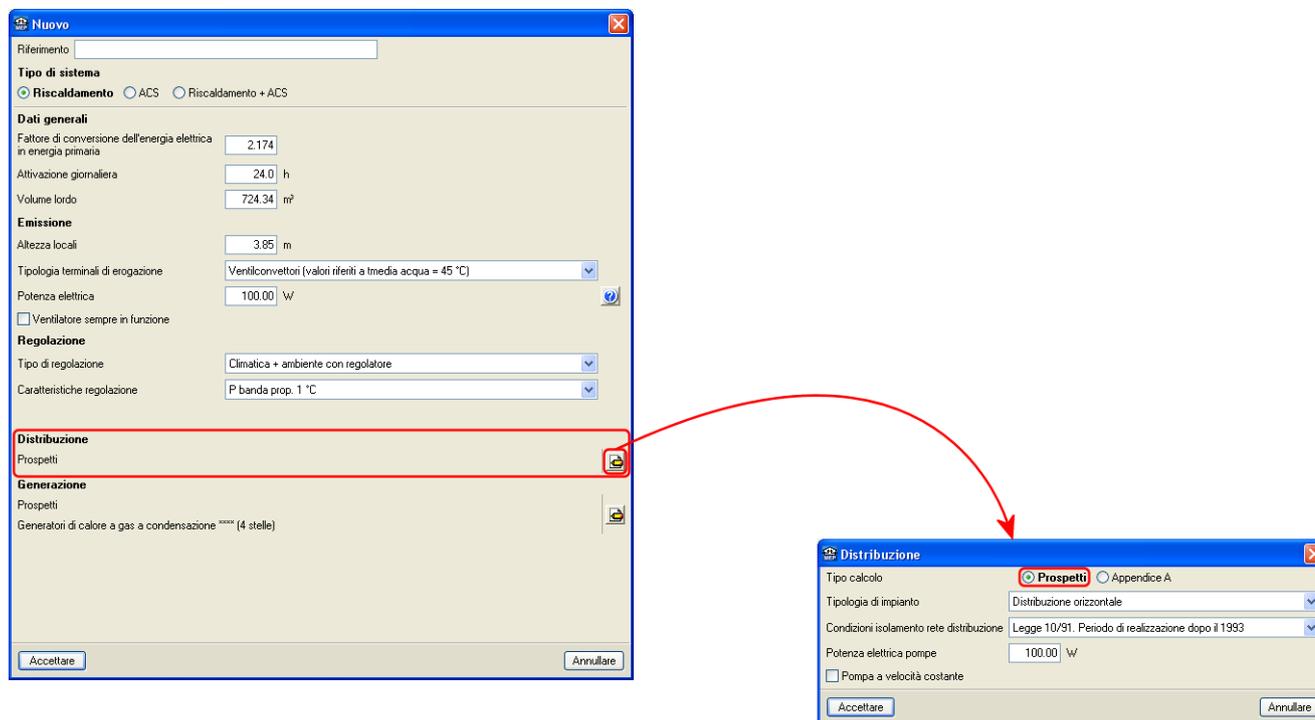


Fig. 3.22. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di distribuzione mediante prospetti contenenti dati precalcolati

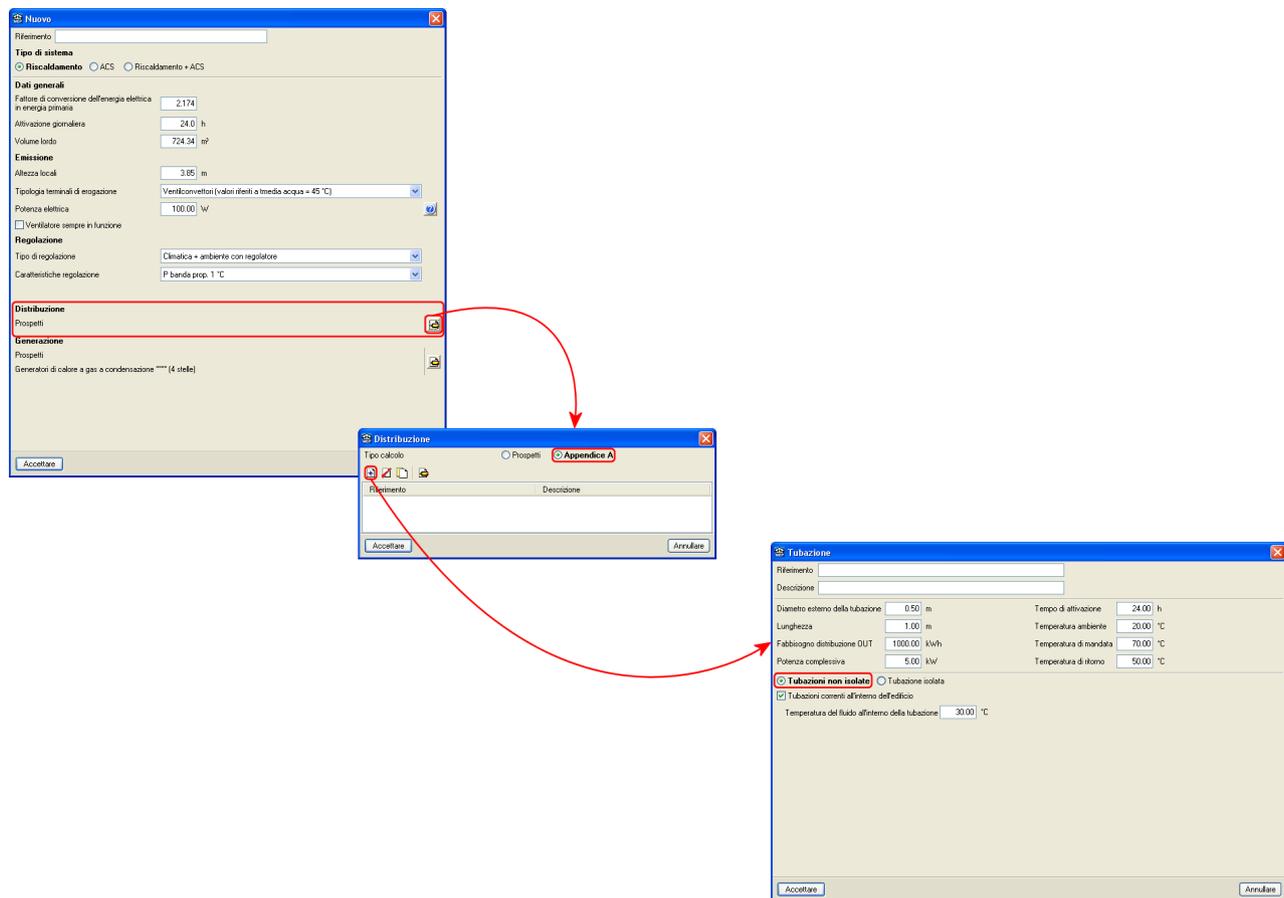


Fig. 3.23. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di distribuzione mediante Appendice A

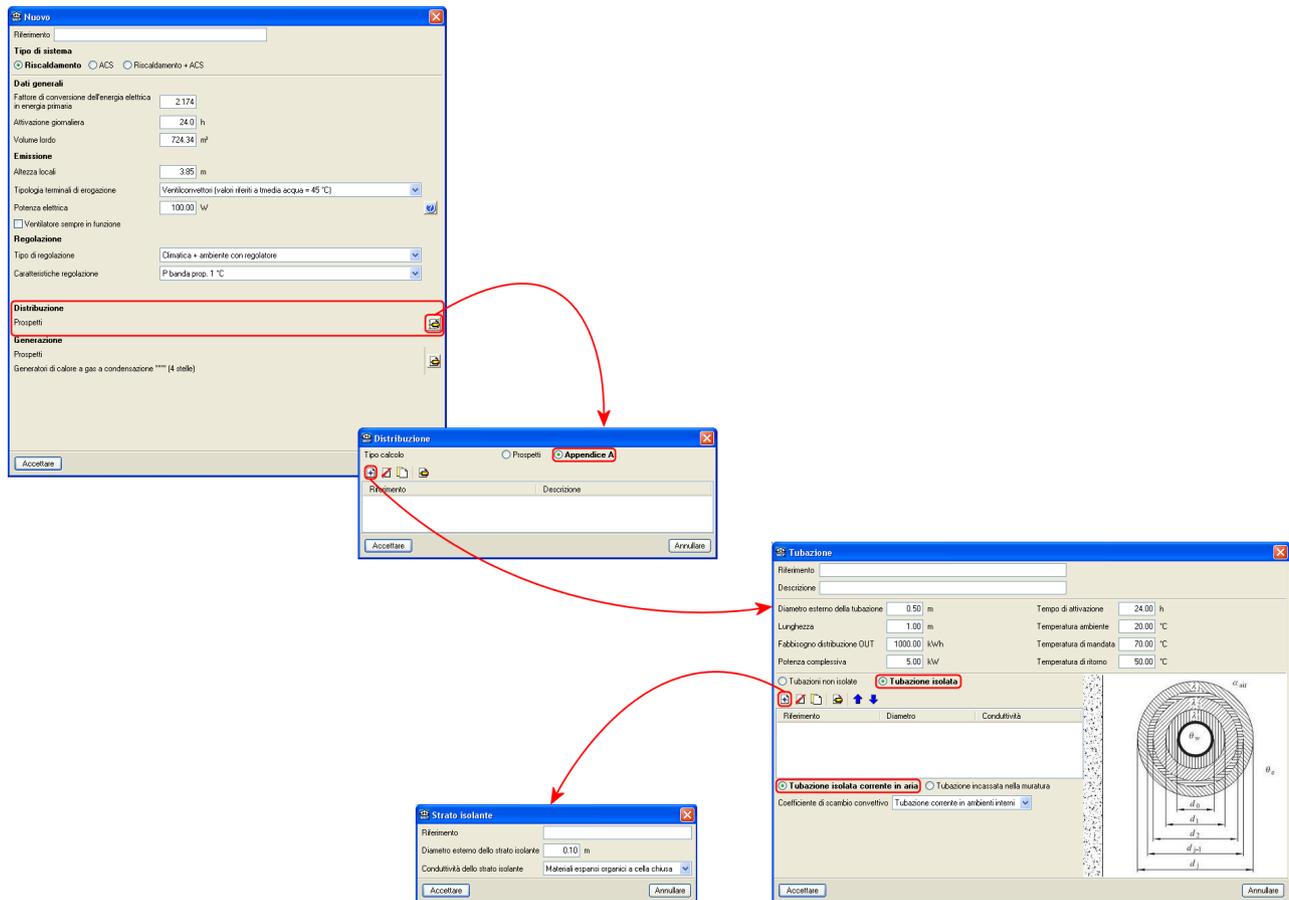


Fig. 3.24. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di distribuzione mediante Appendice A

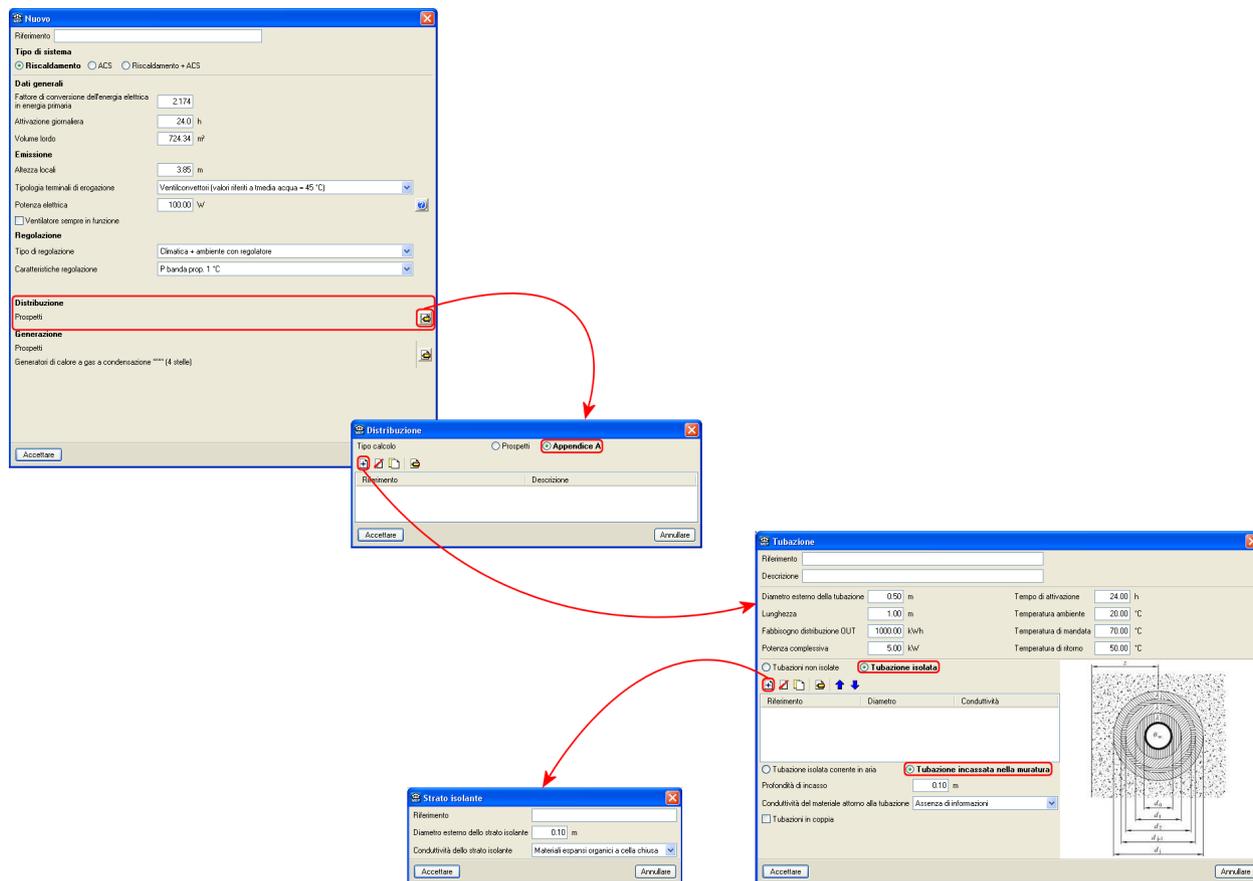


Fig. 3.25. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di distribuzione mediante Appendice A

### 3.4.2.1.4. Sottosistema di generazione

Analogamente alla distribuzione, anche il calcolo del sottosistema di generazione può essere condotto secondo prospetti contenenti dati precalcolati contemplati dalla normativa o, in maniera più dettagliata, ricorrendo al metodo basato sui dati dei generatori di calore dichiarati dalla Direttiva 92/42/CEE.

Nel primo caso, si devono specificare alcuni dati specifici correlati alla tipologia di generatore selezionato.

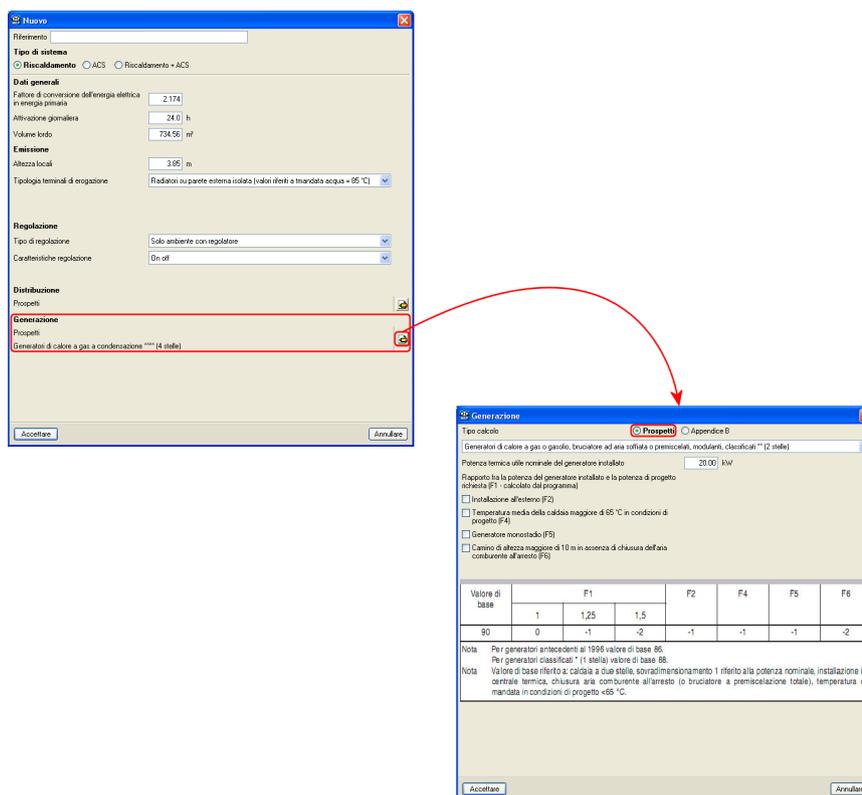


Fig. 3.26. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di generazione mediante prospetti contenenti dati precalcolati

Nel secondo caso, analogamente al primo, si devono indicare una serie di parametri specifici richiesti dalla generazione:

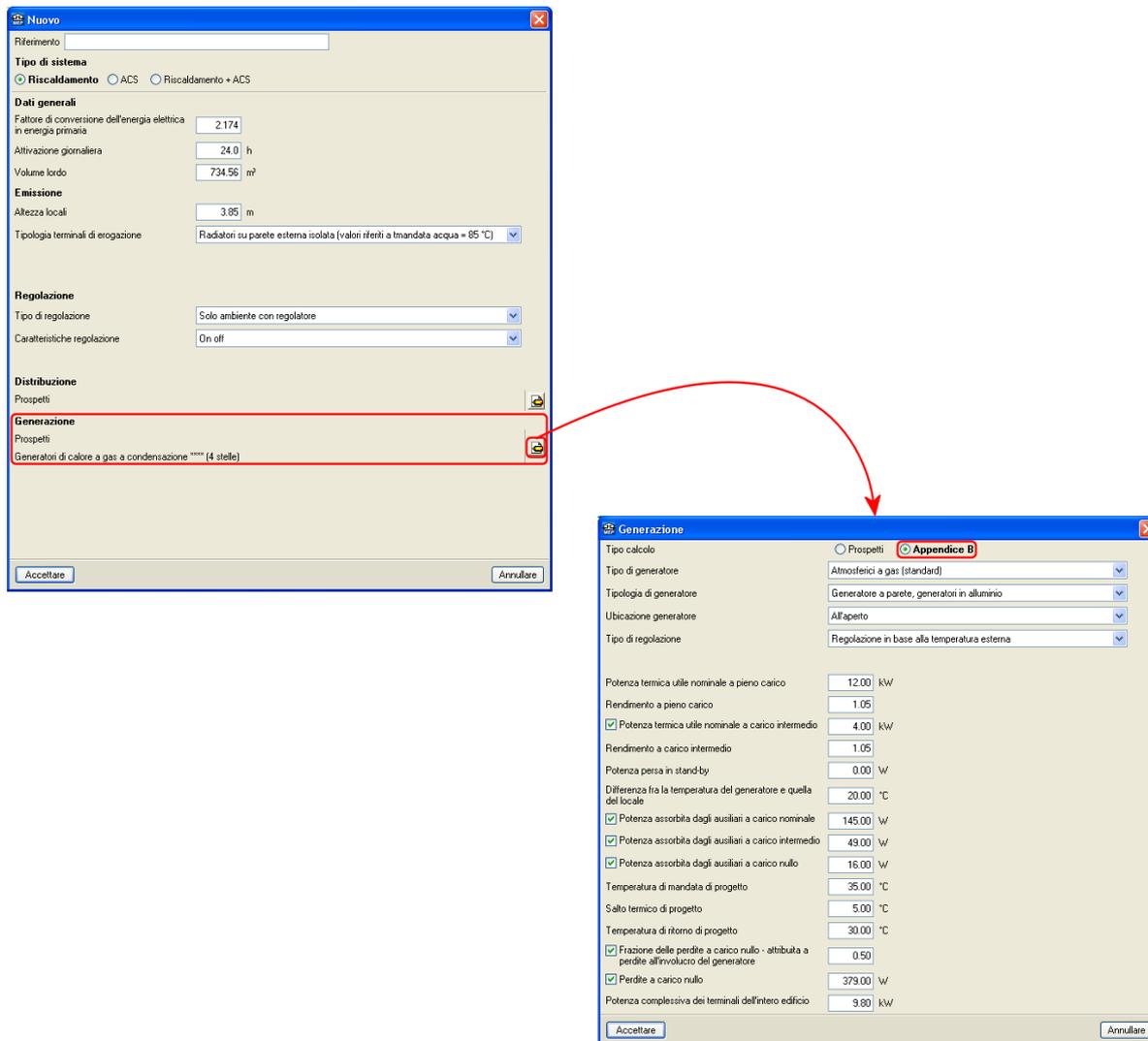


Fig. 3.27. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di generazione mediante Appendice B

### 3.4.2.2. Sistema di produzione di ACS

Per quanto concerne il sistema per la produzione di ACS, in primo luogo si deve indicare il fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria; a tale scopo, cliccando sull'icona , si apre il riquadro di dialogo illustrato in Fig. 3.28, il cui aspetto e contenuto variano sostanzialmente in funzione della destinazione cui è adibito l'edificio oggetto di studio.

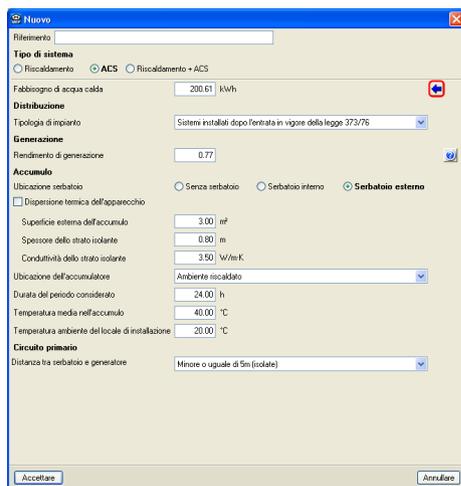


Fig. 3.28. Riquadro di dialogo “Nuovo” relativo alla definizione di un sistema per produzione di acqua calda sanitaria

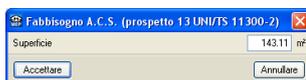


Fig. 3.29. Definizione dei parametri richiesti per il calcolo del fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria per edificio adibito ad uso residenziale



Fig. 3.30. Definizione dei parametri richiesti per il calcolo del fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria edificio adibito a usi diverse dalle abitazione (hotel e ospedali)

Introducendo i dati richiesti, il programma calcola automaticamente il fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria.

### 3.4.2.2.1. Sottosistema di distribuzione

Bisogna scegliere la tipologia di impianto da un menu a tendina, potendo optare o per sistemi installati prima dell'entrata in vigore della legge 373 o per sistemi installati dopo l'entrata in vigore della suddetta legge:

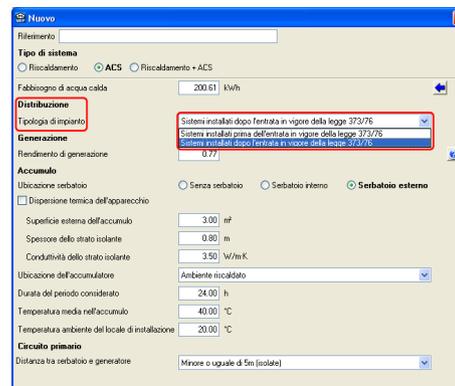


Fig. 3.31. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di distribuzione

### 3.4.2.2.2. Sottosistema di generazione

Si deve specificare il rendimento del sottosistema di generazione.

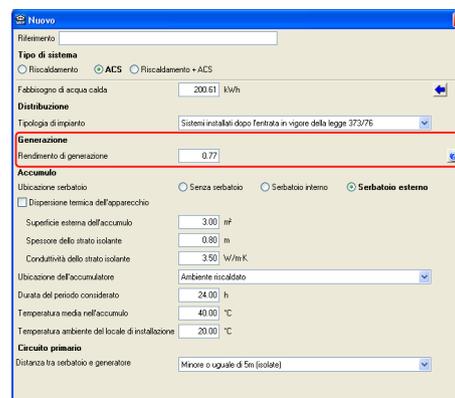


Fig. 3.32. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di generazione

Cliccando sul pulsante  compare il seguente riquadro di dialogo, che serve da aiuto per la definizione del rendimento stesso:

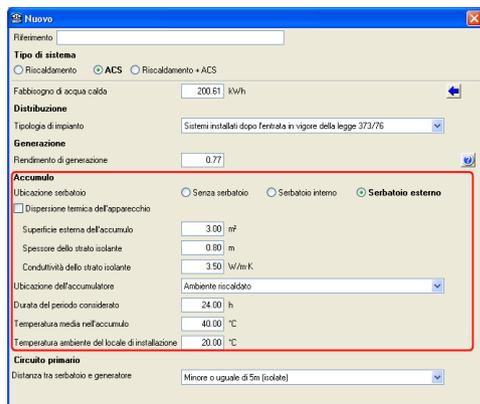
Rendimento di generazione			
Tipo di apparecchio	Versione	Rendimento istantaneo (%)	Rendimento stagionale (%)
Generatore a gas di tipo istantaneo per sola produzione di acqua calda sanitaria	Tipo B con pilota permanente	75	45
	Tipo B senza pilota	85	77
	Tipo C senza pilota	88	80
Generatore a gas ad accumulo per sola produzione di acqua calda sanitaria	Tipo B con pilota permanente	75	40
	Tipo B senza pilota	85	72
	Tipo C senza pilota	88	75
Bollitore elettrico ad accumulo	-	95	75**
Bollitori ad accumulo a fuoco diretto	A camera aperta	84	70
	A condensazione	98	90

\* I dati di rendimento riportati possono essere utilizzati in mancanza di dati forniti dal costruttore dell'apparecchio. Ai fini del calcolo dell'energia primaria, il fabbisogno di energia deve essere considerato tra i fabbisogni elettrici, applicando il relativo fattore di conversione.  
\*\* I rendimenti forniti dal prospetto tengono già conto, per gli apparecchi ad accumulo, della perdita di accumulo, valutata pari a circa il 10%.

Fig. 3.33

### 3.4.2.2.3. Sottosistema di accumulo

Si deve stabilire la presenza o meno di un sottosistema di accumulo; nel caso in cui si preveda un serbatoio ubicato all'esterno, è necessario introdurre una serie di dati (dispersione termica dell'apparecchio, superficie esterna dell'accumulo, spessore dello strato isolante, ecc.), analogamente a quanto riportato in Fig. 3.34.



**Nuovo**

Riferimento: \_\_\_\_\_

**Tipo di sistema**

Riscaldamento  ACS  Riscaldamento + ACS

Fabbisogno di acqua calda: 200.61 kWh

**Distribuzione**

Tipologia di impianto: Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76

**Generazione**

Rendimento di generazione: 0.77

**Accumulo**

Ubicazione serbatoio:  Senza serbatoio  Serbatoio interno  Serbatoio esterno

Dispersione termica dell'apparecchio

Superficie esterna dell'accumulo: 3.00 m<sup>2</sup>

Spessore dello strato isolante: 0.80 m

Conducibilità dello strato isolante: 3.50 W/m.K

Ubicazione dell'accumulatore: Ambiente riscaldato

Durata del periodo considerato: 24.00 h

Temperatura media nell'accumulo: 40.00 °C

Temperatura ambiente del locale di installazione: 20.00 °C

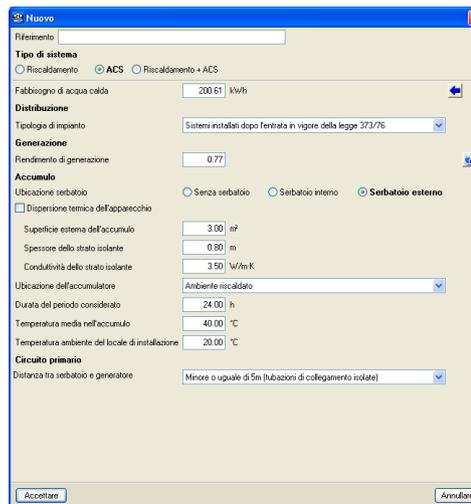
**Circuito primario**

Distanza tra serbatoio e generatore: Minore o uguale di 5m (tubazioni di collegamento isolate)

Fig. 3.34. Impostazione dei parametri per il calcolo del sottosistema di accumulo

### 3.4.2.2.4. Circuito primario

Bisogna qui specificare la distanza tra serbatoio e generatore.



**Nuovo**

Riferimento: \_\_\_\_\_

**Tipo di sistema**

Riscaldamento  ACS  Riscaldamento + ACS

Fabbisogno di acqua calda: 200.61 kWh

**Distribuzione**

Tipologia di impianto: Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76

**Generazione**

Rendimento di generazione: 0.77

**Accumulo**

Ubicazione serbatoio:  Senza serbatoio  Serbatoio interno  Serbatoio esterno

Dispersione termica dell'apparecchio

Superficie esterna dell'accumulo: 3.00 m<sup>2</sup>

Spessore dello strato isolante: 0.80 m

Conducibilità dello strato isolante: 3.50 W/m.K

Ubicazione dell'accumulatore: Ambiente riscaldato

Durata del periodo considerato: 24.00 h

Temperatura media nell'accumulo: 40.00 °C

Temperatura ambiente del locale di installazione: 20.00 °C

**Circuito primario**

Distanza tra serbatoio e generatore: Minore o uguale di 5m (tubazioni di collegamento isolate)

Fig. 3.35. Impostazione dei parametri per il calcolo del circuito primario

Qualora si selezioni una distanza minore o uguale di 5 m con tubazioni di collegamento non isolate o una distanza maggiore di 5 metri, si devono nuovamente definire le tubazioni ripassando dagli stessi riquadri di dialogo illustrati nelle Figg. 3.24 e 3.25:

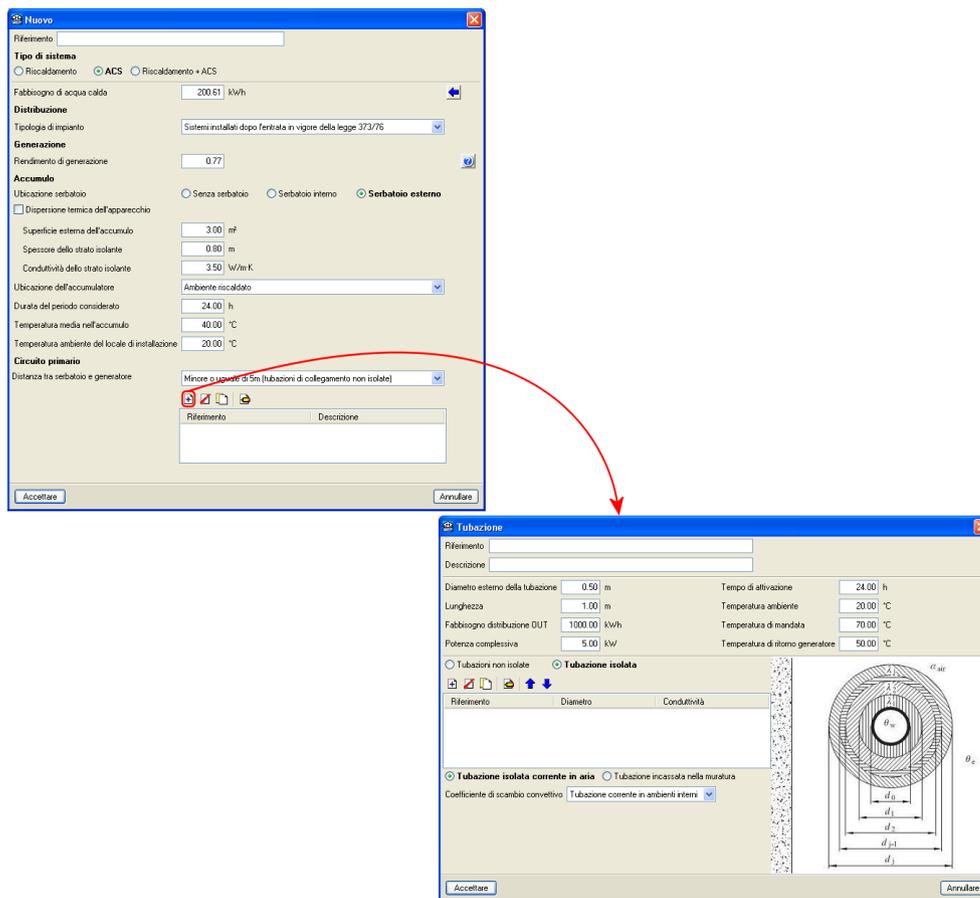


Fig. 3.36. Impostazione dei parametri per il calcolo del circuito primario

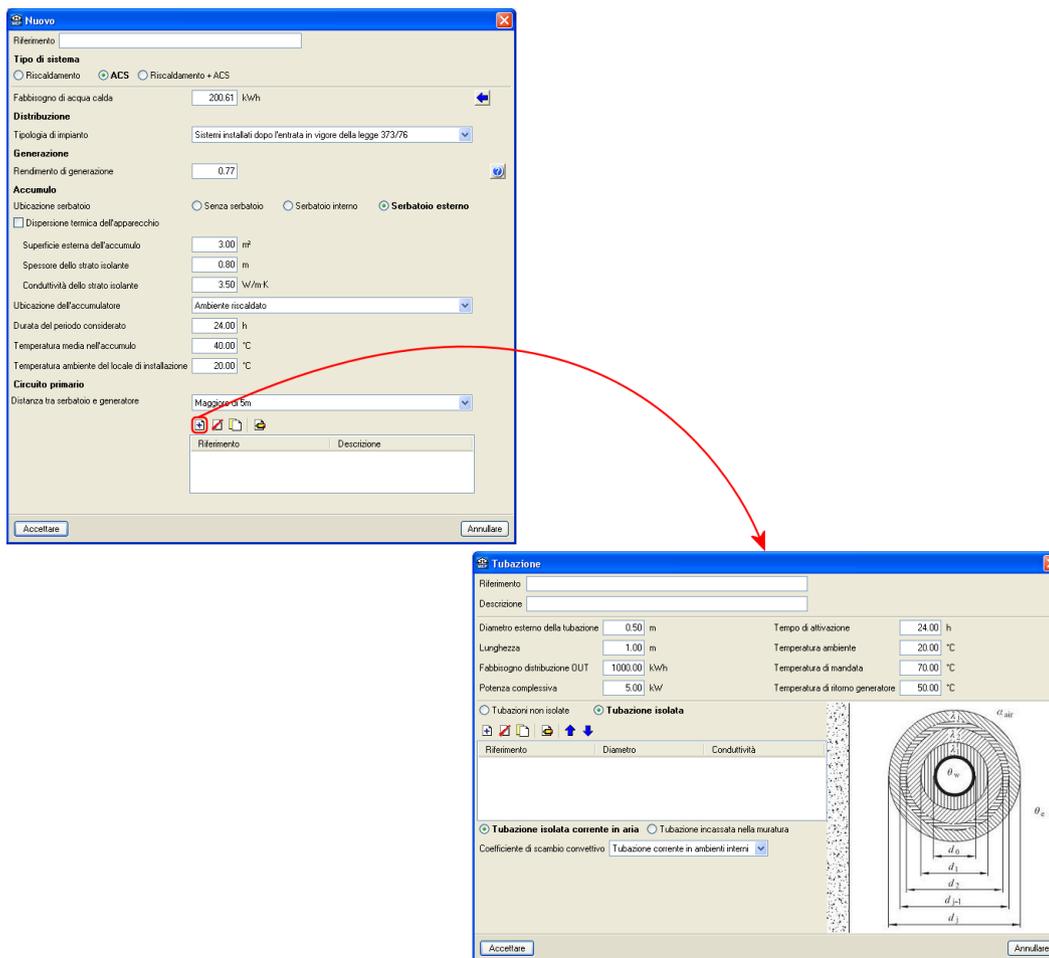


Fig. 3.37. Impostazione dei parametri per il calcolo del circuito primario

### 3.4.2.1. Sistema di riscaldamento e di produzione di ACS

La definizione di un sistema combinato di riscaldamento e di produzione di ACS si esegue dallo stesso riquadro di dialogo, che si compone di due linguette (**Riscaldamento** e **ACS**), il cui contenuto è esattamente analogo a quello esposto finora per entrambi i suddetti sistemi:

**Nuovo**

Riferimento: \_\_\_\_\_

**Tipo di sistema**

Riscaldamento  ACS  **Riscaldamento + ACS**

**Riscaldamento ACS**

**Dati generali**

Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria: 2.174

Attivazione giornaliera: 24.0 h

Volume lordo: 865.82 m³

**Emissione**

Altezza locali: 3.25 m

Tipologia terminali di erogazione: Ventilconvettori (valori riferiti a Tmedia acqua = 45 °C)

Potenza elettrica: 200.00 W

Ventilatore sempre in funzione

**Regolazione**

Tipo di regolazione: Solo ambiente con regolatore

Caratteristiche regolazione: On off

**Distribuzione**

Prospetti: \_\_\_\_\_

**Generazione**

Prospetti: \_\_\_\_\_

Generatori di calore a gas a condensazione \*\*\*\* (4 stufe)

Accettare Annullare

Fig. 3.38. Definizione del sistema di riscaldamento per sistema combinato

**Nuovo**

Riferimento: \_\_\_\_\_

**Tipo di sistema**

Riscaldamento  ACS  **Riscaldamento + ACS**

**Riscaldamento ACS**

Fabbisogno di acqua calda: 200.61 kWh

**Distribuzione**

Tipologia di impianto: Sistemi installati prima dell'entrata in vigore della legge 373/76

**Generazione**

Rendimento di generazione: 0.77

**Accumulo**

Ubicazione serbatoio:  Senza serbatoio  Serbatoio interno  **Serbatoio esterno**

Dispersione termica dell'apparecchio

Superficie esterna dell'accumulo: 2.50 m²

Spessore dello strato isolante: 0.60 m

Conducibilità dello strato isolante: 3.25 W/m·K

Ubicazione dell'accumulatore: Fuori dall'ambiente riscaldato

Durata del periodo considerato: 24.00 h

Temperatura media nell'accumulo: 45.00 °C

Temperatura ambiente del locale di installazione: 20.00 °C

**Circuito primario**

Distanza tra serbatoio e generatore: Minore o uguale di 5m (isolate)

Accettare Annullare

Fig. 3.39. Definizione del sistema di produzione di ACS per sistema combinato

### 3.4.3. Definizione del sistema di ventilazione

Si esegue nello stesso riquadro di dialogo che consente di generare una zona o di modificarne una creata in precedenza; a tale scopo, è necessario indicare l'indice di ricambio dell'aria esterna e il fattore di correzione del recuperatore di calore  $b_{VE}$ :

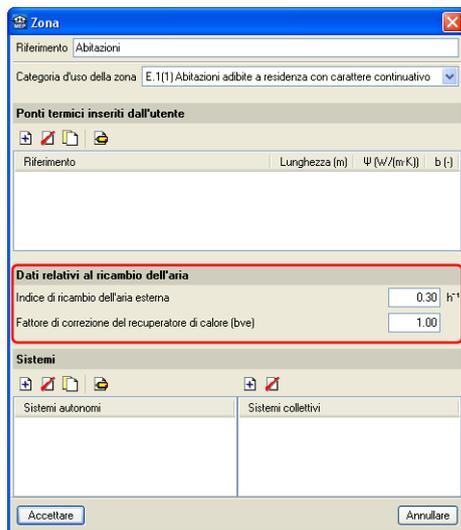


Fig. 3.40. Definizione del sistema di ventilazione

## 3.5. Calcolo e risultati dello studio termico

Dopo aver inserito tutti i dati richiesti dal programma, è possibile lanciare il calcolo cliccando sull'opzione **Calcolare** del menu **Risultati**, nel momento in cui si desidera unicamente calcolare l'impianto inserito nella corrispondente linguetta, o sull'opzione **Calcolare tutti gli impianti** del medesimo menu, se invece si intende eseguire il calcolo del complesso di impianti introdotti nelle diverse linguette del programma.

### 3.5.1. Messaggi di errore in output

Ultimata la procedura di calcolo, CYPECAD MEP mostra automaticamente sullo schermo nella finestra principale di lavoro tutti i messaggi di errore rilevati, che, a seconda della loro natura, si distinguono in:

- Errori inerenti all'introduzione dei dati: vengono rappresentati mediante un cerchio rosso o un triangolo giallo; indicano incoerenze in cui si è incappati durante l'inserimento dei dati. Il calcolo dell'edificio non può essere lanciato fino a quando non siano stati completamente corretti.
- Errori relativi ai risultati ottenuti in seguito al calcolo: analogamente ai precedenti, si rappresentano tramite un cerchio rosso o un triangolo giallo. In linea del tutto generale, i cerchi rossi indicano che una o più prescrizioni contemplate dalla normativa selezionata non è/sono rispettata/e, mentre i triangoli designano avvisi concernenti disposizioni relative ad elementi costruttivi non previste dalla normativa selezionata.

È possibile attivare o disattivare la visualizzazione degli errori dal riquadro **Errori** situato nella barra laterale sinistra della schermata principale di lavoro:



Fig. 3.41

o, alternativamente, cliccando sull'opzione **Mostrare i messaggi di errore** ubicata nel menu **Risultati**, operazione con cui compare la finestra riportata nella seguente figura:



Fig. 3.42

Nel caso in cui si decida di attivarne la visualizzazione, qualora in seguito al calcolo il programma abbia rilevato contemporaneamente sia errori che avvisi, nell'angolo inferiore destro della schermata principale di lavoro compare l'icona:



Per ottenere maggiori informazioni circa l'errore e/o l'avviso rilevato, è necessario disporre il cursore del mouse sul corrispondente simbolo identificativo situato nell'angolo inferiore destro della finestra principale di lavoro.

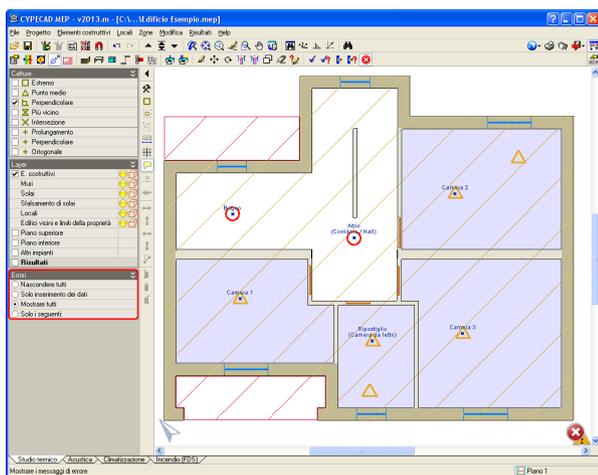


Fig. 3.43

Per conoscere dettagliatamente il contenuto di un errore e/o di un avviso, bisogna disporre il cursore del mouse al di sopra del corrispondente simbolo identificativo ubicato internamente all'edificio.

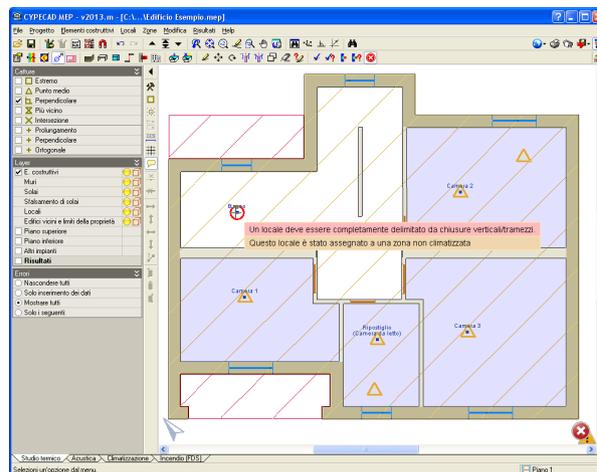


Fig. 3.44

### 3.5.2. Risultati in output

Ultimata la procedura di calcolo, è possibile visualizzare i risultati cliccando sull'opzione **Mostrare i risultati del calcolo** del menu **Risultati**.

In primo luogo, nella barra laterale situata nella parte sinistra della schermata principale di lavoro si riportano una serie di relazioni, cui è inoltre possibile accedere cliccando sull'icona **Relazioni del progetto** ubicata nell'angolo superiore destro della schermata principale di lavoro, tra le quali:

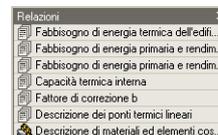


Fig. 3.45

## 1) Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1), così articolata:

- **Dati in ingresso per il calcolo e parametri caratteristici:** Oltre a un riepilogo dei dati inseriti dall'utente, contiene i calcoli e i risultati ottenuti inerenti al trasferimento di calore per trasmissione, al trasferimento di calore per ventilazione, agli apporti termici solari per riscaldamento, agli apporti termici solari per raffrescamento, agli apporti termici interni e all'extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste.

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

**1.1 - ZONA CLIMATIZZATA C1 - APPARTAMENTO AL PIANO TERRA**

**1.1.1 - Dati in ingresso per il calcolo e parametri caratteristici**

**1.1.1.1 - Dati generali**

Mese	$\theta_a$ (°C)	$I_t$ (W/m <sup>2</sup> )	$I_{t,ext}$ (W/m <sup>2</sup> )	$I_{t,int}$ (W/m <sup>2</sup> )	$I_{t,ext}$ (W/m <sup>2</sup> )	$I_{t,int}$ (W/m <sup>2</sup> )	$I_{t,ext}$ (W/m <sup>2</sup> )	$I_{t,int}$ (W/m <sup>2</sup> )	$I_{t,ext}$ (W/m <sup>2</sup> )
Gennaio	1.70	17.36	69.44	55.56	55.56	33.56	33.56	18.52	17.36
Febbraio	4.20	37.04	100.69	84.49	84.49	59.03	59.03	33.56	27.78
Marzo	9.20	75.23	129.63	122.69	122.69	98.38	98.38	61.34	42.82
Aprile	12.80	113.43	126.16	140.05	140.05	131.94	131.94	94.91	62.50
Ottobre	12.50	52.08	119.21	103.01	103.01	74.07	74.07	41.67	32.41
Novembre	7.90	21.99	77.55	62.50	62.50	39.35	39.35	21.99	19.68
Dicembre	3.10	15.05	62.50	49.77	49.77	30.09	30.09	16.20	15.05

Zona climatica  $E$

$\theta_{int}$  Temperatura interna di progetto per riscaldamento 20.00°C

$\theta_{int}$  Temperatura interna di progetto per raffrescamento 26.00°C

A Superficie totale utile di pavimento 143.11m<sup>2</sup>

$n_{ext}$  Tasso di ricambio d'aria esterna minimo per ora 0.30h<sup>-1</sup>

V Volume netto dell'ambiente climatizzato 493.72m<sup>3</sup>

V Volume lordo dell'ambiente climatizzato 689.11m<sup>3</sup>

**1.1.2 - Parametri caratteristici**

**1.1.2.1 - Trasferimento di calore per trasmissione**

**DISPERSIONI DIRETTAMENTE ALL'ESTERNO**

Muri esterni	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	U-A (W/K)
Parete esterna da 33 cm di spessore	156.07	0.29	45.69
	2.88	1.00	2.88
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	3.64	2.23	8.13
<b>TOTALE</b>			<b>56.69</b>

Aperture vetrate esterne	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	U-A (W/K)
Finestra di doppi vetri normali	13.44	2.36	31.78
Finestra di doppi vetri normali	3.12	2.37	7.38
Finestra di doppi vetri normali	1.28	3.18	4.07
<b>TOTALE</b>			<b>43.24</b>

Ponti termici lineari	l (m)	$\psi$ (W/mK)	$l \cdot \psi$ (W/K)
C2	17.25	0.100	1.73
IF2	102.50	0.525	53.81
W17	61.20	0.400	24.48
C6	6.90	-0.100	-0.69
P2	34.50	1.200	41.40

Pagina 4

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

**Ponti termici lineari**

	l (m)	$\psi$ (W/mK)	$l \cdot \psi$ (W/K)
IWS	10.35	0.100	1.03
<b>TOTALE</b>			<b>121.76</b>

**Totale all'esterno:**  
 $H_0 = \sum A_e \cdot U_e + \sum l_e \cdot \psi_e = 56.69 + 43.24 + 121.76 = 221.69$  W/K

**PERDITE ATTRAVERSO L'INVOLUCRO INTERNO**

**Riscaldamento**

Tetti in contatto con locali non abitabili	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$b_c$ (-)	U-A· $b_c$ (W/K)
Solaio da 35 cm di spessore	137.85	0.31	0.78	33.36
Solaio da 40 cm di spessore	143.11	0.27	0.67	25.67
<b>TOTALE</b>				<b>59.03</b>

**Raffrescamento**

Tetti in contatto con locali non abitabili	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$b_c$ (-)	U-A· $b_c$ (W/K)
Solaio da 35 cm di spessore	137.85	0.32	0.78	34.88
Solaio da 40 cm di spessore	143.11	0.26	0.67	24.74
<b>TOTALE</b>				<b>59.62</b>

**Totale attraverso l'involucro interno:**  
 Riscaldamento:  $H_{int} = \sum A_e \cdot U_e \cdot b_{c,e} + \sum l_e \cdot \psi_e \cdot b_{c,e} = 59.03$  W/K  
 Raffrescamento:  $H_{int} = \sum A_e \cdot U_e \cdot b_{c,e} + \sum l_e \cdot \psi_e \cdot b_{c,e} = 59.62$  W/K

**Coefficiente globale di scambio termico per trasmissione della zona considerata:**  
 Riscaldamento:  $H_{tot} = H_0 + H_{int} + H_{ext} = 221.69 + 59.03 = 280.73$  W/K  
 Raffrescamento:  $H_{tot} = H_0 + H_{int} + H_{ext} = 221.69 + 59.62 = 281.31$  W/K

**1.1.2.2 - Trasferimento di calore per ventilazione**

Fattore di correzione del recupero di calore  $b_{v,ext} = \frac{1.00}{1 + \frac{x}{1.3}}$

Tasso di ricambio d'aria  $n = \frac{0.30}{x} \text{ h}^{-1}$

Volume netto dell'ambiente climatizzato  $V = \frac{493.72}{x} \text{ m}^3$

Trasferimento di calore per ventilazione  $H_{vent} = \frac{493.72}{x} \text{ kWh}$

**1.1.2.3 - Apporti termici solari per riscaldamento**

**ELEMENTI VETRATI**

GENNAIO							
Rif	Orientamento	Tipo	$A_{gl}$ (m <sup>2</sup> )	$g_{gl}$	$F_{ext}$	$1 - F_{ext}$	$A_{gl} \cdot F_{ext}$
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.79	0.78	2.40
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.77	0.78	1.55

Pagina 5

Fabbrioglio di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	g <sub>p</sub>	F <sub>in,sp</sub>	1 - F <sub>r</sub>	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.91	0.78	0.92	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.91	0.80	1.53	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.91	0.78	0.92	0.60
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00

FEBBRAIO

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	g <sub>p</sub>	F <sub>in,sp</sub>	1 - F <sub>r</sub>	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.76	0.78	2.31	1.00
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.77	0.78	1.56	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.92	0.78	0.93	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.92	0.80	1.55	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.92	0.78	0.93	0.72
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00

MARZO

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	g <sub>p</sub>	F <sub>in,sp</sub>	1 - F <sub>r</sub>	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.75	0.78	2.27	1.00
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.74	0.78	1.50	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.88	0.78	0.90	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.88	0.80	1.49	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.88	0.78	0.90	0.73
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00

APRILE

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	g <sub>p</sub>	F <sub>in,sp</sub>	1 - F <sub>r</sub>	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.76	0.78	2.31	1.00
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.75	0.78	1.51	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.88	0.78	0.89	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.88	0.80	1.48	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.88	0.78	0.89	0.79
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00

OTTOBRE

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	g <sub>p</sub>	F <sub>in,sp</sub>	1 - F <sub>r</sub>	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.74	0.78	2.26	1.00
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.72	0.78	1.47	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.87	0.80	1.47	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	0.68
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00

NOVEMBRE

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	g <sub>p</sub>	F <sub>in,sp</sub>	1 - F <sub>r</sub>	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.80	0.78	2.43	1.00

Pagina 6

Fabbrioglio di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	g <sub>p</sub>	F <sub>in,sp</sub>	1 - F <sub>r</sub>	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.74	0.78	1.51	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.89	0.78	0.90	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.89	0.80	1.50	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.89	0.78	0.90	0.61
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00

DICEMBRE

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>tr</sub> (m <sup>2</sup> )	g <sub>p</sub>	F <sub>in,sp</sub>	1 - F <sub>r</sub>	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.78	0.78	2.36	1.00
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.76	0.78	1.54	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.91	0.78	0.92	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.91	0.80	1.54	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.91	0.78	0.92	0.58
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00

Mese	ΣA <sub>tr</sub> ·F <sub>in,sp</sub> ·I <sub>tr</sub> SE (W)	ΣA <sub>tr</sub> ·F <sub>in,sp</sub> ·I <sub>tr</sub> SW (W)	ΣA <sub>tr</sub> ·F <sub>in,sp</sub> ·I <sub>tr</sub> NE (W)	ΣA <sub>tr</sub> ·F <sub>in,sp</sub> ·I <sub>tr</sub> (W)	t (horas/1000)	Φ <sub>sol,inc</sub> ·t (kWh)
Gennaio	86.32	133.31	68.56	288.19	0.74	214.41
Febbraio	132.17	195.11	126.80	456.08	0.67	306.49
Marzo	184.53	278.75	229.33	692.60	0.74	515.30
Aprile	211.63	324.15	357.01	892.79	0.36	321.40
Ottobre	150.92	232.95	152.61	536.47	0.41	218.88
Novembre	94.23	151.97	80.49	326.68	0.72	235.21
Dicembre	76.80	117.31	59.88	253.98	0.74	188.96

$$Q_{irr} = (\Sigma\Phi_{sol,inc}) \times t + (\Sigma(1 - b_{s,irr}) \times t)$$

Mese	Φ <sub>sol,inc</sub> ·t (kWh)	Φ <sub>sol,inc</sub> ·t × (1 - b <sub>s</sub> ) (kWh)	Q <sub>irr</sub> (kWh)
Gennaio	214.41	0.00	214.41
Febbraio	306.49	0.00	306.49
Marzo	515.30	0.00	515.30
Aprile	321.40	0.00	321.40
Ottobre	218.88	0.00	218.88
Novembre	235.21	0.00	235.21
Dicembre	188.96	0.00	188.96

ELEMENTI OPACHI

GENNAIO									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>s</sub>	R <sub>int</sub>	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,th</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00

Pagina 7

**Fabbrico di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Calcolatore online data: 2019/11

Rif	Orientamento	Tipo	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	Colore	$\alpha_s$	$R_{se}$	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	$A_{se}$	$F_{s,se}$
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.66
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.60
	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.60
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

**FEBBRAIO**

Rif	Orientamento	Tipo	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	Colore	$\alpha_s$	$R_{se}$	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	$A_{se}$	$F_{s,se}$
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.77
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.72
	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.72
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

**MARZO**

Rif	Orientamento	Tipo	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	Colore	$\alpha_s$	$R_{se}$	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	$A_{se}$	$F_{s,se}$
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00

Pagina 8

**Fabbrico di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Calcolatore online data: 2019/11

Rif	Orientamento	Tipo	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	Colore	$\alpha_s$	$R_{se}$	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	$A_{se}$	$F_{s,se}$
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.77
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.73
	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.73
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

**APRILE**

Rif	Orientamento	Tipo	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	Colore	$\alpha_s$	$R_{se}$	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	$A_{se}$	$F_{s,se}$
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.82
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.79
	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.79
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

**OTTOBRE**

Rif	Orientamento	Tipo	$A_s$ (m <sup>2</sup> )	Colore	$\alpha_s$	$R_{se}$	$U$ (W/m <sup>2</sup> K)	$A_{se}$	$F_{s,se}$
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00

Pagina 9

**Fabbriozio di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>e</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A <sub>int</sub>	F <sub>int,0,6</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.74
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.68
	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.68
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

NOVEMBRE									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>e</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A <sub>int</sub>	F <sub>int,0,6</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.68
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.61
	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.61
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

DICEMBRE									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>e</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A <sub>int</sub>	F <sub>int,0,6</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00

Pagina 10

**Fabbriozio di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>e</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> ·K)	A <sub>int</sub>	F <sub>int,0,6</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.64
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.58
	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.58
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

Mese	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> SE (W)	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> SW (W)	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> NE (W)	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> NW (W)	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> (W)	t (horas/1000)	Φ <sub>int,0,6</sub> x t (kWh)
Gennaio	11.53	31.22	6.23	3.57	52.56	0.74	39.10
Febbraio	17.53	47.49	11.66	6.74	83.42	0.67	56.06
Marzo	25.46	68.95	21.36	12.35	128.12	0.74	95.32
Aprile	29.06	78.71	33.48	19.48	160.73	0.36	57.86
Ottobre	21.38	57.89	14.35	8.27	101.89	0.41	41.57
Novembre	12.97	35.13	7.43	4.27	59.80	0.72	43.05
Dicembre	10.33	27.97	5.42	3.11	46.83	0.74	34.84

Mese	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> SE (W)	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> SW (W)	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> NE (W)	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> NW (W)	ΣA <sub>int</sub> F <sub>int,0,6</sub> ·I <sub>ext</sub> (W)	t (horas/1000)	Φ <sub>int,0,6</sub> x t x (1 - b <sub>e</sub> ) (kWh)
Gennaio	1.20	0.23	1.50	0.80	3.90	0.74	2.90
Febbraio	1.95	0.36	3.20	1.69	7.19	0.67	4.83
Marzo	2.83	0.52	5.92	3.10	12.37	0.74	9.20
Aprile	3.23	0.59	9.84	4.91	18.57	0.36	6.68
Ottobre	2.37	0.43	3.80	2.06	8.67	0.41	3.54
Novembre	1.44	0.26	1.83	1.06	4.59	0.72	3.30
Dicembre	1.15	0.21	1.28	0.76	3.40	0.74	2.53

$$Q_{int} = (\Sigma \Phi_{int,0,6}) \times t + (\Sigma (1 - b_e) \Phi_{int,0,6}) \times t$$

Mese	Φ <sub>int,0,6</sub> x t (kWh)	Φ <sub>int,0,6</sub> x t x (1 - b <sub>e</sub> ) (kWh)	Q <sub>int</sub> (kWh)
Gennaio	39.10	2.90	42.01
Febbraio	56.06	4.83	60.89
Marzo	95.32	9.20	104.52
Aprile	57.86	6.68	64.55
Ottobre	41.57	3.54	45.11
Novembre	43.05	3.30	46.36

Pagina 11

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Mese	$\Phi_{sol,est,est} \times t$ (kWh)	$\Phi_{sol,est,est} \times t \times (1 - b_s)$ (kWh)	$Q_{th}$ (kWh)
Dicembre	34.84	2.53	37.37

**1.1.2.4.- Apporti termici solari per riscaldamento**

ELEMENTI VETRATI									
APRILE									
Rif	Orientamento	Tipo	$A_{gl}$ (m <sup>2</sup> )	$g_f$	$F_{in,gl}$	$1 - F_r$	$A_{gl}$	$F_{in,gl}$	
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.76	0.78	2.31	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.75	0.78	1.51	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.88	0.78	0.89	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.88	0.80	1.48	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.88	0.78	0.89	0.79	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00	
MAGGIO									
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.78	0.78	2.37	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.77	0.78	1.55	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.88	0.78	0.89	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.88	0.80	1.48	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.88	0.78	0.89	0.80	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00	
GIUGNO									
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.78	0.78	2.38	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.77	0.78	1.56	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.87	0.80	1.47	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	0.80	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00	
LUGLIO									
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.76	0.78	2.32	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.76	0.78	1.54	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.87	0.80	1.47	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	0.80	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00	
AGOSTO									

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Rif	Orientamento	Tipo	$A_{gl}$ (m <sup>2</sup> )	$g_f$	$F_{in,gl}$	$1 - F_r$	$A_{gl}$	$F_{in,gl}$
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.74	0.78	2.25	1.00
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.74	0.78	1.49	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.87	0.80	1.47	1.00
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	0.80
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00

SETTEMBRE									
Rif	Orientamento	Tipo	$A_{gl}$ (m <sup>2</sup> )	$g_f$	$F_{in,gl}$	$1 - F_r$	$A_{gl}$	$F_{in,gl}$	
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.74	0.78	2.25	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.73	0.78	1.48	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.87	0.80	1.47	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	0.76	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00	
OTTOBRE									
Finestra di doppi vetri normali	SW	Doppio	5.76	0.68	0.74	0.78	2.26	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	SE	Doppio	3.84	0.68	0.72	0.78	1.47	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	3.12	0.68	0.87	0.80	1.47	1.00	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.92	0.68	0.87	0.78	0.88	0.68	
Finestra di doppi vetri normali	NE	Doppio	1.28	0.68	1.00	0.81	0.70	1.00	

Mese	$\Sigma A_{gl} \cdot F_{in,gl} \cdot I_{sol}$ SE (W)	$\Sigma A_{gl} \cdot F_{in,gl} \cdot I_{sol}$ SW (W)	$\Sigma A_{gl} \cdot F_{in,gl} \cdot I_{sol}$ NE (W)	$\Sigma A_{gl} \cdot F_{in,gl} \cdot L_{sol}$ (W)	t (hours/1000)	$\Phi_{sol,est,est} \times t$ (kWh)
Aprile	211.63	324.15	357.01	892.79	0.36	321.40
Maggio	221.18	337.07	466.95	1025.21	0.74	762.75
Giugno	225.81	344.09	529.39	1099.29	0.72	791.49
Luglio	250.03	375.91	555.87	1181.81	0.74	879.26
Agosto	229.35	346.48	424.89	1000.71	0.74	744.53
Settembre	201.54	306.67	280.08	788.30	0.72	567.57
Ottobre	150.92	232.95	152.61	536.47	0.34	180.26

$Q_{th} = (\Sigma \Phi_{sol,est,est}) \times t + (\Sigma (1 - b_s) \Phi_{sol,est,est}) \times t$

Mese	$\Phi_{sol,est,est} \times t$ (kWh)	$\Phi_{sol,est,est} \times t \times (1 - b_s)$ (kWh)	$Q_{th}$ (kWh)
Aprile	321.40	0.00	321.40
Maggio	762.75	0.00	762.75
Giugno	791.49	0.00	791.49
Luglio	879.26	0.00	879.26
Agosto	744.53	0.00	744.53
Settembre	567.57	0.00	567.57
Ottobre	180.26	0.00	180.26

Fabbrico di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra

ELEMENTI OPACHI									
APRILE									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>e</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> K)	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,04</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.82
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.79
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.79
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00
MAGGIO									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>e</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> K)	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,05</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.82
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.80
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.80
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

Fabbrico di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra

GIUGNO									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>e</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> K)	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,06</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.83
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.80
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.80
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00
LUGLIO									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>e</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> K)	A <sub>tot</sub>	F <sub>tot,07</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.82
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.80
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.80
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00
AGOSTO									

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>s</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> K)	A <sub>se</sub>	F <sub>se,0,10</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.83
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.80
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.80
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

SETTEMBRE									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>s</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> K)	A <sub>se</sub>	F <sub>se,0,10</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.80
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.76
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.76
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

OTTOBRE									
Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>s</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> K)	A <sub>se</sub>	F <sub>se,0,10</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.80
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.76
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.76
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Rif	Orientamento	Tipo	A <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )	Colore	α <sub>s</sub>	R <sub>se</sub>	U (W/m <sup>2</sup> K)	A <sub>se</sub>	F <sub>se,0,10</sub>
Parete esterna da 33 cm di spessore	SW	Facciata	48.55	Medio	0.60	0.04	0.29	0.34	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	SE	Facciata	27.08	Medio	0.60	0.04	0.29	0.19	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	35.77	Medio	0.60	0.04	0.29	0.25	1.00
	SW	Ponte termico piano	1.08	Medio	0.60	0.04	1.00	0.03	1.00
	SE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.72	Medio	0.60	0.04	1.00	0.02	1.00
Parete esterna da 33 cm di spessore	NE	Facciata	13.49	Medio	0.60	0.04	0.29	0.09	0.74
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	21.98	Medio	0.60	0.04	0.29	0.15	1.00
	NE	Ponte termico piano	0.36	Medio	0.60	0.04	1.00	0.01	0.68
Parete esterna da 33 cm di spessore	NW	Facciata	9.21	Medio	0.60	0.04	0.29	0.06	0.68
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	SW	Porta esterna	3.64	Medio	0.60	0.04	2.23	0.20	1.00

Mese	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> SE (W)	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> SW (W)	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> NE (W)	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> NW (W)	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> (W)	t (horas/1000)	Φ <sub>se,mese</sub> x t (kWh)
Aprile	29.06	78.71	33.48	19.48	160.73	0.36	57.86
Maggio	29.54	80.01	43.77	25.50	178.82	0.74	133.04
Giugno	30.02	81.31	49.95	29.11	190.40	0.72	137.09
Luglio	33.62	91.07	52.31	30.51	207.51	0.74	154.39
Agosto	31.94	86.51	40.12	23.36	181.94	0.74	135.36
Settembre	28.34	76.76	26.38	15.30	146.77	0.72	105.68
Ottobre	21.38	57.89	14.35	8.27	101.89	0.34	34.24

Mese	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> SE (W)	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> SW (W)	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> NE (W)	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> NW (W)	ΣA <sub>se</sub> ·F <sub>se,0,10</sub> ·I <sub>se</sub> (W)	t (horas/1000)	Φ <sub>se,mese</sub> x t x (1 - b <sub>se</sub> ) (kWh)
Aprile	3.23	0.59	9.84	4.91	18.57	0.36	6.68
Maggio	3.28	0.60	12.98	6.44	23.30	0.74	17.33
Giugno	3.34	0.61	14.86	7.35	26.16	0.72	18.83
Luglio	3.74	0.68	15.53	7.70	27.64	0.74	20.57
Agosto	3.55	0.65	11.89	5.90	21.98	0.74	16.36
Settembre	3.15	0.58	7.53	3.85	15.10	0.72	10.87
Ottobre	2.37	0.43	3.80	2.06	8.67	0.34	2.91

$$Q_{se} = (\sum \Phi_{se,mese}) \times t + \{\sum (1 - b_{se}) \Phi_{se,mese}\} \times t$$

Mese	Φ <sub>se,mese</sub> x t (kWh)	Φ <sub>se,mese</sub> x t x (1 - b <sub>se</sub> ) (kWh)	Q <sub>se</sub> (kWh)
Aprile	57.86	6.68	64.55
Maggio	133.04	17.33	150.38

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

Mese	$\Phi_{\text{trans,ext}} \times t$ (kWh)	$\Phi_{\text{trans,int}} \times t \times (1 - b_e)$ (kWh)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)
Giugno	137.09	18.83	155.92
Luglio	154.39	20.57	174.96
Agosto	135.36	16.36	151.72
Settembre	105.68	10.87	116.55
Ottobre	34.24	2.91	37.15

**1.1.2.5.- Apporti termici interni**

Superficie utile di pavimento  $\boxed{143.11}$  m<sup>2</sup>

Flusso totale di calore dovuto ad occupanti e apparecchiature  $Q_{\text{int}} \boxed{438.74}$  W

**1.1.2.6.- Extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste**

Designazione	A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> K)	$\epsilon$ (W/m <sup>2</sup> K)	$h_{\text{re}} \times 5$ (W/m <sup>2</sup> K)	$\beta_{\text{re}}$ (K)	$R_{\text{re}}$ (m <sup>2</sup> K/W)	$\theta$ (W)	Fr	$\theta^* \text{Fr}$ (W)
Parete esterna da 33 cm di spessore	156.07	0.29	0.900	4.50		0.04	90.46	0.50	45.23
Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest	2.88	1.00	0.900	4.50		0.04	5.70	0.50	2.85
Doppi vetri normali	14.04	3.10	0.837	4.18	11.00	0.04	80.13	0.50	40.06
Finestra 120 x 160	2.94	2.10	0.900	4.50		0.04	12.22	0.50	6.11
Finestra 120 x 260	0.62	2.10	0.900	4.50		0.04	2.58	0.50	1.29
Finestra 80 x 80	0.24	2.10	0.900	4.50		0.04	1.01	0.50	0.51
<b>TOTALE</b>									<b>104.10</b>

**1.2.- Calcolo dettagliato dei fabbisogni annuali di energia per riscaldamento**

Mese	$Q_{\text{net}}$ (kWh)	$\tau_{\text{net}}$	$Q_{\text{net}}$ (kWh)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)
Gennaio	4571.79	1.00	582.84	3990.76
Febbraio	3574.80	0.99	662.21	2917.93
Marzo	2729.85	0.96	946.24	1818.25
Aprile	892.09	0.88	543.90	414.05
Ottobre	1052.57	0.94	443.00	634.55
Novembre	2950.76	0.99	597.46	2359.32
Dicembre	4227.96	1.00	552.75	3677.04
<b>TOTALE</b>				<b>15811.90</b>

Pagina 18

- **Calcolo dettagliato dei fabbisogni annuali di energia per riscaldamento (UNI/TS 11300-1):** Contiene i calcoli e i risultati ottenuti, per il periodo in cui è richiesta una climatizzazione invernale, relativi al trasferimento di calore per trasmissione, al trasferimento di calore per ventilazione, agli apporti termici interni e ai fattori di utilizzazione degli apporti termici.

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**

**1.2.1.- Trasferimento totale di calore**

Mese	$Q_{\text{net}}$ (kWh)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)
Gennaio	3899.58	672.21	4571.79
Febbraio	3050.58	524.22	3574.80
Marzo	2333.13	396.72	2729.85
Aprile	765.11	127.97	893.09
Ottobre	901.49	151.08	1052.57
Novembre	2520.63	430.13	2950.76
Dicembre	3607.17	620.79	4227.96

**1.2.1.1.- Trasferimento di calore per trasmissione**

Mese	$H_{\text{trans}}$ (W/K)	$\theta^* \text{Fr}$ (W)	$\theta_v$ (°C)	t (hours/1000)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)
Gennaio		170	0.74		3899.58
Febbraio		4,20	0.67		3050.58
Marzo		9,20	0.74		2333.13
Aprile	280.73	12,80	0.36		765.11
Ottobre		12,50	0.41		901.49
Novembre		7,90	0.72		2520.63
Dicembre		3,10	0.74		3607.17

**1.2.1.2.- Trasferimento di calore per ventilazione**

Mese	$H_{\text{vent}}$ (W/K)	$\theta_v$ (°C)	t (hours/1000)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)
Gennaio		1.70	0.74	672.21
Febbraio		4.20	0.67	524.22
Marzo		9.20	0.74	396.72
Aprile	49.37	12.80	0.36	127.97
Ottobre		12.50	0.41	151.08
Novembre		7.90	0.72	430.13
Dicembre		3.10	0.74	620.79

**1.2.2.- Apporti termici totali**

Mese	$Q_{\text{net}}$ (kWh)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)	$Q_{\text{net}}$ (kWh)
Gennaio	326.42	214.41	42.01	582.84
Febbraio	294.83	306.49	60.89	662.21
Marzo	326.42	515.30	104.52	946.24
Aprile	157.95	321.40	64.55	543.90
Ottobre	179.01	218.88	45.11	443.00
Novembre	315.89	235.21	46.36	597.46
Dicembre	326.42	188.96	37.37	552.75

Pagina 19

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**  
Edificio a volume

**1.2.2.1.- Apporti termici interni**

Mese	$\dot{Q}_{int}$ (W)	t (horas/1000)	$Q_{int}$ (kWh)
Gennaio	438.74	0.74	326.42
Febbraio		0.67	294.83
Marzo		0.74	326.42
Aprile		0.36	157.95
Ottobre		0.41	179.01
Novembre		0.72	315.89
Dicembre		0.74	326.42

**1.2.3.- Fattore di utilizzazione degli apporti termici**

Mese	$C_m$ (kJ/K)	$Q_{sup}$ (kWh)	$Q_{int}$ (kWh)	$\tau_{in}$	$\tau_{sup}$
Gennaio	30980.28	582.84	4571.79	0.13	1.00
Febbraio		662.21	3574.80	0.19	0.99
Marzo		946.24	2729.85	0.35	0.96
Aprile		543.90	893.09	0.61	0.88
Ottobre		443.00	1052.57	0.42	0.94
Novembre		597.46	2950.76	0.20	0.99
Dicembre		552.75	4227.96	0.13	1.00

**1.3.- Calcolo dettagliato dei fabbisogni annuali di energia per riscaldamento**

Mese	$Q_{sup}$ (kWh)	$\tau_{ca}$	$Q_{sup}$ (kWh)	$Q_{int}$ (kWh)
Aprile	1608.89	0.33	543.90	18.87
Maggio	2070.29	0.53	1239.55	143.42
Giugno	908.28	0.84	1263.30	501.19
Luglio	298.88	0.99	1380.64	1085.34
Agosto	544.90	0.94	1222.67	712.59
Settembre	1408.27	0.60	1000.02	157.52
Ottobre	1534.96	0.23	364.82	5.49
<b>TOTALE</b>			<b>2624.43</b>	

**1.3.1.- Trasferimento totale di calore**

Mese	$Q_{sup}$ (kWh)	$Q_{ca}$ (kWh)	$Q_{int}$ (kWh)
Aprile	1374.27	234.62	1608.89
Maggio	1772.75	297.54	2070.29
Giugno	783.86	124.42	908.28
Luglio	265.82	33.06	298.88
Agosto	475.11	69.79	544.90
Settembre	1209.20	199.07	1408.27
Ottobre	1311.01	223.95	1534.96

Pagina 20

- **Calcolo dettagliato dei fabbisogni annuali di energia per raffrescamento (UNI/TS 11300-1):** Contiene gli stessi parametri della relazione precedente, ma in questo caso i risultati si riferiscono al periodo per il quale è richiesta una climatizzazione estiva.

**Fabbisogno di energia termica dell'edificio (UNI/TS 11300-1) - Zona Climatizzata C1 - Appartamento al Piano Terra**  
Edificio a volume

**1.2.2.1.- Apporti termici interni**

Mese	$\dot{Q}_{int}$ (W)	t (horas/1000)	$Q_{int}$ (kWh)
Gennaio	438.74	0.74	326.42
Febbraio		0.67	294.83
Marzo		0.74	326.42
Aprile		0.36	157.95
Ottobre		0.41	179.01
Novembre		0.72	315.89
Dicembre		0.74	326.42

**1.2.3.- Fattore di utilizzazione degli apporti termici**

Mese	$C_m$ (kJ/K)	$Q_{sup}$ (kWh)	$Q_{int}$ (kWh)	$\tau_{in}$	$\tau_{sup}$
Gennaio	30980.28	582.84	4571.79	0.13	1.00
Febbraio		662.21	3574.80	0.19	0.99
Marzo		946.24	2729.85	0.35	0.96
Aprile		543.90	893.09	0.61	0.88
Ottobre		443.00	1052.57	0.42	0.94
Novembre		597.46	2950.76	0.20	0.99
Dicembre		552.75	4227.96	0.13	1.00

**1.3.- Calcolo dettagliato dei fabbisogni annuali di energia per riscaldamento**

Mese	$Q_{sup}$ (kWh)	$\tau_{ca}$	$Q_{sup}$ (kWh)	$Q_{int}$ (kWh)
Aprile	1608.89	0.33	543.90	18.87
Maggio	2070.29	0.53	1239.55	143.42
Giugno	908.28	0.84	1263.30	501.19
Luglio	298.88	0.99	1380.64	1085.34
Agosto	544.90	0.94	1222.67	712.59
Settembre	1408.27	0.60	1000.02	157.52
Ottobre	1534.96	0.23	364.82	5.49
<b>TOTALE</b>			<b>2624.43</b>	

**1.3.1.- Trasferimento totale di calore**

Mese	$Q_{sup}$ (kWh)	$Q_{ca}$ (kWh)	$Q_{int}$ (kWh)
Aprile	1374.27	234.62	1608.89
Maggio	1772.75	297.54	2070.29
Giugno	783.86	124.42	908.28
Luglio	265.82	33.06	298.88
Agosto	475.11	69.79	544.90
Settembre	1209.20	199.07	1408.27
Ottobre	1311.01	223.95	1534.96

Pagina 20

**1.3.1.1.- Trasferimento di calore per trasmissione**

Mese	H <sub>tot</sub> (W/K)	Ø*Fr (W)	θ <sub>s</sub> (°C)	t (horas/1000)	Q <sub>tot</sub> (kWh)
Aprile			12.80	0.36	1374.27
Maggio			17.90	0.74	1772.75
Giugno			22.50	0.72	783.86
Luglio	281.31	104.10	25.10	0.74	265.82
Agosto			24.10	0.74	475.11
Settembre			20.40	0.72	1209.20
Ottobre			12.50	0.34	1311.01

**1.3.1.2.- Trasferimento di calore per ventilazione**

Mese	H <sub>tot</sub> (W/K)	θ <sub>s</sub> (°C)	t (horas/1000)	Q <sub>tot</sub> (kWh)
Aprile		12.80	0.36	234.62
Maggio		17.90	0.74	297.54
Giugno		22.50	0.72	124.42
Luglio	49.37	25.10	0.74	33.06
Agosto		24.10	0.74	69.79
Settembre		20.40	0.72	199.07
Ottobre		12.50	0.34	223.95

**1.3.2.- Apporti termici totali**

Mese	Q <sub>tot</sub> (kWh)	Q <sub>tot</sub> <sup>vent</sup> (kWh)	Q <sub>tot</sub> <sup>trans</sup> (kWh)	Q <sub>tot</sub> <sup>solari</sup> (kWh)
Aprile	157.95	321.40	64.55	543.90
Maggio	326.42	762.75	150.38	1239.55
Giugno	315.89	791.49	155.92	1263.30
Luglio	326.42	879.26	174.96	1380.64
Agosto	326.42	744.53	151.72	1222.67
Settembre	315.89	557.57	116.55	1000.02
Ottobre	147.42	180.26	37.15	364.82

**1.3.2.1.- Apporti termici solari**

Mese	θ <sub>s</sub> (W)	t (horas/1000)	Q <sub>tot</sub> (kWh)
Aprile		0.36	157.95
Maggio		0.74	326.42
Giugno		0.72	315.89
Luglio	438.74	0.74	326.42
Agosto		0.74	326.42
Settembre		0.72	315.89
Ottobre		0.34	147.42

**1.3.3.- Fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche**

Mese	C <sub>cl</sub> (k/k)	Q <sub>tot</sub> <sup>vent</sup> (kWh)	Q <sub>tot</sub> <sup>trans</sup> (kWh)	γ <sub>cl</sub>	γ <sub>cl</sub> <sup>2</sup>
Aprile		543.90	1608.89	0.34	0.33
Maggio		1239.55	2070.29	0.60	0.53
Giugno		1263.30	908.28	1.39	0.84
Luglio	30980.28	1380.64	298.88	4.62	0.99
Agosto		1222.67	544.90	2.24	0.94
Settembre		1000.02	1408.27	0.71	0.60
Ottobre		364.82	1534.96	0.24	0.23

- 2) **Fabbisogno di energia primaria e rendimenti per la climatizzazione invernale del sistema edificio-impianto:** Si espongono qui i calcoli eseguiti e i risultati ottenuti (annuali o mensili a seconda delle caratteristiche definite) concernenti la determinazione dei fabbisogni e dei rendimenti inerenti a ciascun sottosistema del sistema di riscaldamento:

Fabbisogno di energia primaria e rendimenti per la climatizzazione invernale del sistema edificio-impianto - Sistema S1 - Impianto di riscaldamento.

**1.- SISTEMA: S1 - IMPIANTO DI RISCALDAMENTO.**

**1.1.- Gennaio**

Grandezza	Simbolo	Unità	Energia termica
1. Fabbisogno ideale di energia per riscaldamento dell'edificio	$Q_e$	kWh	3990.733
2. Perdite recuperate dal sistema di ACS	$Q_{rec}$	kWh	Non si considerano recuperi
3. Fabbisogno netto di energia per riscaldamento dell'edificio	$Q_e'$	kWh	$Q_e' = Q_e - Q_{rec}$ 3990.733
4. Perdite di emissione ( $\phi_e$ - calcolato 1.1.1)	$Q_{em}$	kWh	$Q_{em} = [(1-\phi_e)/\phi_e] \times Q_e'$ 210.039
5. Fabbisogno di emissione	$Q_{em}$	kWh	$Q_{em} = Q_e' + Q_{em}$ 4200.772
6. Perdite di regolazione ( $\phi_{reg}$ - calcolato 1.1.2)	$Q_{reg}$	kWh	$Q_{reg} = [(1-\phi_{reg})/\phi_{reg}] \times Q_{em}$ 447.408
7. Fabbisogno di regolazione IN	$Q_{reg,IN}$	kWh	$Q_{reg,IN} = Q_{em} + Q_{reg}$ 4648.180
8. Fabbisogno di distribuzione OUT	$Q_{dis,OUT}$	kWh	$Q_{dis,OUT} = Q_{reg,IN}$ 4648.180
9. Perdite di distribuzione ( $\phi_d$ - calcolato 1.1.3)	$Q_{dis}$	kWh	$Q_{dis} = [(1-\phi_d)/\phi_d] \times Q_{dis,OUT}$ 11.650
10. Fabbisogno di distribuzione IN	$Q_{dis,IN}$	kWh	$Q_{dis,IN} = Q_{dis,OUT} + Q_{dis}$ 4659.829
11. Perdite di generazione	$Q_{gen}$	kWh	calcolato 1.1.4 -250.107
12. Energia termica da pompa primaria	$Q_{pom,p}$	kWh	calcolato 1.1.4 107.880
13. Fabbisogno di generazione IN	$Q_{gen,IN}$	kWh	calcolato 1.1.4 4352.866
<b>Potenze elettriche e fabbisogni degli ausiliari</b>			
14. Fabbisogno totale di energia elettrica degli ausiliari	$Q_{aux,e}$	kWh	$Q_{aux,e}$ 74.400
<b>Fabbisogno globale di energia primaria e rendimento medio</b>			
15. Fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria	$f_{ep}$	--	2,174
16. Fabbisogno totale di energia primaria degli ausiliari	$Q_{aux,p}$	kWh	$Q_{aux,p} = f_{ep} \times Q_{aux,e}$ 161.746
17. Fabbisogno totale di energia primaria	$Q$	kWh	$Q = Q_{gen,IN} + Q_{aux,p}$ 4514.612
18. Rendimento medio	$\eta_b$	--	$\eta_b = Q_e/Q$ 0,884

Pagina 4

Fabbisogno di energia primaria e rendimenti per la climatizzazione invernale del sistema edificio-impianto - Sistema S1 - Impianto di riscaldamento.

**1.1.1.- Calcolo del rendimento di emissione**

Descrizione variabile	Informazioni variabile
Altezza locali	3,500 m
Volume lordo	689.110 m <sup>3</sup>
Carico termico medio annuo	5.224 W/m <sup>3</sup>
Tipologia dei terminali di erogazione	Ventilconvettori (valori riferiti a media acqua = 45 °C)
Potenza elettrica ausiliari di emissione	Non presenti
Rendimento di emissione $\eta_e$	0,950

**1.1.2.- Calcolo del rendimento di regolazione**

Descrizione variabile	Informazioni variabile
Tipo di regolazione	Solo Climatica (compensazione con sonda esterna)
Caratteristiche della regolazione	
Tipologia di terminali	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente
Rendimento di regolazione $\eta_{reg}$	0,904

**1.1.3.- Calcolo del rendimento di distribuzione**

Descrizione variabile	Informazioni variabile
Tipologia di impianto	Impianti autonomi
Condizioni isolamento rete distribuzione	Legge 10/91. Periodo di realizzazione dopo il 1993
Temperature mandata/ritorno di progetto	30/35 °C
Rendimento di distribuzione $\eta_d$	0,998

**1.1.4.- Calcolo del rendimento di generazione**

Descrizione variabile	Informazioni variabile
Rendimento mensile di generazione ( $\phi_{gen}$ ) = Fabbisogno di distribuzione IN ( $Q_{dis,IN} = Q_{gen,IN}$ ) / Fabbisogno di energia per la combustione ( $Q_{gen}$ )	1,071

Pagina 5

1.1.4.1. Calcolo del fabbisogno di energia per la combustione

Descrizione variabile	Simbolo	Unità	Informazioni variabile
Tipo di generatore			Condensazione a combustibili gassosi
Tipologia di generatore			Generatore in acciaio
Ubicazione del generatore			Entro lo spazio riscaldato
Tempo di attivazione del generatore	$t_{sp}$	h	744.000
Potenza termica utile nominale a pieno carico	$\Phi_{p,n}$	kW	12.000
Rendimento a pieno carico	$\eta_{p,n}$	-	0.970
Potenza termica utile nominale a carico intermedio	$\Phi_{p,inter}$	kW	4.000
Rendimento a carico intermedio	$\eta_{p,inter}$	-	1.050
Potenza persa in stand-by (potenza persa a carico nullo)	$\Phi_{p,by}$	W	0.000
Differenza fra la temperatura media del generatore e la temperatura del locale di installazione in condizioni di riferimento	$\Delta\theta_{p,ref}$	°C	0.000
Potenza assorbita dagli ausiliari a carico nominale	$W_{a,p,n}$	W	145.000
Potenza assorbita dagli ausiliari a carico intermedio	$W_{a,p,inter}$	W	145.000
Potenza assorbita dagli ausiliari a carico nullo	$W_{a,p,by}$	W	16.000
Energia termica utile prodotta dal generatore	$Q_{u,p}$	kWh	4659.829
Temperatura ambiente in condizioni di prova	$\theta_{a,prov}$	°C	20.000
Temperatura interna del locale di installazione del generatore	$\theta_{i,sp}$	°C	20.000
Temperatura di mandata di progetto	$\theta_{p,des}$	°C	35.000
Salto termico di progetto	$\Delta\theta$	°C	5.000
Temperatura di ritorno di progetto	$\theta_{r,des}$	°C	30.000
Temperatura media dell'acqua nel generatore	$\theta_{p,des}$	°C	32.500
Temperatura media caldaia in condizioni di prova	$\theta_{p,prov}$	°C	70.000
Fattore di correzione del rendimento a potenza nominale	$f_{cor,n}$	%/°C	0.200
Temperatura media dell'acqua nel generatore a potenza nominale	$\theta_{p,n,ref}$	°C	70.000
Temperatura media effettiva dell'acqua nel generatore in condizioni effettive di funzionamento a carico nominale (uguale alla temperatura di ritorno)	$\theta_{p,n}$	°C	30.000
Fattore di correzione del rendimento a carico intermedio	$f_{cor,inter}$	%/°C	0.200
Temperatura media dell'acqua nel generatore a carico intermedio	$\theta_{p,inter,ref}$	°C	30.000
Temperatura media effettiva dell'acqua nel generatore in condizioni effettive di funzionamento a potenza intermedia (uguale alla temperatura di ritorno)	$\theta_{p,inter}$	°C	30.000
Frazione delle perdite a carico nullo attribuita a perdite all'involucro del generatore	$p_{p,by}$	-	1.000

Grandezza	Simbolo	Unità	Energia termica
1. Potenza media del mese	$\Phi_{p,n}$	kW	$\Phi_{p,n} = Q_{u,p} / t_{sp}$
			6.263
2. Fattore di carico del generatore a potenza media	$FC_{p,n}$	-	$FC_{p,n} = \Phi_{p,n} / \Phi_{p,n}$
			0.522
3. Fattore di carico del generatore a potenza intermedia	$FC_{p,inter}$	-	$FC_{p,inter} = \Phi_{p,inter} / \Phi_{p,n}$
			0.333

Grandezza	Simbolo	Unità	Energia termica
4. Fattore di carico del generatore a potenza nominale	$FC_{p,n}$	-	-
			1.000
5. Rendimento corretto a pieno carico	$\eta_{p,cor}$	%	$\eta_{p,cor} = \eta_{p,n} + f_{cor,n} \times (\theta_{p,n,ref} - \theta_{p,n})$
			105.672
6. Perdite corrette a pieno carico	$\Phi_{p,cor}$	W	$\Phi_{p,cor} = (100 - \eta_{p,cor}) \times \Phi_{p,n} / 100$
			-644.077
7. Rendimento corretto a carico intermedio	$\eta_{p,cor,inter}$	%	$\eta_{p,cor,inter} = \eta_{p,inter} + f_{cor,inter} \times (\theta_{p,inter,ref} - \theta_{p,inter})$
			105.672
8. Perdite corrette a carico intermedio	$\Phi_{p,cor,inter}$	W	$\Phi_{p,cor,inter} = (100 - \eta_{p,cor,inter}) \times \Phi_{p,inter} / 100$
			-214.692
9. Perdite a carico nullo	$\Phi_{p,by}$	W	**
			379.000
10. Perdite corrette a carico nullo	$\Phi_{p,cor,by}$	W	$\Phi_{p,cor,by} = \Phi_{p,by} \times ((\theta_{a,prov} - \theta_{i,sp}) / (\theta_{a,prov} - \theta_{a,amb}))$
			40.169
11. Perdite corrette a carico effettivo	$\Phi_{p,eff}$	W	***
			-336.166
12. Perdite totali di generazione	$Q_{p,tot}$	kWh	$Q_{p,tot} = \Phi_{p,eff} \times t_{sp} / 1000$
			-250.107
13. Potenza ausiliari a carico effettivo	$W_{a,p,eff}$	W	****
			145.000
14. Energia ausiliaria	$Q_{a,p}$	kWh	$Q_{a,p} = W_{a,p,eff} \times t_{sp} / 1000$
			107.880
15. Fattore di riduzione della temperatura in base all'ubicazione del generatore	$b_{p,n}$	-	0.000
			0.000
16. Energia termica recuperabile dall'energia ausiliaria elettrica	$Q_{a,p,rec}$	kWh	$Q_{a,p,rec} = Q_{a,p} \times 0.25 \times (1 - b_{p,n})$
			26.970
17. Energia termica recuperabile dall'involucro del generatore	$Q_{p,rec}$	kWh	$Q_{p,rec} = \Phi_{p,cor} \times (1 - b_{p,n}) \times t_{sp} / 1000$
			29.885
18. Calcolo perdite totali di generazione recuperabili	$Q_{p,tot,rec}$	kWh	$Q_{p,tot,rec} = Q_{a,p,rec} + Q_{p,rec}$
			56.855
19. Calcolo del fabbisogno di energia per la combustione	$Q_{p,n}$	kWh	$Q_{p,n} = Q_{p,tot} + Q_{p,tot,rec} - Q_{a,p}$
			4352.866

Fabbisogno di energia primaria e rendimenti per la climatizzazione invernale del sistema edificio-impianto - Sistema: S1 - Impianto di riscaldamento. 08/03/2012

#### 1.1.4.2.- Calcolo delle temperature dell'acqua

Descrizione variabile	Simbolo	Unità	Informazioni variabile
Tipologia di terminali	-	-	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente
Tipo di regolazione	-	-	Regolazione in base alla temperatura esterna
Esponente della curva dei terminali di erogazione	n	-	1.100
Temperatura interna del locale di installazione del generatore	$\theta_{a,ip}$	$^{\circ}\text{C}$	20.000
Potenza complessiva dei terminali dell'intero edificio	$\Phi_{t,ind}$	kW	9.800
Fattore di carico delle unità terminali	$FC_{t,cl}$	-	0.638
Temperatura media delle unità terminali	$\theta_{t,med}$	$^{\circ}\text{C}$	28.302
Temperatura di mandata delle unità terminali	$\theta_t$	$^{\circ}\text{C}$	29.962
Temperatura di ritorno delle unità terminali	$\theta_r$	$^{\circ}\text{C}$	26.641

Pagina 6

- 3) **Fabbisogno di energia primaria e rendimenti per la produzione di acqua calda sanitaria:** Contiene un riepilogo dettagliato di tutti i calcoli realizzati e dei risultati ottenuti relativi alla determinazione del fabbisogno totale annuale e dei rendimenti di ciascun sottosistema del sistema di produzione di acqua calda sanitaria.

Fabbisogno di energia primaria e rendimenti per la produzione di acqua calda sanitaria - Sistema: S2 - ACS. 08/03/2012

#### 1.- SISTEMA: S2 - ACS.

##### 1.1.- Gennaio

Dati di ingresso per il calcolo	Origine
Fabbisogno giornaliero di acqua calda	$V_d = axN_d$ 200.651
Fabbisogno di energia termica utile per alloggio	$Q_{t,u} = \sum (pccxV_d(\theta_{t,ip} - \theta_r) \times G)$ 180.661
Rendimento di erogazione	$\eta_{t,er}$ 0.950
Rendimento di distribuzione al netto delle perdite	$\eta_{t,di} = 1 - f_{t,di} \times f_{t,er}$ 0.960
Rendimento di generazione	-- 0.770

Grandezza	Simbolo	Unità	Energia termica
0. Fabbisogno di energia termica utile	$Q_{t,u}$	kWh	180.661
1. Perdite di erogazione	$Q_{t,er}$	kWh	$Q_{t,er} = Q_{t,u} \times [(1 - \eta_{t,er}) / \eta_{t,er}]$ 9.508
2. Fabbisogno di erogazione IN	$Q_{t,er}$	kWh	$Q_{t,er} = Q_{t,u} + Q_{t,er}$ 190.169
3. Perdite di distribuzione	$Q_{t,di}$	kWh	$Q_{t,di} = Q_{t,er} / \eta_{t,di} \times f_{t,er}$ 15.214
4. Energia elettrica pompe di distribuzione	$Q_{t,el,p}$	kWh	0.000
5. Fabbisogno di distribuzione IN	$Q_{t,di}$	kWh	$Q_{t,di} = Q_{t,di} + Q_{t,el,p}$ 205.383
6. Perdite di generazione	$Q_{t,ge}$	kWh	$Q_{t,ge} = Q_{t,di} \times [(1 - \eta_{t,ge}) / \eta_{t,ge}]$ 61.348
7. Fabbisogno di generazione IN	$Q_{t,ge}$	kWh	$Q_{t,ge} = Q_{t,di} + Q_{t,ge} - Q_{t,el,p}$ 266.731
<b>Fabbisogno di energia elettrica</b>			
8. Fabbisogno bruciatore	$Q_{t,el}$	kWh	0.000
9. Fabbisogno totale	$Q_{t,el}$	kWh	$Q_{t,el} = Q_{t,el,br} + Q_{t,el,p} + Q_{t,el}$ 0.000
10. Energia primaria equivalente	$Q_{t,el}$	kWh	$Q_{t,el} = Q_{t,el} \times f_{t,el}$ 0.000
<b>Energia primaria equivalente</b>			
11. Totale energia primaria	$Q_{t,p}$	kWh	$Q_{t,p} = Q_{t,u} + Q_{t,ge}$ 266.731
12. Rendimento medio globale	$\eta_{t,p}$		$\eta_{t,p} = Q_{t,u} / Q_{t,p}$ 0.677

Pagina 4

4) **Capacità termica interna:** Si espone nel dettaglio il calcolo di tale parametro per ciascun elemento costruttivo inserito all'interno dell'edificio.



**Calcolo della capacità termica**

Certificazione software

Data: 29/05/13

**1.- DATI GENERALI**

Le capacità termiche,  $C_m$ , rappresentano la capacità di un elemento costruttivo di accumulare energia in ogni sua faccia quando le corrispondenti temperature variano periodicamente. La capacità termica per unità di superficie,  $k_m$ , su ogni faccia di un componente si calcola nel modo seguente:

$$k_1 = \frac{T}{2\pi} \left| \frac{Z_{11}-1}{Z_{12}} \right|$$

$$k_2 = \frac{T}{2\pi} \left| \frac{Z_{21}-1}{Z_{22}} \right|$$

Essendo:

$$C_m = A \cdot k_m$$

A: Area [m<sup>2</sup>]

$C_m$ : Capacità termica sulla faccia 'm' [J/K]

$k_m$ : Capacità termica per unità di superficie sulla faccia'm' [J/(m<sup>2</sup>·K)]

T: Periodo delle variazioni 86.400[s]

$Z_{m,n}$ : Componenti della matrice di trasferimento termico di un elemento

La matrice di trasferimento termico di un elemento costruttivo mette in relazione le ampiezze complesse della temperatura e il flusso di calore in una delle sue facce con le ampiezze complesse della temperatura e la densità del flusso di calore sull'altra faccia. Si calcola a partire dalle matrici di trasferimento di ciascun strato di materiale secondo l'espressione:

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} = Z_N Z_{N-1} \dots Z_2 Z_1$$

Dove  $Z_1, Z_2, Z_3, \dots, Z_N$  sono le matrici di trasferimento termico dei diversi strati del componente, a partire dallo strato 1. Per convenzione, per i componenti dell'involucro edilizio lo strato 1 è quello più interno.

La matrice di trasferimento termico da ambiente ad ambiente attraverso i componenti è:

$$Z_{ee} = Z_{12} Z_{21}$$

Dove  $Z_{11}$  e  $Z_{22}$  sono le matrici di trasferimento termico degli strati limite, date da:

$$Z_i = \begin{pmatrix} 1 & -R_i \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Dove  $R_i$  è la resistenza termica superficiale dello strato limite.

Per ogni strato del componente, si calcola la corrispondente matrice di trasferimento come:

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix}$$



**Calcolo della capacità termica**

Certificazione software

Data: 29/05/13

Essendo:

$$Z_{11} = Z_{22} = \cosh(\xi) \cos(\xi) + j \sinh(\xi) \sin(\xi)$$

$$Z_{12} = -\frac{\delta}{2\lambda} [\sinh(\xi) \cos(\xi) + \cosh(\xi) \sin(\xi) + j [\cosh(\xi) \sin(\xi) - \sinh(\xi) \cos(\xi)]]$$

$$Z_{21} = \frac{\lambda}{\delta} [\sinh(\xi) \cos(\xi) - \cosh(\xi) \sin(\xi) + j [\sinh(\xi) \cos(\xi) + \cosh(\xi) \sin(\xi)]]$$

Con:

$$\xi = \frac{\delta}{\delta_0}$$

$$\delta_0 = \sqrt{\frac{\lambda T}{\pi \rho c}}$$

$\xi$ : Rapporto tra lo spessore di uno strato e la profondità di penetrazione [adimensionale]

$\delta$ : Profondità di penetrazione periodica di un'onda termica nel materiale [m]

T: Periodo delle variazioni 86.400[s]

$c$ : Capacità termica specifica [J/(kg·K)]

$\delta$ : Spessore dello strato di materiale [m]

$\lambda$ : Conduttività termica di progetto [W/(m·K)]

$\rho$ : Densità [kg/m<sup>3</sup>]

**2.- RISULTATI OTTENUTI PER OGNI ELEMENTO COSTRUTTIVO:**

**Facciata Parete esterna da 33 cm di spessore, (Superficie A = 156,07m<sup>2</sup>)**

? Capacità termica per unità di superficie sulla faccia interna

?  $k_1 = 45318.84$  [J/(m<sup>2</sup>·K)]

?  $R_{s1} = 0.13$  [(m<sup>2</sup>·K)/W]

?  $R_{s2} = 0.04$  [(m<sup>2</sup>·K)/W]

Strato	Spessore d [cm]	Conduttività λ [W/(m·K)]	Capacità termica specifica c [J/(kg·K)]	Densità ρ [kg/cm <sup>3</sup> ]	Profondità di penetrazione δ [m]	Rapporto spessore/Profondità di penetrazione ξ
Intonaco esterno	0.005	0.900	840	1800	0.120	0
Mattone forati	0.100	0.300	840	800	0.111	1
Isolante espanso ininterrotto UNI 7895	0.100	0.040	1250	30	0.171	1



### Calcolo della capacità termica

Certificazione software

Data: 29/05/13

Strato	Spessore d [cm]	Conducibilità λ [W/(m·K)]	Capacità termica specifica c [J/(kg·K)]	Densità ρ [kg/m³]	Profondità di penetrazione s [cm]	Rapporto spessore/Profondità di penetrazione λ
Mattoni forati	0.120	0.300	840	800	0.111	1
Intonaco interno (calce e gesso)	0.005	0.700	840	1400	0.128	0

#### Tramezzo Parete interna da 13 cm di spessore. (Superficie A = 71.08m²)

† Capacità termica per unità di superficie sulla faccia interna

$$† k_1 = 38815.30 \text{ [J/(m}^2\text{·K)]}$$

$$† R_u = 0.13 \text{ [(m}^2\text{·K)/W]}$$

$$† R_{u,e} = 0.13 \text{ [(m}^2\text{·K)/W]}$$

Strato	Spessore d [cm]	Conducibilità λ [W/(m·K)]	Capacità termica specifica c [J/(kg·K)]	Densità ρ [kg/m³]	Profondità di penetrazione s [cm]	Rapporto spessore/Profondità di penetrazione λ
Intonaco interno (calce e gesso)	0.005	0.700	840	1400	0.128	0
Mattoni forati, ad leggera resistenza meccanica - unità 0.5% cm=800	0.120	0.300	840	800	0.111	1
Intonaco interno (calce e gesso)	0.005	0.700	840	1400	0.128	0

#### Solaio Solaio da 40 cm di spessore. (Superficie A = 143.11m²)

† Capacità termica per unità di superficie sulla faccia interna

$$† k_1 = 88056.29 \text{ [J/(m}^2\text{·K)]}$$

$$† R_u = 0.10 \text{ [(m}^2\text{·K)/W]}$$

$$† R_{u,e} = 0.10 \text{ [(m}^2\text{·K)/W]}$$

Strato	Spessore d [cm]	Conducibilità λ [W/(m·K)]	Capacità termica specifica c [J/(kg·K)]	Densità ρ [kg/m³]	Profondità di penetrazione s [cm]	Rapporto spessore/Profondità di penetrazione λ
Calcestruzzo	0.110	1.150	880	1800	0.141	1
Polistirene in lastre riciclate da blocchi	0.100	0.032	1200	30	0.119	1
Blocco da colata (da UNI 10335)	0.180	0.600	840	1800	0.104	2
Intonaco interno (calce e gesso)	0.010	0.700	840	1400	0.128	0

#### Solaio Solaio da 35 cm di spessore. (Superficie A = 137.85m²)

† Capacità termica per unità di superficie sulla faccia interna

$$† k_1 = 61999.49 \text{ [J/(m}^2\text{·K)]}$$

$$† R_u = 0.17 \text{ [(m}^2\text{·K)/W]}$$

$$† R_{u,e} = 0.17 \text{ [(m}^2\text{·K)/W]}$$



### Calcolo della capacità termica

Certificazione software

Data: 29/05/13

Strato	Spessore d [cm]	Conducibilità λ [W/(m·K)]	Capacità termica specifica c [J/(kg·K)]	Densità ρ [kg/m³]	Profondità di penetrazione s [cm]	Rapporto spessore/Profondità di penetrazione λ
Intonaco interno (calce e gesso)	0.010	0.700	840	1400	0.128	0
Blocco da colata (da UNI 10335)	0.180	0.600	840	1800	0.104	2
Polistirene in lastre riciclate da blocchi - cm=30	0.090	0.032	1200	30	0.119	1
Calcestruzzo	0.070	1.150	880	1800	0.141	0
Intonaco esterno	0.010	1.300	840	2300	0.136	0

### 3.- CLIMATIZZATA C1 - APPARTAMENTO AL PIANO TERRA

Elemento costruttivo	Superficie totale A [m²]	Capacità termica k <sub>e</sub> [J/(m²·K)]	Capacità termica specifica C <sub>m</sub> [kJ/K]
Parete esterna da 33 cm di spessore	156.07	45318.84	7072.95
		<b>TOTALE</b>	<b>7072.95</b>
Parete interna da 13 cm di spessore	71.08	38815.30	2759.01
		<b>TOTALE</b>	<b>2759.01</b>
Solaio da 40 cm di spessore	143.11	88056.29	12601.58
Solaio da 35 cm di spessore	137.85	61999.49	8546.73
		<b>TOTALE</b>	<b>21148.31</b>
		<b>TOTALE</b>	<b>30980.28</b>

- 5) **Fattore di correzione b:** Contiene il calcolo dettagliato del fattore di correzione per gli ambienti non climatizzati dell'edificio in contatto con il/gli ambiente/i climatizzato/i presente/i.

 **Calcolo del fattore di correzione secondo la norma UNI EN ISO 13789**  
Certificazione software Data: 29/05/13

**Fattore di correzione**

$$b = \frac{H_{in}}{H_{in} + H_{out}}$$

dove:

$H_{in}$  coefficiente di perdita dello spazio riscaldato verso lo spazio non riscaldato

$H_{out}$  coefficiente di perdita dello spazio non riscaldato all'esterno

$H_{in}$ ,  $H_{out}$  comprendono le perdite per trasmissione e per ventilazione

$$H_{in} = L_{in} + H_{f,in}$$

$$H_{out} = L_{out} + H_{f,out}$$

Essendo:

$$L_{in} = L_{D,in} + L_{S,in}$$

$$L_{out} = L_{D,out} + L_{S,out}$$

dove:

$$L_{D,i} = \sum_j AU_{j,i} + \sum_k l_j \Psi_k$$

Essendo:

A, area dell'elemento 'i' dell'edificio (m<sup>2</sup>)

U, coefficiente di trasmissione termica dell'elemento 'i' dell'edificio

l, lunghezza del ponte termico lineare 'k' (m)

$\Psi_k$  coefficiente di trasmissione termica lineare del ponte termico 'k'

L, coefficiente di perdita lungo il pavimento in regime stazionario, calcolato secondo la norma EN ISO 13370 (W/K)

$$H_{f,in} = \rho c \dot{V}_{in}$$

$$H_{f,out} = \rho c \dot{V}_{out}$$

dove:

$\rho$  densità dell'aria (kg/m<sup>3</sup>)

c capacità termica specifica dell'aria (J/(kg·K))

$\rho c$  valore convenzionale per la capacità termica dell'aria (1200 J/m<sup>3</sup>·K)

$\dot{V}_{in}$  consumo d'aria tra lo spazio non riscaldato e l'esterno (m<sup>3</sup>/h)

$\dot{V}_{out}$  consumo d'aria tra lo spazio riscaldato e quello non riscaldato (m<sup>3</sup>/h)

Essendo:

$$\dot{V}_{in} = 0$$

$$\dot{V}_{out} = \dot{V}_n n_{ve}$$

dove:

$\dot{V}_n$  volume d'aria nello spazio non riscaldato (m<sup>3</sup>)

$n_{ve}$  tasso di ventilazione convenzionale tra lo spazio non riscaldato e l'esterno (h<sup>-1</sup>)

 **Calcolo del fattore di correzione secondo la norma UNI EN ISO 13789**  
Certificazione software Data: 29/05/13

**Riepilogo dei locali non riscaldati**

Locale	Fattore di correzione
Non climatizzata U1 - Cantina	0.77
Locale non climatizzato U2 - Sottotetto	0.67


**Calcolo del fattore di correzione secondo la norma UNI EN ISO 13789**

Certificazione software

Data: 29/05/13

**Locale: Non climatizzata U1 - Cantina**
**Calcolo del coefficiente di accoppiamento tra lo spazio riscaldato e lo spazio non riscaldato ( $L_{nw}$ )**

Pavimenti su spazi non riscaldati	Area (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Solaio da 35 cm di spessore	137.85	0.32	44.72
<b>TOTALE</b>			<b>44.72</b>

 Coefficiente di accoppiamento tra lo spazio riscaldato e lo spazio non riscaldato ( $L_{nw}$ ) (W/K) **44.72**
**Calcolo del coefficiente di accoppiamento tra lo spazio non riscaldato e l'esterno ( $L_{ne}$ )**

Tramezzi in contatto con l'esterno dello spazio non riscaldato	Area (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Parete esterna da 33 cm di spessore	1.00	0.29	0.29
Parete contro terra da 33 cm di spessore	121.34	0.21	25.21
<b>TOTALE</b>			<b>25.50</b>

Pavimenti in contatto con l'esterno dello spazio non riscaldato	Area (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Pavimento su terreno da 35 cm di spessore	140.99	0.17	24.62
<b>TOTALE</b>			<b>24.62</b>

Aperture dello spazio non riscaldato in contatto con l'esterno	Area (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Porta di accesso alla cantina (zona non climatizzata)	1.88	2.23	4.20
<b>TOTALE</b>			<b>4.20</b>

Ponti termici lineari tra lo spazio non riscaldato e l'esterno	Lunghezza (m)	Ψ (W/(m·K))	Ψ·l (W/K)
Angolo sporgente (C2)	12.00	0.10	1.20
Massetto in contatto con il terreno (GF6)	51.43	0.60	30.86
Solaio interpiano (IF2)	50.72	0.53	26.63
Angolo sporgente	2.40	0.50	1.20
Massetto in contatto con il terreno (GF8)	15.54	0.20	3.11
P2	24.00	1.20	28.80
IWS	2.40	0.10	0.24
<b>TOTALE</b>			<b>92.04</b>

 Coefficiente di accoppiamento tra lo spazio non riscaldato e l'esterno ( $L_{ne}$ ) (W/K) **146.35**
**Calcolo delle perdite per trasmissione e per ventilazione tra lo spazio riscaldato e lo spazio non riscaldato ( $H_{nw}$ )**

Pagina 3


**Calcolo del fattore di correzione secondo la norma UNI EN ISO 13789**

Certificazione software

Data: 29/05/13

$H_{nw}$	0.00
$L_{nw}$	44.72
<b>Perdite per trasmissione e per ventilazione (<math>H_{nw}</math>) (W/K)</b>	<b>44.72</b>

**Calcolo delle perdite per trasmissione e per ventilazione tra lo spazio non riscaldato e l'esterno ( $H_{ne}$ )**

$H_{nw}$ ( $V_n = 109.24 \text{ m}^3$ ; $n_{nw} = 0.10 \text{ h}^{-1}$ )	3.64
$L_{ne}$	146.35
<b>Perdite per trasmissione e per ventilazione (<math>H_{ne}</math>) (W/K)</b>	<b>149.99</b>

$$\text{Fattore di correzione } b = \frac{H_{nw}}{H_{nw} + H_{ne}} = 0.77$$

**Locale: Locale non climatizzato U2 - Sottotetto**
**Calcolo del coefficiente di accoppiamento tra lo spazio riscaldato e lo spazio non riscaldato ( $L_{nw}$ )**

Coperture interne (soffitti su spazi non riscaldati)	Area (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Solaio da 40 cm di spessore	143.11	0.27	38.32
<b>TOTALE</b>			<b>38.32</b>

 Coefficiente di accoppiamento tra lo spazio riscaldato e lo spazio non riscaldato ( $L_{nw}$ ) (W/K) **38.32**
**Calcolo del coefficiente di accoppiamento tra lo spazio non riscaldato e l'esterno ( $L_{ne}$ )**

Tramezzi in contatto con l'esterno dello spazio non riscaldato	Area (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Parete esterna da 33 cm di spessore	22.83	0.29	6.68
<b>TOTALE</b>			<b>6.68</b>

Coperture dello spazio non riscaldato in contatto con l'esterno	Area (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	U·A (W/K)
Copertura su esterno da 30 cm di spessore	157.89	0.24	38.49
<b>TOTALE</b>			<b>38.49</b>

Pagina 4

**Calcolo del fattore di correzione secondo la norma UNI EN ISO 13789**  
Certificazione software Dico-28/09/13

Ponti termici lineari tra lo spazio non riscaldato e l'esterno	Lunghezza (m)	$\Psi$ (W/(m·K))	$\Psi \cdot l$ (W/K)
Angolo sporgente (C2)	0.52	0.10	0.05
Solaio interpiano (IF2)	51.77	0.53	27.18
Angolo rientrante (C6)	0.10	-0.10	-0.01
<b>TOTALE</b>			<b>27.22</b>

Coefficiente di accoppiamento tra lo spazio non riscaldato e l'esterno ( $L_{se}$ ) (W/K)

**Calcolo delle perdite per trasmissione e per ventilazione tra lo spazio riscaldato e lo spazio non riscaldato ( $H_{se}$ )**

$H_{se}$    
 +  
 $L_{se}$    
 =  
 Perdite per trasmissione e per ventilazione ( $H_{se}$ ) (W/K)

**Calcolo delle perdite per trasmissione e per ventilazione tra lo spazio non riscaldato e l'esterno ( $H_{se}$ )**

$H_{se}$  ( $V_{se} = 150.44 \text{ m}^3$ ;  $n_{se} = 0.10 \text{ h}^{-1}$ )   
 +  
 $L_{se}$    
 =  
 Perdite per trasmissione e per ventilazione ( $H_{se}$ ) (W/K)

Fattore di correzione

$$b = \frac{H_{se}}{H_{se} + H_{se}} = 0.67$$

Pagina 5

6) **Descrizione dei ponti termici lineari:** Si espone un riepilogo di tutti i ponti termici lineari rilevati automaticamente dal programma e di tutti quelli introdotti manualmente dall'utente, classificati in base al tipo con il valore della  $\Psi$  corrispondente.

### Descrizione dei ponti termici lineari

Incontro di facciata con pavimento intermedio	Lunghezza (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
 IF2	102.50	0.53

Incontro tra facciate	Lunghezza (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
 C2	17.25	0.10
 C6	6.90	-0.10

Incontro di facciata con serramenti	Lunghezza (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
 W17	12.60	0.40
 W17	12.60	0.40
 W17	36.00	0.40

Ponti termici inseriti dall'utente	Lunghezza (m)	$\Psi$ (W/(m·K))
IWS	10.35	0.10
Muri interni		
P2	34.50	1.20
Pilastrini		

Pagina 1

- 7) **Descrizione di materiali ed elementi costruttivi:**  
 Contiene un riepilogo e una descrizione accurata e minuziosa di tutti gli elementi costruttivi definiti, compresa l'indicazione della loro trasmittanza e delle loro proprietà geometriche ed acustiche, e dei materiali che li costituiscono.

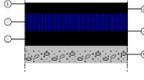

**Descrizione di materiali ed elementi costruttivi**  
Certificazione software Data: 29/05/13

---

### 1.- SISTEMA INVOLUCRO

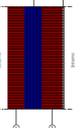
#### 1.1.- Pavimenti in contatto con il terreno

##### 1.1.1.- Massetti

Pavimento su terreno da 35 cm di spessore	Superficie totale 140,99 m <sup>2</sup>
<small>Componente opaco orizzontale.</small>	
	<small>Relazione relativa agli strati:</small> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - Piastrelle ceramiche 1 cm</li> <li>2 - Calcestruzzo 5 cm</li> <li>3 - Polistirene espanso estruso con pelle 10 cm</li> <li>4 - Bitume 1 cm</li> <li>5 - Calcestruzzo 8 cm</li> <li>6 - Ghiaia grossa senza argilla 10 cm</li> </ul> <small>Spessore totale: 35 cm</small>
<small>Caratterizzazione termica</small> U: 0.17 W/(m <sup>2</sup> ·K) <small>(Per un massetto appoggiato, con lunghezza caratteristica B' = 5.5 m)</small>	
<small>Dettaglio del calcolo (U)</small>	<small>(Per un massetto appoggiato, con lunghezza caratteristica B' = 5.5 m)</small> Superficie del solaio, A: 146.12 m <sup>2</sup> Perimetro del solaio, P: 53.08 m Resistenza termica del solaio, Rf: 3.12 m <sup>2</sup> ·K/W Senza isolamento perimetrale Tipo di terreno: Argilla dura <small>Caratterizzazione acustica</small> Massa superficiale: 442.50 kg/m <sup>2</sup> Massa superficiale dell'elemento di base: 326.00 kg/m <sup>2</sup> Caratterizzazione acustica, R <sub>a</sub> (C; C <sub>w</sub> ): 52.2(-1; -7) dB Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, L <sub>w</sub> : 76.0 dB

#### 1.2.- Muri in contatto con il terreno

Parete contro terra da 33 cm di spessore	Superficie totale 126,09 m <sup>2</sup>
<small>Componente opaco verticale.</small>	
	<small>Relazione relativa agli strati:</small> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza meccanica - umidità 0,5% - mv.800 10 cm</li> <li>2 - Polistirene espanso sinterizzato UNI 7891 10 cm</li> <li>3 - Mattoni forati 12 cm</li> <li>4 - Intonaco interno (calce e gesso) 1 cm</li> </ul> <small>Spessore totale: 33 cm</small>
<small>Caratterizzazione termica</small> U: 0.21 W/(m <sup>2</sup> ·K) <small>(Per una profondità di -2.4 m)</small>	
<small>Caratterizzazione acustica</small> Massa superficiale: 193.00 kg/m <sup>2</sup> Massa superficiale dell'elemento di base: 190.00 kg/m <sup>2</sup> Caratterizzazione acustica, R <sub>a</sub> (C; C <sub>w</sub> ): 45.7(-1; -5) dB	

Pagina 2


**Descrizione di materiali ed elementi costruttivi**  
Certificazione software Data: 29/05/13

---

### 1.3.- Facciate

#### 1.3.1.- Parte opaca delle facciate

Parete esterna da 33 cm di spessore	Superficie totale 186,69 m <sup>2</sup>
<small>Componente opaco verticale.</small>	
	<small>Relazione relativa agli strati:</small> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 - Intonaco esterno 0.5 cm</li> <li>2 - Mattoni forati 10 cm</li> <li>3 - Polistirene espanso sinterizzato UNI 7891 10 cm</li> <li>4 - Mattoni forati 12 cm</li> <li>5 - Intonaco interno (calce e gesso) 0.5 cm</li> </ul> <small>Spessore totale: 33 cm</small>
<small>Caratterizzazione termica</small> U: 0.29 W/(m <sup>2</sup> ·K)	<small>Caratterizzazione acustica</small> Massa superficiale: 195.00 kg/m <sup>2</sup> Massa superficiale dell'elemento di base: 192.00 kg/m <sup>2</sup> Caratterizzazione acustica, R <sub>a</sub> (C; C <sub>w</sub> ): 45.8(-1; -5) dB

#### 1.3.2.- Aperture in facciata

##### Porta di accesso alla cantina (zona non climatizzata)

<small>Porta</small>		
<small>Dimensioni</small>	Larghezza x Altezza: <b>89.7 x 210 cm</b>	<small>n° di unità: 1</small>
<small>Caratterizzazione termica</small>	Trasmittanza termica, U: 2.23 W/(m <sup>2</sup> ·K) Assorbività, α <sub>s</sub> : 0.6 (colore medio)	

##### Portoncino d'ingresso all'appartamento sul lato Sud-Ovest

<small>Porta</small>		
<small>Dimensioni</small>	Larghezza x Altezza: <b>140.2 x 260 cm</b>	<small>n° di unità: 1</small>
<small>Caratterizzazione termica</small>	Trasmittanza termica, U: 2.23 W/(m <sup>2</sup> ·K) Assorbività, α <sub>s</sub> : 0.6 (colore medio)	

##### Finestra 120 x 160 - Doppi vetri normali (Chiusure oscuranti avvolgibili in legno)

<small>VETRO:</small>		
<small>Doppi vetri normali 4-8-4 mm</small>		
<small>ACCESSORI:</small>		
<small>Chiusure oscuranti avvolgibili in legno</small>		
<small>Caratteristiche del vetro</small>	Trasmittanza termica, U <sub>v</sub> : 3.10 W/(m <sup>2</sup> ·K) Trasmittanza di energia solare, F: 0.75 Trasmittanza termica, U <sub>t</sub> : 2.10 W/(m <sup>2</sup> ·K)	
<small>Caratteristiche dei serramenti</small>	Tipo di apertura: Apribile Permeabilità all'aria dei serramenti (EN 12207): Non classificata Assorbività, α <sub>s</sub> : 0.6 (colore medio)	

Dimensioni: 120 x 160 cm (larghezza x altezza)	n° di unità: 5
<small>Trasmmissione termica</small>	U 2.36 W/(m <sup>2</sup> ·K)

Pagina 3



### Descrizione di materiali ed elementi costruttivi

Certificazione software Data: 29/05/13

Soleggiamento	F	0.60	
	F <sub>g</sub>	0.60	
Caratterizzazione acustica	R <sub>a</sub> (C;C <sub>w</sub> )	30 (-1;-2)	dB

Dimensioni: <b>120 x 160 cm</b> (larghezza x altezza)		n° di unità: <b>2</b>	
Trasmissione termica	U	2.36	W/(m²·K)
Soleggiamento	F	0.60	
	F <sub>g</sub>	0.28	
Caratterizzazione acustica	R <sub>a</sub> (C;C <sub>w</sub> )	30 (-1;-2)	dB

Note:  
 U: Coefficiente di trasmissione termica (W/(m²·K))  
 F: Trasmissione di energia solare dell'apertura  
 F<sub>g</sub>: Trasmissione di energia solare modificata  
 R<sub>a</sub> (C;C<sub>w</sub>): Valori di isolamento acustico (dB)

#### Finestra 120 x 260 - Doppi vetri normali (Chiusure oscuranti avvolgibili in legno)

VETRO:  
 Doppi vetri normali 4-8-4 mm  
 ACCESSORI:  
 Chiusure oscuranti avvolgibili in legno  
 Caratteristiche del vetro  
 Trasmissione termica, U<sub>v</sub>: 3.10 W/(m²·K)  
 Trasmissione di energia solare, F<sub>v</sub>: 0.75  
 Caratteristiche dei serramenti  
 Trasmissione termica, U<sub>s</sub>: 2.10 W/(m²·K)  
 Tipo di apertura: Apribile  
 Permeabilità all'aria dei serramenti (EN 12207): Non classificata  
 Assorbività, α<sub>s</sub>: 0.6 (colore medio)

Dimensioni: <b>120 x 260 cm</b> (larghezza x altezza)		n° di unità: <b>1</b>	
Trasmissione termica	U	2.37	W/(m²·K)
Soleggiamento	F	0.61	
	F <sub>g</sub>	0.40	
Caratterizzazione acustica	R <sub>a</sub> (C;C <sub>w</sub> )	30 (-1;-2)	dB

Note:  
 U: Coefficiente di trasmissione termica (W/(m²·K))  
 F: Trasmissione di energia solare dell'apertura  
 F<sub>g</sub>: Trasmissione di energia solare modificata  
 R<sub>a</sub> (C;C<sub>w</sub>): Valori di isolamento acustico (dB)

#### Finestra 80 x 80 - Doppi vetri normali

VETRO:  
 Doppi vetri normali 4-8-4 mm  
 Caratteristiche del vetro  
 Trasmissione termica, U<sub>v</sub>: 3.10 W/(m²·K)  
 Trasmissione di energia solare, F<sub>v</sub>: 0.75  
 Caratteristiche dei serramenti  
 Trasmissione termica, U<sub>s</sub>: 2.10 W/(m²·K)  
 Tipo di apertura: Apribile  
 Permeabilità all'aria dei serramenti (EN 12207): Non classificata  
 Assorbività, α<sub>s</sub>: 0.6 (colore medio)

Dimensioni: <b>80 x 80 cm</b> (larghezza x altezza)		n° di unità: <b>2</b>	
---	--	-----------------------	--

Pagina 4



### Descrizione di materiali ed elementi costruttivi

Certificazione software Data: 29/05/13

Trasmissione termica	U	3.18	W/(m²·K)
Soleggiamento	F	0.62	
	F <sub>g</sub>	0.29	
Caratterizzazione acustica	R <sub>a</sub> (C;C <sub>w</sub> )	30 (-1;-2)	dB

Note:  
 U: Coefficiente di trasmissione termica (W/(m²·K))  
 F: Trasmissione di energia solare dell'apertura  
 F<sub>g</sub>: Trasmissione di energia solare modificata  
 R<sub>a</sub> (C;C<sub>w</sub>): Valori di isolamento acustico (dB)

## 1.4- Coperture

### 1.4.1- Parte piena dei tetti

<b>Copertura su esterno da 30 cm di spessore</b>	Superficie totale: 158.90 m²
Componente opaco orizzontale:	

	Relazione relativa agli strati:	
	1 - Calcestruzzo	16 cm
	2 - Bitume	1 cm
	3 - Poliuretani in lastre ricavate da blocchi	12 cm
	4 - Intonaco interno (calce e gesso)	1 cm
Spessore totale:		30 cm

Caratterizzazione termica  
 U raffreddamento: 0.24 W/(m²·K)  
 U riscaldamento: 0.24 W/(m²·K)  
 Caratterizzazione acustica  
 Massa superficiale: 320.00 kg/m²  
 Massa superficiale dell'elemento di base: 300.00 kg/m²  
 Caratterizzazione acustica, R<sub>a</sub>(C; C<sub>w</sub>): 50.9(-1; -6) dB

## 2.- SISTEMA DI COMPARTIMENTAZIONE

### 2.1.- Compartimentazione verticale interna

#### 2.1.1.- Parte opaca della compartimentazione verticale interna

<b>Parete interna da 33 cm di spessore</b>	Superficie totale: 33.64 m²
Componente opaco verticale:	

	Relazione relativa agli strati:	
	1 - Intonaco interno (calce e gesso)	0.5 cm
	2 - Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza meccanica - umidità 0,5% - mv.800	32 cm
	3 - Intonaco interno (calce e gesso)	0.5 cm
Spessore totale:		33 cm

Caratterizzazione termica U: 0.75 W/(m²·K)  
 Caratterizzazione acustica  
 Massa superficiale: 270.00 kg/m²  
 Caratterizzazione acustica, R<sub>a</sub>(C; C<sub>w</sub>): 51.2(-1; -6) dB

Pagina 5

**Descrizione di materiali ed elementi costruttivi**  
Certificazione software Data: 29/05/13

**Parete interna da 13 cm di spessore** Superficie totale 70.18 m<sup>2</sup>

Componente opaco verticale



Relazione relativa agli strati:

- 1 - Intonaco interno (calce e gesso) 0,5 cm
- 2 - Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza meccanica - umidità 0,5% - mv.800 12 cm
- 3 - Intonaco interno (calce e gesso) 0,5 cm

Spessore totale: 13 cm

Caratterizzazione termica U: 1.48 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Caratterizzazione acustica Massa superficiale: 110.00 kg/m<sup>2</sup>  
Caratterizzazione acustica, R<sub>a</sub>(C; C<sub>w</sub>): 39.9(-1; -2) dB

**2.1.2.- Aperture verticali interne**

**Porte interne all'appartamento**

Porte

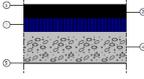
Dimensioni Larghezza x Altezza: **90 x 203 cm** n° di unità: **2**  
Larghezza x Altezza: **85 x 210 cm** n° di unità: **5**

Caratterizzazione termica Trasmissanza termica, U: 2.23 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Assorbività, α<sub>s</sub>: 0.6 (colore medio)

**2.2.- Compartimentazione orizzontale interna**

**Solaio da 35 cm di spessore** Superficie totale 145.97 m<sup>2</sup>

Componente opaco orizzontale.



Relazione relativa agli strati:

- 1 - Piastrelle ceramiche 1 cm
- 2 - Calcestruzzo 7 cm
- 3 - Poliuretano in lastre ricavate da blocchi - mv.50 8 cm
- 4 - Blocco da solaio (da UNI 10355) 18 cm
- 5 - Intonaco interno (calce e gesso) 1 cm

Spessore totale: 35 cm

Caratterizzazione termica U raffreddamento: 0.32 W/(m<sup>2</sup>·K)  
U riscaldamento: 0.31 W/(m<sup>2</sup>·K)  
Caratterizzazione acustica Massa superficiale: 491.00 kg/m<sup>2</sup>  
Massa superficiale dell'elemento di base: 338.00 kg/m<sup>2</sup>  
Caratterizzazione acustica, R<sub>a</sub>(C; C<sub>w</sub>): 52.8(-1; -7) dB  
Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, L<sub>n,w</sub>: 75.5 dB

**Solaio da 40 cm di spessore** Superficie totale 146.12 m<sup>2</sup>

Componente opaco orizzontale.

Pagina 6

**Descrizione di materiali ed elementi costruttivi**  
Certificazione software Data: 29/05/13

Relazione relativa agli strati:

- 1 - Calcestruzzo 11 cm
- 2 - Poliuretani in lastre ricavate da blocchi 10 cm
- 3 - Blocco da solaio (da UNI 10355) 18 cm
- 4 - Intonaco interno (calce e gesso) 1 cm

Spessore totale: 40 cm

Caratterizzazione termica U riscaldamento: 0.27 W/(m<sup>2</sup>·K)  
U raffreddamento: 0.26 W/(m<sup>2</sup>·K)

Caratterizzazione acustica Massa superficiale: 541.00 kg/m<sup>2</sup>  
Massa superficiale dell'elemento di base: 338.00 kg/m<sup>2</sup>  
Caratterizzazione acustica, R<sub>a</sub>(C; C<sub>w</sub>): 52.8(-1; -7) dB  
Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, L<sub>n,w</sub>: 75.5 dB

**3.- MATERIALI**

Materiale	Strati				
	e	ρ	λ	RT	Cp
Bitume	1	1200	0.17	0.0588	920
Blocco da solaio (da UNI 10355)	18	1800	0.6	0.3	840
Calcestruzzo	5	1800	1.15	0.0435	880
Calcestruzzo	7	1800	1.15	0.0609	880
Calcestruzzo	8	1800	1.15	0.0696	880
Calcestruzzo	11	1800	1.15	0.0957	880
Calcestruzzo	16	1800	1.15	0.1391	880
Ghiaia grossa senza argilla	10	1700	1.2	0.0833	840
Intonaco esterno	0.5	1800	0.9	0.0056	840
Intonaco interno (calce e gesso)	1	1400	0.7	0.0143	840
Intonaco interno (calce e gesso)	0.5	1400	0.7	0.0071	840
Intonaco interno (calce e gesso)	1	1400	0.7	0.0143	840
Mattoni forati	10	800	0.3	0.3333	840
Mattoni forati	12	800	0.3	0.4	840
Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza meccanica - umidità 0.5% - mv.800	10	800	0.3	0.3333	840
Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza meccanica - umidità 0.5% - mv.800	12	800	0.3	0.4	840
Mattoni pieni, forati, leggeri, ad alta resistenza meccanica - umidità 0.5% - mv.800	32	800	0.3	1.0667	840
Piastrelle ceramiche	1	2300	1.3	0.0077	840
Poliuretano espanso estruso con pelle	10	35	0.035	2.8571	1250
Poliuretano espanso sintetizzato UNI 7991	10	30	0.04	2.5	1250
Poliuretani in lastre ricavate da blocchi	10	50	0.032	3.125	1250
Poliuretani in lastre ricavate da blocchi	12	50	0.032	3.75	1250
Poliuretano in lastre ricavate da blocchi - mv.50	8	50	0.032	2.5	1250

Abbreviazioni utilizzate

e Spessore (cm)	RT Resistenza termica (m <sup>2</sup> ·K/W)
ρ Densità (kg/m <sup>3</sup> )	Cp Calore specifico (J/(kg·K))
λ Conduttività termica (W/(m·K))	

Pagina 7

È inoltre possibile consultare i risultati di ciascun locale definito all'interno dell'edificio. A tale scopo, è necessario posizionare il cursore del mouse al di sopra del riferimento attribuito a un qualsiasi locale, operazione con cui compare un riquadro che illustra le sue caratteristiche geometriche.

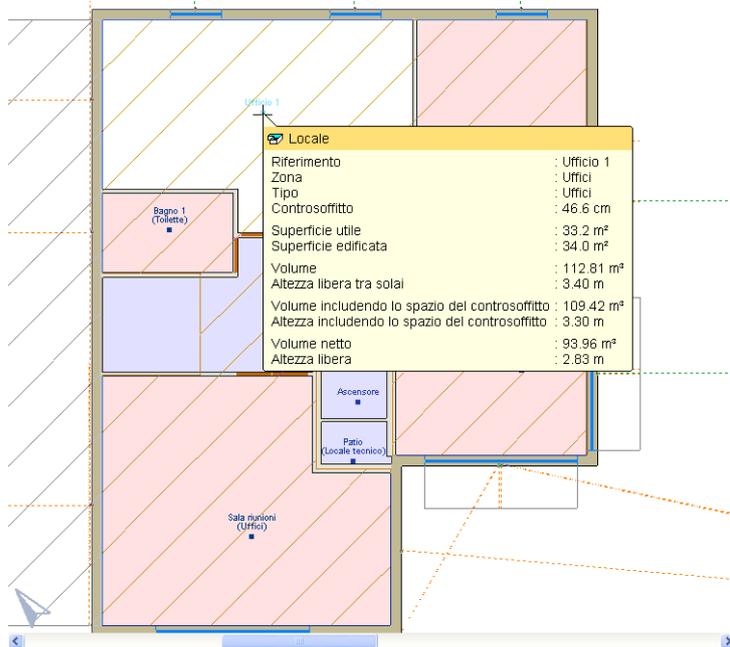


Fig. 3.46

Per accedere alla relazione di calcolo completa inerente a un qualsiasi locale, bisogna cliccare sul suo riferimento. Il numero e il tipo di linguette di cui essa si compone dipende strettamente dal locale selezionato.

### 3.5.3. Visualizzazione dei ponti termici

Oltre a quanto appena illustrato, nella linguetta **Studio termico** è possibile lanciare un **calcolo con visualizzazione dei ponti termici** (opzione **Visualizzazione dei ponti termici** ubicata nel menu **Risultati**); una volta attivata, si possono consultare sullo schermo i ponti termici rilevati automaticamente da CYPECAD MEP. Per agevolare la comprensione, il programma li classifica in base a un codice di colori:

- Le linee gialle individuano i ponti termici corrispondenti ad angoli sporgenti e rientranti:

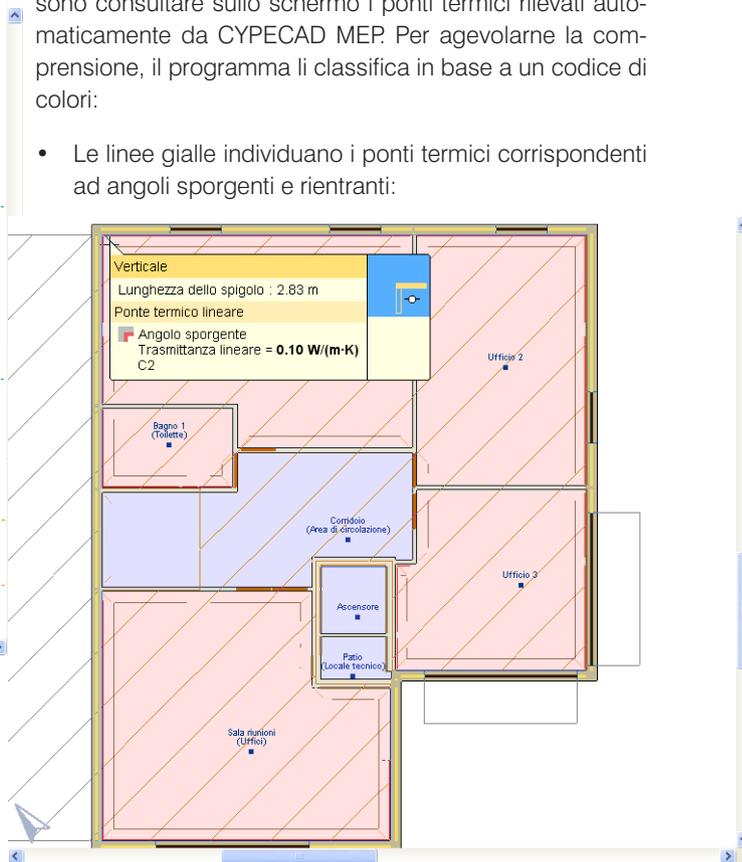


Fig. 3.47

- Le linee marroni rappresentano i ponti termici corrispondenti a solai d'interpiano e ad elementi di separazione in generale orizzontali:

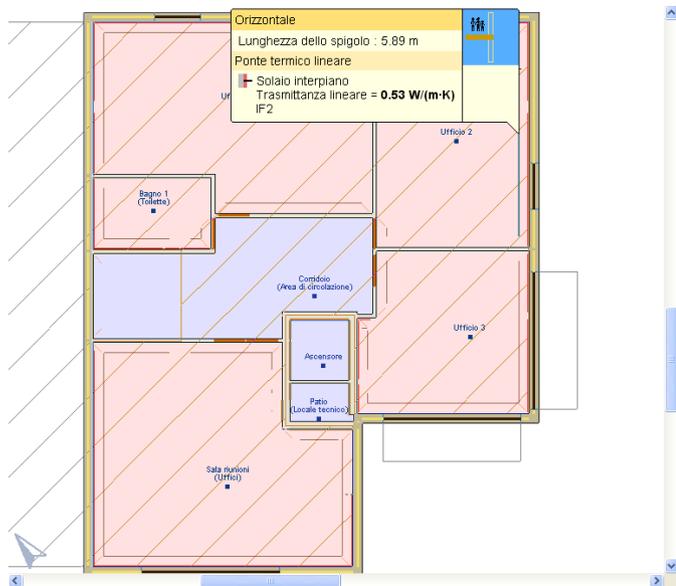


Fig. 3.48

- Le linee viola individuano ponti termici corrispondenti a coperture:

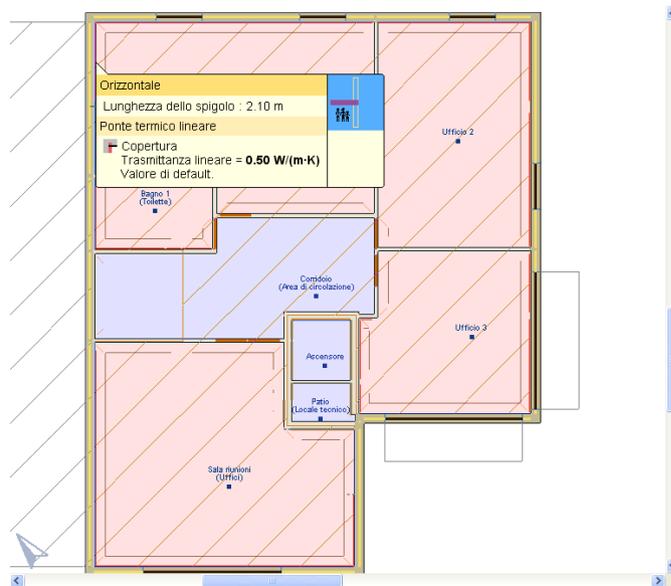


Fig. 3.49

A seconda della modalità di calcolo dei ponti termici lineari stabilita (rilevati automaticamente, calcolati tramite un'analisi a elementi finiti o inseriti manualmente dall'utente), è possibile accedere a relazioni riepilogative cliccando sull'elemento costruttivo corrispondente al ponte termico lineare desiderato.

### 3.5.4. Relazioni

Terminato il calcolo dell'edificio, uno dei metodi che consente di ottenere in output le relazioni elaborate dal programma consiste nel cliccare sull'icona , operazione con cui compare il menu a tendina **Relazioni** nella parte sinistra della finestra principale di lavoro.

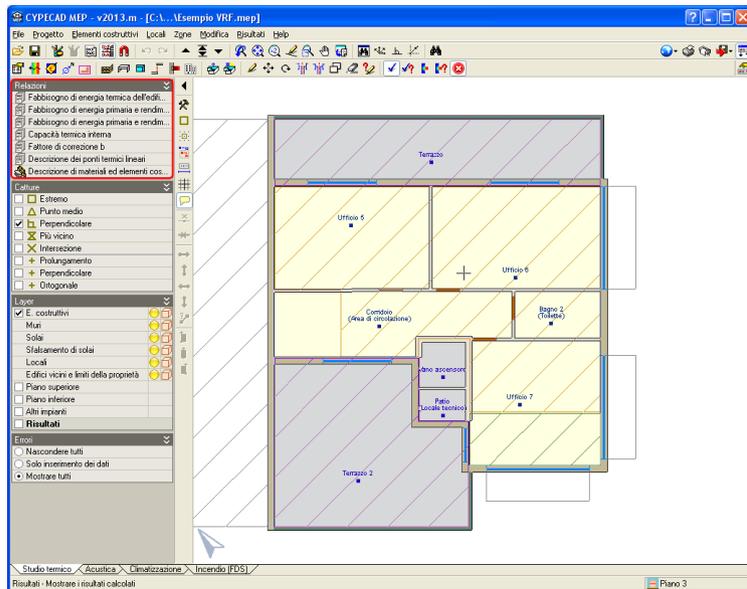


Fig. 3.50

In alternativa, si possono ottenere tramite il percorso **File > Stampare > Relazioni del progetto** o cliccando direttamente sull'icona , ubicata nell'angolo destro della barra degli strumenti superiore. Al termine di tale operazione, si apre la finestra seguente:

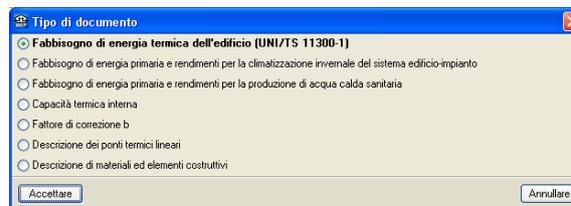


Fig. 3.51

Tutte le relazioni possono essere stampate e/o esportate in numerosi formati (txt, pdf, html, rtf, docx) utilizzando le utilities che si trovano nella barra dei menu ubicati nella loro parte superiore.

### 3.5.5. Disegni esecutivi

Il programma consente inoltre di ottenere in output disegni esecutivi. A tale scopo, bisogna cliccare su **File > Stampare > Disegni esecutivi del progetto** oppure sull'icona con il simbolo del plotter , situata nell'angolo superiore destro della schermata principale di lavoro, operazioni con le quali compare il riquadro di dialogo **Selezione di disegni esecutivi** illustrato nella figura seguente:

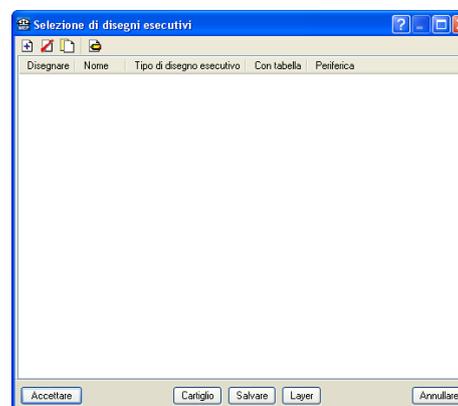


Fig. 3.52

Per aggiungerli, è necessario cliccare sul pulsante , operazione con cui si apre la finestra **Modifica del disegno esecutivo**.

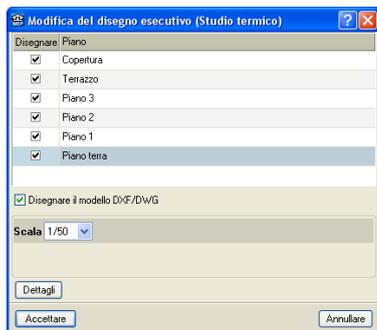


Fig. 3.53

Si devono qui selezionare i solai di cui si intendono ottenere i disegni esecutivi spuntando le caselle corrispondenti ubicate a sinistra dei loro nomi. Dopo aver impostato la scala ed importato eventuali particolari aggiuntivi (pulsante ) , bisogna accettare tale riquadro di dialogo.

Così facendo, si ritorna nuovamente alla finestra **Selezione di disegni esecutivi**, nella quale si mostrano quelli selezionati in precedenza; se ne possono aggiungere altri spuntando le corrispondenti caselle, ubicate nella parte sinistra del riquadro di dialogo in questione. Inoltre, è qui possibile stabilire la periferica in cui esportare i disegni esecutivi creati.

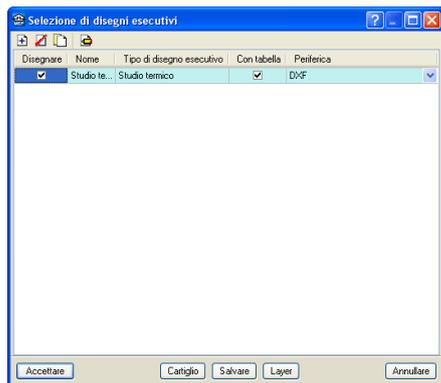


Fig. 3.54

Una volta accettata la finestra in esame, si apre il riquadro di dialogo **Composizione di disegni esecutivi**, nella cui parte superiore è ubicata una serie di icone che consentono, tra le altre cose, di spostarli, centrarli, stamparli, esportarli, ecc.

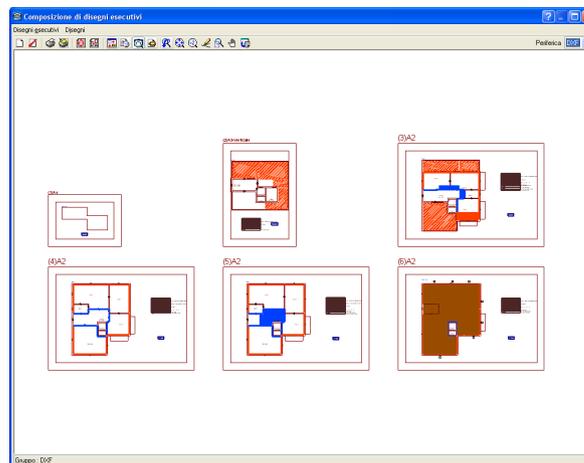


Fig. 3.55

Qualunque sia l'opzione che si ha intenzione di utilizzare, è necessario cliccare dapprima sull'icona corrispondente e, successivamente, sul disegno esecutivo desiderato. Di default, i disegni esecutivi compaiono vuoti; al fine di poter effettivamente visualizzarne il contenuto, bisogna cliccare sull'opzione **Particolare di tutti i disegni** del menu **Disegni** (o, alternativamente, sull'icona ).

## 4. Studio acustico

### 4.1. Dominio di applicazione e quadro normativo

Una volta definita la geometria dell'edificio, che si mantiene nel passaggio da un tipo di studio all'altro, nella linguetta **Acustica** è possibile stabilire tutti i materiali, le proprietà e le caratteristiche che influiscono sull'isolamento acustico degli elementi costruttivi, nonostante sia possibile specificare la caratterizzazione acustica degli stessi nel momento in cui si definiscono, analogamente a quanto menzionato in precedenza.

Il calcolo acustico viene condotto conformemente alle prescrizioni e alle specifiche contemplate sia dalla normativa italiana D.P.C.M. 5/12/1997 "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" che dalla famiglia di normative europee EN 12354 (parte 1, 2 e 3).

### 4.2. Dati generali del progetto

Si può accedere al riquadro di dialogo in questione sia mediante la procedura guidata offerta dall'assistente per la creazione di un nuovo progetto che cliccando sull'omonima opzione ubicata nel menu **Progetto** all'interno della schermata principale di lavoro del programma. In entrambi i casi, si visualizza la finestra seguente:

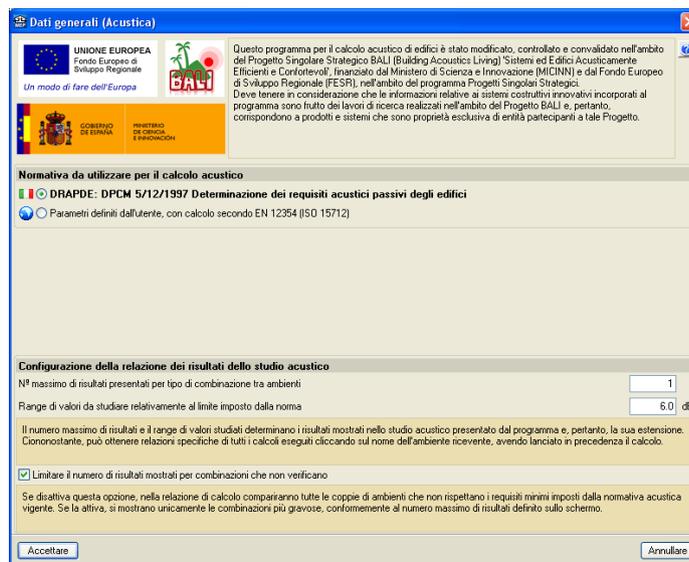


Fig. 4.1

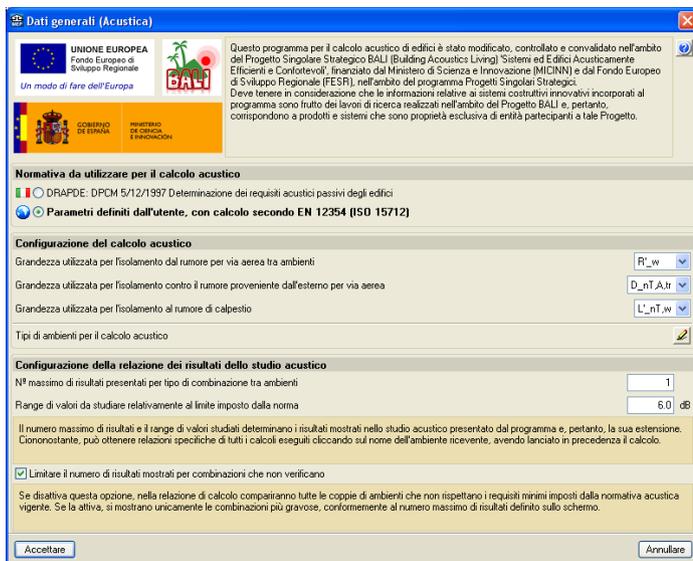


Fig. 4.2

In primo luogo si deve spuntare la casella corrispondente alla normativa che si desidera utilizzare per il calcolo e la verifica dell'isolamento acustico. Si noti che nel caso in cui la scelta ricada sulla normativa europea, oltre a dover specificare le grandezze da utilizzare per il calcolo dell'isolamento acustico nei confronti dei vari tipi di rumore, è necessario definire manualmente le coppie di ambienti emittenti-riceventi da prevedere all'interno del progetto. Se invece si seleziona la normativa nazionale, tale operazione viene realizzata automaticamente dal programma.

È inoltre possibile configurare alcune caratteristiche della relazione, contenente i risultati dello studio acustico, stabilendo il numero massimo di risultati presentati per tipo di combinazione tra ambienti e il range di valori da studiare conformemente al limite imposto dalla normativa.

## 4.3. Ulteriori funzioni del programma

Analogamente a quanto sopra menzionato, si possono impostare le proprietà acustiche dei diversi elementi strutturali dell'edificio nel momento in cui si definiscono. Nel seguito si riportano degli esempi relativi a tre tipi di elementi strutturali diversi.

### 4.3.1. Muri e partizioni

Si consideri un tramezzo o, indifferentemente, una chiusura verticale, dato che la procedura che consente di caratterizzare acusticamente una parete è la stessa. Una volta creata una serie di partizioni interne, aprendo la lista contenente tutti i tipi definiti, compare un riquadro di dialogo analogo a quello sotto illustrato:

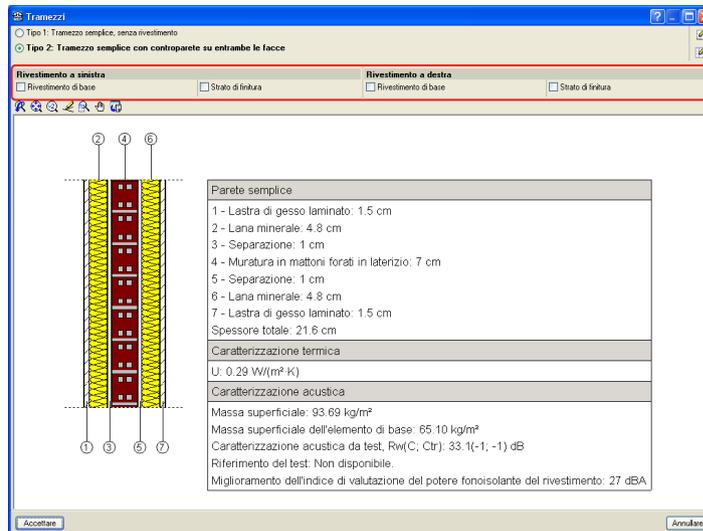


Fig. 4.3

Si noti che è possibile precisare più rivestimenti in una stessa parete.

Nel caso in cui si proceda a modificare l'elemento in questione (cliccando sull'icona  situata nell'angolo superiore destro della finestra di dialogo illustrata in figura), si apre il riquadro di dialogo **Tramezzi** che contiene una serie di opzioni, tra cui quella corrispondente alla casella **Caratterizzazione acustica**; spuntandola, si apre la seguente finestra:

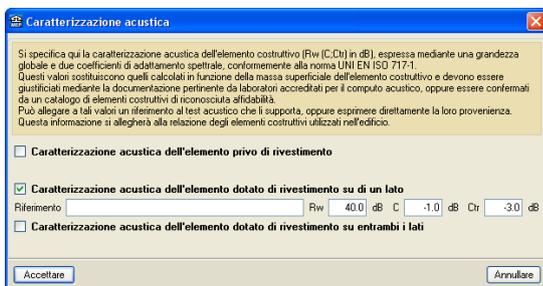


Fig. 4.4

È qui possibile specificare una serie di parametri per la caratterizzazione acustica dell'elemento costruttivo in esame (non è necessario spuntare tutte e tre le caselle, ma almeno quella corrispondente ai rivestimenti mostrati in Fig.4.3): oltre a dover attribuirle un riferimento, si devono precisare i valori dell'indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  (grandezza globale) e dei termini correttivi C e  $C_{tr}$  (coefficienti di adattamento spettrale).

### 4.3.2. Solai

Analogamente a quanto esposto per le chiusure verticali e per i tramezzi, è possibile accedere alla caratterizzazione acustica dei solai, in seguito alla modifica dei tipi definiti, spuntando l'omonima casella situata nella parte inferiore della finestra di dialogo **Solai**. Compare il seguente riquadro:

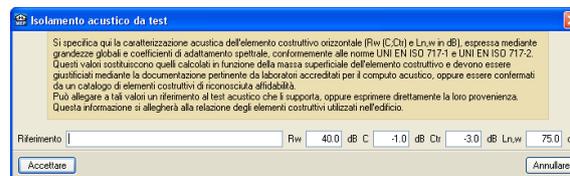


Fig. 4.5

**Nota:** Sia per i solai che per i muri e le partizioni, si può eseguire una valutazione acustica secondo la legge di massa; infatti, se non si spunta la casella “Caratterizzazione acustica”, il programma esegue automaticamente il calcolo. È possibile consultare il tipo di calcolo condotto nelle finestre che mostrano la lista degli elementi costruttivi in esame (Fig. 4.6 e Fig. 4.7).

### Calcolo secondo legge di massa:

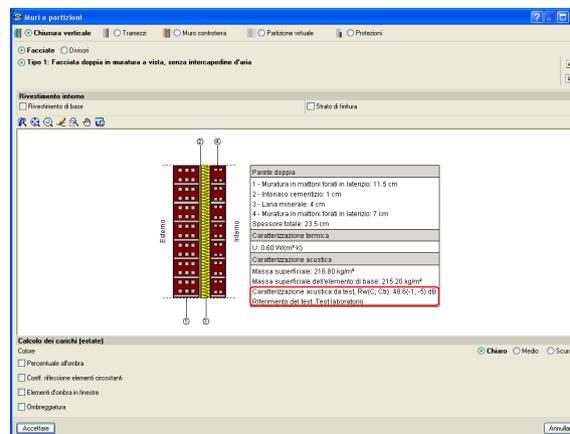


Fig. 4.6

### Calcolo da test (valore inserito dall'utente):

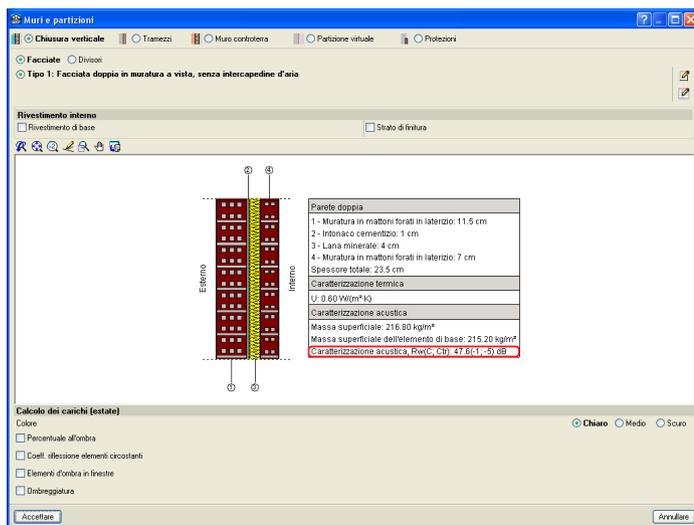


Fig. 4.7

### 4.3.3. Aperture

Per quanto concerne le aperture, i parametri rappresentativi della caratterizzazione acustica si devono indicare nel riquadro di dialogo di definizione delle stesse, come mostrato nella figura sotto riportata:

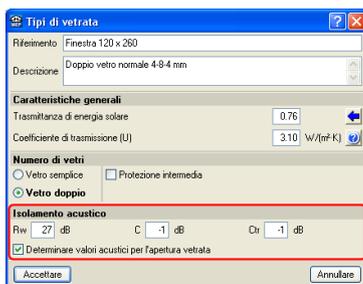


Fig. 4.8

## 4.4. Menu Impianto

Prima di lanciare la procedura di calcolo dei vari locali dell'edificio, è possibile disporre al loro interno una o più apparecchiature sonore, al fine di valutare il rumore da esse generato.

A tale scopo, bisogna cliccare sull'opzione **Apparecchiatura sonora** del menu **Impianto**; compare un riquadro di dialogo in cui si richiede di specificare l'altezza in corrispondenza della quale posizionare l'apparato produttore di rumore, la sua potenza sonora, l'eventuale tipologia di correzione da apportare (tonale e/o impulsiva) e il tipo di funzionamento (continuo o equivalente).



Fig. 4.9

Una volta definita è necessario disporla all'interno o all'esterno dell'edificio; nel momento in cui si introduce, si noti come il programma, in funzione dello spazio disponibile, mostri il fattore di direttività della sorgente D e il raggio r della sfera più grande che può essere inscritta nell'ambiente emittente.

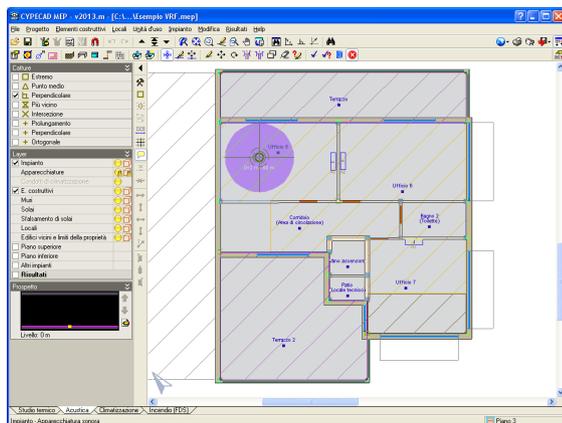


Fig. 4.10

## 4.5. Calcolo e risultati dello studio acustico

Ultimato l'inserimento di tutti i dati necessari, è possibile avviare il calcolo acustico dell'edificio cliccando sull'opzione **Calcolare** del menu **Risultati**, nel caso in cui si desidera eseguire unicamente il calcolo degli impianti definiti nella linguetta in cui si sta lavorando, o sull'opzione **Calcolare tutti gli impianti** del medesimo menu se si intendono calcolare tutti gli impianti disposti nell'edificio, indipendentemente dalla linguetta in cui sono stati definiti.

### 4.5.1. Messaggi di errore in output

Si rimanda al §3.5.1 per ottenere maggiori informazioni circa i messaggi d'errore mostrati da CYPECAD MEP.

### 4.5.2. Risultati in output

Terminato il calcolo, si possono consultare i risultati ottenuti ricorrendo all'opzione **Mostrare i risultati calcolati** ubicata nel menu **Risultati**.

In primo luogo, nella barra laterale situata nella parte sinistra della schermata principale di lavoro si riportano i grafici inerenti ai valori acquisiti dalle varie grandezze utilizzate dalla normativa selezionata per il calcolo dell'isolamento acustico dal rumore per via aerea tra ambienti, al rumore di calpestio e contro il rumore proveniente per via aerea dall'esterno.

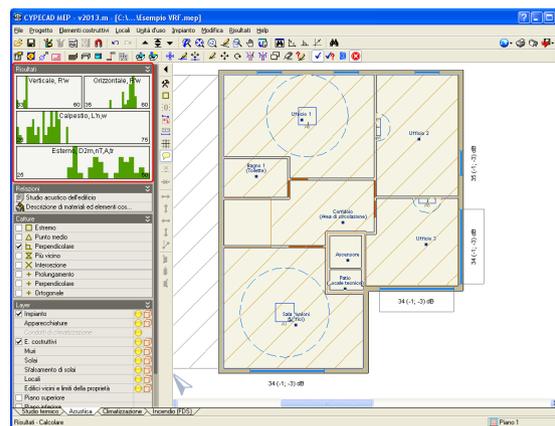


Fig. 4.11

Sempre nella barra degli strumenti laterale sinistra della schermata principale di lavoro, nel menu a tendina **Relazioni**, è ubicata la relazione contenente lo **Studio acustico dell'edificio**, cui è inoltre possibile accedere cliccando sull'icona **Relazioni del progetto** situata nell'angolo superiore destro della schermata principale di lavoro. Essa risulta articolata nel modo seguente:

- **Rappresentazione statistica dei risultati dell'isolamento acustico dell'edificio:** Contiene il riepilogo dell'isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti mediante elementi di separazione (orizzontali e/o verticali), il riepilogo dell'isolamento al rumore di calpestio e contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea.



Esempio VRF

## Studio acustico dell'edificio

Data: 20/05/13

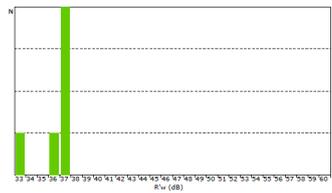
### 1.- ISOLAMENTO ACUSTICO

Il presente studio dell'isolamento acustico dell'edificio è il risultato del calcolo di tutte le possibili combinazioni di coppie emittenti e riceventi acustiche presenti nell'edificio, conformemente alla normativa vigente, ottenuto sulla base dei metodi di calcolo per la valutazione dell'isolamento acustico dal rumore per via aerea tra ambienti, del livello di rumore di calpestio tra ambienti e dell'isolamento contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea, descritti nelle norme EN 12354-1,2,3 (ISO 15712-1,2,3).

#### 1.1.- Rappresentazione statistica dei risultati dell'isolamento acustico dell'edificio

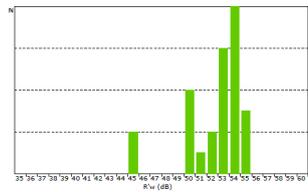
**Riepilogo dell'isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti mediante elementi di separazione verticali**

Si sono conteggiati 10 ambienti riceventi il rumore per via aerea nell'edificio, dando luogo a 12 coppie di ambienti emittente e ricevente separati da elementi costruttivi verticali. L'isolamento acustico medio dal rumore per via aerea tra queste coppie è di 36.0 dB, con una deviazione standard di 1.9 dB. Nel seguito si mostra la distribuzione frequenziale dei risultati ottenuti per l'indice acustico calcolato, ( $R'_{v}$ ):



**Riepilogo dell'isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti mediante elementi di separazione orizzontali**

Si sono conteggiati 13 ambienti riceventi il rumore per via aerea nell'edificio, dando luogo a 26 coppie di ambienti emittente e ricevente separati da elementi costruttivi orizzontali. L'isolamento acustico medio dal rumore per via aerea tra queste coppie è di 52.3 dB, con una deviazione standard di 2.7 dB. Nel seguito si mostra la distribuzione frequenziale dei risultati ottenuti per l'indice acustico calcolato, ( $R'_{h}$ ):



Pagina 2



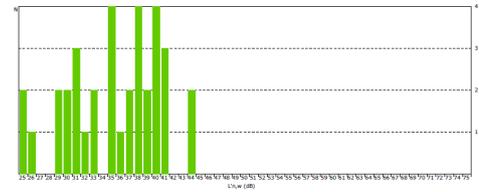
Esempio VRF

## Studio acustico dell'edificio

Data: 20/05/13

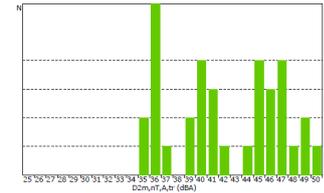
### Riepilogo dell'isolamento al rumore di calpestio

Si sono conteggiati 11 ambienti riceventi il rumore di calpestio, dando luogo a 35 coppie di ambienti emittente e ricevente. Il livello medio di pressione del rumore di calpestio in questi ambienti è di 35.3 dB, con una deviazione standard di 5.2 dB. Nel seguito si mostra la distribuzione frequenziale dei risultati ottenuti per l'indice acustico calcolato, ( $L'_{n,w}$ ):



### Riepilogo dell'isolamento contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea

Si sono conteggiati 12 ambienti riceventi il rumore per via aerea, con superfici esposte all'esterno, dando luogo a 35 calcoli di esposizione a rumore provenienti dall'esterno, combinando i distinti orientamenti della facciata. L'isolamento acustico medio contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea in questi locali è di 42.1 dBA, con una deviazione standard di 4.7 dBA. Nel seguito si mostra la distribuzione frequenziale dei risultati ottenuti per l'indice acustico calcolato, ( $D_{out,ref}$ ):



Pagina 3

- Risultati della valutazione dell'isolamento acustico:** Si espongono i risultati più gravosi dell'isolamento acustico calcolati nell'edificio, classificati conformemente alle distinte combinazioni di ambienti emittenti e riceventi contemplate dalla normativa selezionata.

### Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF Data: 20/05/13

---

**1.2.- Risultati della valutazione dell'isolamento acustico**

Si presentano qui i risultati più gravosi dell'isolamento acustico calcolati nell'edificio, classificati conformemente alle distinte combinazioni di ambienti emittenti e riceventi contemplate dalla normativa vigente.

I risultati finali mostrati sono integrati dai valori intermedi più significativi. Si presenta inoltre il dettaglio dei risultati ottenuti nel capitolo relativo alla giustificazione dei risultati di questo stesso documento, per ciascuna voce presente nelle tabelle di risultati.

**Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti mediante elementi di separazione verticali**

Id	Ambiente ricevente	Ambiente emittente	$R_{w,0}$	$R_w'$	$S_0$	$V$	$R_w'$ (dB)	
			(dB)	(dB)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	richiesto	progetto
<b>Insieme di locali 1 - Insieme di locali 1</b>								
1	Ufficio 5 (Piano 3)	Ufficio 6	37.5	36.4	10.11	54.6	30	36
<b>Insieme di locali 1 - Insieme di locali 2</b>								
2	Caffetteria (Piano terra)	Ingresso	32.6	32.1	14.65	151.9	30	32
<b>Insieme di locali 2 - Insieme di locali 1</b>								
3	Ingresso (Piano terra)	Caffetteria	32.5	32.1	14.46	175.5	30	32

Nota:  
*Id:* Identificatore della scheda tecnica di calcolo dettagliato per l'input dei risultati nella tabella  
 $R_{w,0}$ : Indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta  
 $R_w'$ : Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  
 $S_0$ : Superficie di separazione comune ai due ambienti  
 $V$ : Volume del locale ricevente  
 $R_w'$ : Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione

**Isolamento dal rumore per via aerea tra ambienti mediante elementi di separazione orizzontali**

Id	Ambiente ricevente	Ambiente emittente	$R_{w,0}$	$R_w'$	$S_0$	$V$	$R_w'$ (dB)	
			(dB)	(dB)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	richiesto	progetto
<b>Insieme di locali 1 - Insieme di locali 1</b>								
4	Ufficio 1 (Piano 2)	Ufficio 6	60.4	50.3	4.76	94.0	30	50
<b>Insieme di locali 1 - Insieme di locali 2</b>								
5	Ufficio 2 (Piano 1)	Ingresso	60.4	45.2	0.71	66.4	30	45
<b>Insieme di locali 2 - Insieme di locali 1</b>								
6	Ingresso (Piano terra)	Ufficio 2	60.4	45.2	0.71	175.5	30	45

Nota:  
*Id:* Identificatore della scheda tecnica di calcolo dettagliato per l'input dei risultati nella tabella  
 $R_{w,0}$ : Indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta  
 $R_w'$ : Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  
 $S_0$ : Superficie di separazione comune ai due ambienti  
 $V$ : Volume del locale ricevente  
 $R_w'$ : Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione

Pagina 4

### Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF Data: 20/05/13

---

**Livello di rumore di calpestio**

Id	Ambiente ricevente	Ambiente emittente	$L_{w,dire}$	$L_{w,indir}$	$V$	$L'_{w,dire}$ (dB)	
			(dB)	(dB)	(m <sup>3</sup> )	richiesto	progetto
<b>Insieme di locali 1 - Insieme di locali 1</b>							
1	Ufficio 3 (Piano 1)	Ufficio 2	---	46.0	51.3	65	46
<b>Insieme di locali 1 - Insieme di locali 2</b>							
2	Caffetteria (Piano terra)	Ingresso	---	32.0	151.9	65	32
<b>Insieme di locali 2 - Insieme di locali 1</b>							
3	Ingresso (Piano terra)	Ufficio 2	41.0	47.8	175.5	65	49

Nota:  
*Id:* Identificatore della scheda tecnica di calcolo dettagliato per l'input dei risultati nella tabella  
 $L_{w,dire}$ : Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per la trasmissione diretta  
 $L_{w,indir}$ : Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato per la trasmissione indiretta  
 $V$ : Volume del locale ricevente  
 $L'_{w,dire}$ : Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato

**Isolamento contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea**

Id	Ambiente ricevente	% aperture	$[R_w + C_w]_{dir}$	$[R_w + C_w]'$	$S_0$	$V$	$D_{DnT,dir,app}$ (dBA)	
			(dBA)	(dBA)	(m <sup>2</sup> )	(m <sup>3</sup> )	richiesto	progetto
1	Ufficio 5 (Insieme di locali 1), Piano 3	33.0	34.5	34.3	15.27	54.6	30	35

Nota:  
*Id:* Identificatore della scheda tecnica di calcolo dettagliato per l'input dei risultati nella tabella  
 % aperture: Percentuale di area cava rispetto all'area totale  
 $[R_w + C_w]_{dir}$ : Indice di valutazione del potere fonoisolante per la trasmissione diretta  
 $[R_w + C_w]'$ : Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  
 $S_0$ : Area totale in contatto con l'esterno  
 $V$ : Volume del locale ricevente  
 $D_{DnT,dir,app}$ : Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione

Pagina 5

- **Giustificazione dei risultati del calcolo dell'isolamento acustico:** Si articola in tre sottorelazioni:

### 1) Isolamento acustico dal rumore per via aerea tra ambienti, contenente:

- Il calcolo dettagliato della grandezza utilizzata per la valutazione dell'isolamento nei confronti del tipo di rumore in questione (indice di valutazione del potere fonoisolante apparente  $R'_w$  o indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{nT,W}$ ) e i dati fondamentali necessari per la sua corretta esecuzione: descrizione di ambienti emittenti e riceventi, volume del locale ricevente e superficie di separazione tra i due ambienti. Ogni calcolo eseguito è ampiamente descritto e giustificato.
- I parametri che intervengono nel calcolo relativi a qualsiasi elemento separatore: massa  $m$ , indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$  (o  $R_A$ , a seconda della grandezza utilizzata), incremento dell'indice di valutazione utilizzato relativo al rivestimento dell'ambiente emittente e ricevente ( $\Delta R_w$  o  $\Delta R_A$ ) e superficie  $S$ .
- Le tabelle riepilogative, contenenti i valori dei parametri corrispondenti a tutti i percorsi acustici rilevati (trasmissione diretta, da laterale a laterale, da laterale a diretto e da diretto a laterale) tra cui l'indice di riduzione delle vibrazioni  $K_{ij}$  per ogni percorso acustico.



## Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF Data: 20/05/13

---

### 1.3.- Giustificazione dei risultati del calcolo dell'isolamento acustico

#### 1.3.1.- Isolamento acustico dal rumore per via aerea tra ambienti

Nei seguito si presenta il calcolo dettagliato della valutazione dell'isolamento acustico dal rumore per via aerea tra coppie di locali emittente - ricevente, per i valori più gravi presentati nelle tabelle riepilogative del capitolo precedente, secondo il modello semplificato per la trasmissione strutturale descritto in EN 12354-1:2000 (ISO 15712-1:2005), che utilizza per la predizione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente gli indici di valutazione degli elementi interessati, secondo i procedimenti di ponderazione descritti nella norma EN ISO 717-1.

Per la corrispondenza adeguata tra la giustificazione del calcolo e la presentazione dei risultati del capitolo precedente, si numerano le seguenti schede tecniche conformemente alla numerazione delle voci nelle tabelle riepilogative dei risultati.

**1 Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_w$**

<b>Ambiente ricevente:</b>	Ufficio 5 (Uffici)	Insieme di locali 1
<b>Ubicazione dell'ambiente ricevente:</b>		Piano 3
<b>Ambiente emittente:</b>	Ufficio 6 (Uffici)	Insieme di locali 1
<b>Superficie di separazione comune ai due ambienti, <math>S_s</math>:</b>		10.1 m <sup>2</sup>

$$R'_w = -10 \log \left( 10^{0.1R_{w,e}} + \sum_{j \neq e} 10^{0.1R_{w,j}} + \sum_{j \neq e} 10^{0.1R_{w,j}} + \sum_{j \neq e} 10^{0.1R_{w,j}} + \frac{A}{S_s} \sum_{\text{emiss}} 10^{0.1L_{p,e}} \right) = 36 \text{ dB} \geq 30 \text{ dB} \quad \checkmark$$

**Dati in input per il calcolo:**

Elemento separatore							
Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)	Rivestimento ambiente emittente	ΔR <sub>w</sub> (dB)	Rivestimento ambiente ricevente	ΔR <sub>w</sub> (dB)	S <sub>s</sub> (m <sup>2</sup> )
Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	36.5		0		0	10.11

Pagina 6



### Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF

Data: 29/05/13

#### Elementi del laterale

	Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)	Rivestimento	ΔR <sub>w</sub> (dB)	L <sub>w</sub> (m)	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	Giunti
F1	Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	2.8	10.1	
f1	Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0			
F2	Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	2.8	10.1	
f2	Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	215	48.6		0			
F3	Solaio monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	6	0.8	10.1	
f3	Solaio monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	6			
F4	Solaio monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	6	2.7	10.1	
f4	Solaio monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	6			

#### Calcolo dell'isolamento acustico dal rumore per via aerea tra ambienti interni

##### Contributo diretto, R<sub>tot,d</sub>:

Elemento separatore	R <sub>0,w</sub> (dB)	ΔR <sub>0,w</sub> (dB)	R <sub>0,w</sub> (dB)	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,w</sub> (dB)	T <sub>0,d</sub>
Tramezzo semplice, senza rivestimento	36.5	0	10.1	36.5	0.000223872	
				37.5	0.000223872	



### Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF

Data: 29/05/13

#### Contributo da laterale a laterale, R<sub>tot,l</sub>:

Laterale	R <sub>0,w</sub> (dB)	R <sub>0,w</sub> (dB)	ΔR <sub>0,w</sub> (dB)	K <sub>0,w</sub> (dB)	L <sub>w</sub> (m)	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,w</sub> (dB)	S <sub>v</sub> /S <sub>v1</sub> T <sub>0,l</sub>
1	37.5	37.5	0	5.7	2.8	10.1	48.7	1.34896e-005
2	49.4	48.6	0	1.3	2.8	10.1	55.8	2.63027e-006
3	54.4	54.4	9	6.5*	0.8	10.1	80.8	8.31764e-009
4	54.4	54.4	9	0.3*	2.7	10.1	69.5	1.12202e-007
							47.9	1.62404e-005

#### Contributo da laterale a diretto, R<sub>tot,d</sub>:

Laterale	R <sub>0,w</sub> (dB)	R <sub>0,w</sub> (dB)	ΔR <sub>0,w</sub> (dB)	K <sub>0,w</sub> (dB)	L <sub>w</sub> (m)	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,w</sub> (dB)	S <sub>v</sub> /S <sub>v1</sub> T <sub>0,d</sub>
1	37.5	36.5	0	5.7	2.8	10.1	48.7	1.34896e-005
2	49.4	36.5	0	6.5	2.8	10.1	55.5	2.81838e-006
3	54.4	36.5	6	7.6	0.8	10.1	70.5	8.91251e-008
4	54.4	36.5	6	7.6	2.7	10.1	65.4	2.88403e-007
							47.8	1.66855e-005

#### Contributo da diretto a laterale, R<sub>tot,l</sub>:

Laterale	R <sub>0,w</sub> (dB)	R <sub>0,w</sub> (dB)	ΔR <sub>0,w</sub> (dB)	K <sub>0,w</sub> (dB)	L <sub>w</sub> (m)	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,w</sub> (dB)	S <sub>v</sub> /S <sub>v1</sub> T <sub>0,l</sub>
1	36.5	37.5	0	5.7	2.8	10.1	48.7	1.34896e-005
2	36.5	48.6	0	6.3	2.8	10.1	54.9	3.23594e-006
3	36.5	54.4	6	7.6	0.8	10.1	70.5	8.91251e-008
4	36.5	54.4	6	7.6	2.7	10.1	65.4	2.88403e-007
							47.7	1.71031e-005

(\*): Valore minimo dell'indice di riduzione delle vibrazioni, ottenuto secondo rapporti di lunghezza e superficie in corrispondenza del giunto tra elementi costruttivi, conformemente all'equazione 23 di EN 12354-1 (ISO 15712-1).

#### Trasmissione indiretta per via aerea, D<sub>tot,w</sub>:

Ambiente intermedio	R <sub>0,w</sub> (dB)	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,w</sub> (dB)	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	A <sub>1</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>v</sub> (m <sup>2</sup> )	C <sub>min</sub> (dB)	D <sub>tot,w</sub> (dB)	T <sub>0</sub>	
Corridoio	31.0	8.1	33.0	15.3	19.7	10	10.1	0	66.0	2.48392e-007	
									D <sub>tot,w</sub> =	66.0	2.48392e-007

## 2) Isolamento acustico al rumore di calpestio tra ambienti, contenente:

- I dati fondamentali per l'esecuzione del calcolo: descrizione degli ambienti emittenti e riceventi, volume del locale ricevente e area totale dell'elemento eccitato dal rumore di calpestio.
- L'espressione dell'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato  $L'_{nT,W}$ .
- I parametri che intervengono nel calcolo relativi a qualsiasi elemento eccitato dal rumore di calpestio: massa  $m$ , indice di valutazione del potere fonisolante  $R_w$ , indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato  $L_{n,W}$ , indice di valutazione dell'attenuazione del livello di pressione sonora di calpestio  $\Delta L_w$  e superficie  $S$ .
- Le tabelle riepilogative contenenti i valori dei parametri corrispondenti a tutti i percorsi acustici rilevati (trasmissione diretta, da laterale a laterale, da laterale a diretto e da diretto a laterale).



### Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF

Data: 20/05/13

---

**1.3.2.- Isolamento acustico al rumore di calpestio tra ambienti**  
 Nel seguito si presenta il calcolo dettagliato della valutazione dell'isolamento acustico al rumore di calpestio tra coppie di ambienti emittente - ricevente, per i valori più gravosi presentati nelle tabelle riepilogative del capitolo precedente, secondo il modello semplificato per la trasmissione strutturale descritto in EN 12354-2:2000 (ISO 15712-2:2005), utilizzando per la predizione dell'indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato gli indici di valutazione degli elementi interessati, secondo i procedimenti di ponderazione descritti nella norma EN ISO 717-2.  
 Per la corrispondenza adeguata tra la giustificazione del calcolo e la presentazione dei risultati del capitolo precedente, si numerano le seguenti schede tecniche conformemente alla numerazione delle voci nelle tabelle riepilogative dei risultati.

**1 Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato,  $L'_{n,w}$**

<b>Ambiente ricevente:</b>	Ufficio 3 (Uffici)	Insieme di locali 1
<b>Ubicazione dell'ambiente ricevente:</b>		Piano 1
<b>Ambiente emittente:</b>	Ufficio 2 (Uffici)	Insieme di locali 1
<b>Area totale dell'elemento eccitato, <math>S_e</math>:</b>		11.3 m <sup>2</sup>
<b>Volume del locale ricevente, <math>V_r</math>:</b>		51.3 m <sup>3</sup>

$$L'_{n,w} = 10 \log \left( 10^{0.1 L_{n,w,d}} + \sum_{j=1}^n 10^{0.1 L_{n,w,j}} \right) = 46 \text{ dB} \pm 6.5 \text{ dB}$$

**Dati in input per il calcolo:**

Elemento eccitato dal rumore di calpestio									
Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	L <sub>n,w</sub> (dB)	R <sub>w</sub> (dB)	Pavimento ambiente emittente	ΔL <sub>w</sub> (dB)	Rivestimento ambiente ricevente	ΔL <sub>w</sub> (dB)	S	S
Solaio monodirezionale	376	74.0	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore.	33	Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo		0	0.71
Solaio monodirezionale	376	74.0	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore.	33	Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo		0	2.32

Pagina 22

### Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF Data: 20/05/13

**Elementi del laterale**

Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)	Rivestimento	ΔL <sub>o,w</sub> (dB)	ΔR <sub>w</sub> (dB)	L <sub>e</sub> (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Giunti
D1 Solaiο monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	33	---			
f1 Solaiο monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	---	6	0.9	0.7	
D2 Solaiο monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	33	---	0.9	0.7	
f2 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		---	0			
D3 Solaiο monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	33	---	3.0	2.3	
f3 Solaiο monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	---	6			
D4 Solaiο monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	33	---	3.0	2.3	
f4 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		---	0			

**Calcolo dell'isolamento acustico al rumore di calpestio:**

---

Pagina 23

### Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF Data: 20/05/13

**Contributo da diretto a laterale, L<sub>w,dif</sub>:**

Laterale	L <sub>w</sub> (dB)	ΔL <sub>o,w</sub> (dB)	R <sub>o,w</sub> (dB)	R <sub>e,w</sub> (dB)	ΔR <sub>w</sub> (dB)	K <sub>o,r</sub> (dB)	L <sub>e</sub> (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	L <sub>w,dif</sub> (dB)	S <sub>v</sub> /S <sub>v,Tot</sub>
1	74.0	33	54.4	54.4	6	8.1*	0.9	0.7	28.0	39.553
2	74.0	33	54.4	37.5	0	8.1*	0.9	0.7	42.4	1089.38
3	74.0	33	54.4	54.4	6	3.1*	3.0	2.3	33.0	410.674
4	74.0	33	54.4	37.5	0	7.6	3.0	2.3	42.9	4013.26
									<b>46.0</b>	<b>5552.86</b>

(\*) Valore minimo dell'indice di riduzione delle vibrazioni, ottenuto secondo rapporti di lunghezza e superficie in corrispondenza del giunto tra elementi costruttivi, conformemente all'equazione 23 di EN 12354-1 (ISO 15712-1).

**Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, L'<sub>w</sub>:**

$$L'_{w,dif} = \frac{L_{w,dif} + t}{46.0 + 39502.7} = \frac{46.0 + 39502.7}{46.0 + 39502.7} = 46.0 + 39502.7$$

**Indice di valutazione del livello di pressione sonora di calpestio normalizzato, L'<sub>w</sub>:**

**Ambiente ricevente:** Caffetteria Insieme di locali 1

**Ubicazione dell'ambiente ricevente:** Piano terra Insieme di locali 2

**Ambiente emittente:** Ingresso (Vestibolo d'entrata) 14.6 m<sup>2</sup>

**Area totale dell'elemento eccitato, S<sub>v</sub>:** 151.9 m<sup>2</sup>

**Volume del locale ricevente, V:** 151.9 m<sup>3</sup>

$$L'_{p,w} = 10 \log \left( 10^{0.1 L_{w,dif}} + \sum_{j=1}^n 10^{0.1 L_{w,e,dj}} \right) = 32 \text{ dB} \leq 65 \text{ dB}$$

**Dati in input per il calcolo:**

**Elemento eccitato dal rumore di calpestio**

Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	L <sub>w</sub> (dB)	R <sub>w</sub> (dB)	Pavimento ambiente emittente	ΔL <sub>o,w</sub> (dB)	Rivestimento ambiente ricevente	ΔL <sub>e,w</sub> (dB)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )
Massetto	379	73.9	54.5	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	33		0	60.57

---

Pagina 24

### 3) Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea, contenente:

- I dati fondamentali per la corretta esecuzione del calcolo: descrizione degli ambienti emittenti e riceventi, volume del locale ricevente e area totale dell'elemento in contatto con l'esterno.
- L'espressione dell'indice di valutazione dell'isolamento acustico di facciata normalizzato rispetto al tempo di riverberazione  $D_{2m,nT}$ .
- I parametri che intervengono nel calcolo relativi a tutti gli elementi in contatto con l'esterno: massa  $m$ , indice di valutazione del potere fonoisolante  $R_w$ , incremento dell'indice di valutazione del potere fonoisolante  $\Delta R_w$  e superficie  $S$ .
- Le tabelle riepilogative contenenti i valori dei parametri corrispondenti a tutti i percorsi acustici rilevati (trasmissione diretta, da laterale a laterale, da laterale a diretto e da diretto a laterale), tra cui l'indice di riduzione delle vibrazioni  $K_{ij}$  per ogni percorso acustico.



## Studio acustico dell'edificio

Esempio VRF Data: 20/05/13

**1.3.3. Isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea**

Nel seguito si presenta il calcolo dettagliato della valutazione dell'isolamento acustico contro il rumore proveniente dall'esterno per via aerea, per i valori più gravosi presentati nelle tabelle riepilogative del capitolo precedente, secondo il modello semplificato per la trasmissione strutturale descritto in EN 12354-3:2000 (ISO 15712-3:2005), che utilizza per la predizione dell'indice di valutazione del potere fonoisolante apparente gli indici di valutazione degli elementi interessati, secondo i procedimenti di ponderazione descritti nella norma EN ISO 717-1.

Per la corrispondenza adeguata tra la giustificazione del calcolo e la presentazione dei risultati del capitolo precedente, si numerano le seguenti schede tecniche conformemente alla numerazione delle voci nelle tabelle riepilogative dei risultati.

**1 Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, ponderato  $A_{D_{2m,nT}}$**

Tipo di ambiente ricevente: Ufficio S (Insieme di locali 1)  
 Ubicazione dell'ambiente ricevente: Piano 3  
 Orientamento della facciata: 39.0° (Nord Ovest)  
 Area totale in contatto con l'esterno,  $S_e$ : 15.3 m<sup>2</sup>  
 Volume del locale ricevente,  $V$ : 54.6 m<sup>3</sup>

$$D_{2m,nT,dir} = R'_{dir} + \Delta L_{dir} + 10 \log \left( \frac{V}{6T_{dir} S_e} \right) = 35 \text{ dBA} \geq 30 \text{ dBA} \quad \checkmark$$

$$R'_{dir} = -10 \log \left( 10^{-0.1R_{w,dir}} + \sum_{j=1}^n 10^{-0.1K_{ij}} + \sum_{j=1}^m 10^{-0.1K_{ij}} + \sum_{j=1}^p 10^{-0.1K_{ij}} + \sum_{j=1}^q 10^{-0.1K_{ij}} + \sum_{j=1}^r 10^{-0.1K_{ij}} \right) = 34.3 \text{ dBA}$$

**Dati in input per il calcolo:**

**Facciata**

Elemento strutturale di base	$m$ (kg/m <sup>2</sup> )	$R_{w,e}$ (dBA)	Rivestimento interno	$\Delta R_{w,e}$ (dBA)	$S_e$ (m <sup>2</sup> )
Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	44.4		0	10.23

**Aperture in facciata**

Aperture in facciata	$R_w$ (dB)	$C_w$ (dB)	$R_{w,e}$ (dBA)	$S_e$ (m <sup>2</sup> )
Finestra di vetrata doppia aislaglas, 8 - 10 - 6	33.0	-3	30.0	5.04

Pagina 29

**Studio acustico dell'edificio**  
Esempio VRF Data: 20/05/13

**Elementi del laterale**

Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>AP</sub> (dBA)	Rivestimento	ΔR <sub>AP</sub> (dBA)	L (m)	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	Giunti
F1 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	215	43.6		0	2.8	15.3	
f1 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	36.5		0			
F2 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	215	43.6		0	2.8	15.3	
f2 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	44.4		0			
F3 Senza laterale emittente							
f3 Solai monodirezionale	376	48.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	6	5.4	15.3	

**Calcolo dell'isolamento acustico dal rumore per via aerea in facciate, coperture e pavimenti in contatto con l'aria esterna:**

**Contributo diretto, R<sub>ext,d</sub>:**

Elemento separatore	R <sub>0,AP</sub> (dBA)	ΔR <sub>0,AP</sub> (dBA)	R <sub>0,ext,d</sub> (dBA)	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,ext,d</sub> (dBA)	T <sub>0</sub>
Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	44.4	0	44.4	15.3	10.2	46.1	2.43253e-005
Finestra di vetrata doppia aisolagias, 8 * 10 - 6	30.0		30.0	15.3	5.0	34.8	0.000330025
						<b>34.5</b>	0.000354351

**Contributo da laterale a laterale, R<sub>ext,l</sub>:**

Laterale	R <sub>0,AP</sub> (dBA)	R <sub>0,ext</sub> (dBA)	ΔR <sub>0,ext</sub> (dBA)	K <sub>0</sub> (dBA)	L (m)	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,ext</sub> (dBA)	S <sub>i</sub> /S <sub>e</sub> *T <sub>0</sub>
1	43.6	36.5	0	6.3	2.8	15.3	53.7	4.2658e-006
2	43.6	44.4	0	18.2	2.8	15.3	69.5	1.12202e-007
							<b>53.6</b>	4.378e-006

**Contributo da laterale a diretto, R<sub>ext,d</sub>:**

Laterale	R <sub>0,AP</sub> (dBA)	R <sub>0,ext</sub> (dBA)	ΔR <sub>0,ext</sub> (dBA)	K <sub>0</sub> (dBA)	L (m)	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,ext</sub> (dBA)	S <sub>i</sub> /S <sub>e</sub> *T <sub>0</sub>
1	43.6	44.4	0	1.6	2.8	15.3	52.9	5.12861e-006
2	43.6	44.4	0	11.7	2.8	15.3	63.0	5.01187e-007
							<b>52.5</b>	5.6298e-006

Pagina 30

**Studio acustico dell'edificio**  
Esempio VRF Data: 20/05/13

**Contributo da diretto a laterale, R<sub>ext,d</sub>:**

Laterale	R <sub>0,AP</sub> (dBA)	R <sub>0,ext</sub> (dBA)	ΔR <sub>0,ext</sub> (dBA)	K <sub>0</sub> (dBA)	L (m)	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,ext</sub> (dBA)	S <sub>i</sub> /S <sub>e</sub> *T <sub>0</sub>
1	44.4	36.5	0	6.5	2.8	15.3	54.3	3.71535e-006
2	44.4	44.4	0	11.7	2.8	15.3	63.4	4.57088e-007
3	44.4	48.4	6	0.1	5.4	15.3	57.0	1.99526e-006
							<b>52.1</b>	6.1677e-006

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, ponderato al rumore da traffico, R'<sub>ext</sub>:**

R' <sub>ext</sub> (dBA)	T	
R <sub>0,ext,d</sub>	34.5	0.000354351
R <sub>0,ext,l</sub>	53.6	4.378e-006
R <sub>0,ext,d</sub>	52.5	5.6298e-006
R <sub>0,ext,l</sub>	52.1	6.1677e-006
	<b>34.3</b>	0.000370526

**Indice di valutazione dell'isolamento acustico normalizzato rispetto al tempo di riverberazione, ponderato A<sub>n</sub> D<sub>ext,d</sub>:**

R' <sub>ext</sub> (dBA)	ΔL <sub>n</sub> (dBA)	V (m <sup>3</sup> )	T <sub>0</sub> (s)	S <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>ext,d</sub> (dBA)
34.3	0	54.6	0.5	15.3	35

Pagina 31

- Condizionamento acustico, contenente:**

**Calcolo del tempo di riverberazione:** Si presenta una tabella che contempla tutti i locali in cui tale parametro è stato calcolato, di ciascuno dei quali viene riportato il volume, l'area equivalente di assorbimento acustico e il relativo tempo di riverberazione. Tale relazione si ottiene solamente per aule e sale conferenze con meno di 350 m<sup>3</sup> di volume, per alcune mense e alcune zone comuni di edifici residenziali pubblici, con carattere didattico e ospedaliero. Tramite essa è possibile intuire facilmente su quale elemento costruttivo risulti conveniente agire al fine di elevare l'assorbimento acustico e, conseguentemente, diminuire i tempi di riverberazione.
- Livello di pressione sonora, contenente:**

**Livello di pressione sonora continuo equivalente ponderato A:** Compare solo nel momento in cui sia stata definita ed inserita un'apparecchiatura sonora mediante la procedura sopra riportata; il calcolo di tale parametro si esegue per tutti i locali definiti nell'edificio. Contiene:

  - I dati fondamentali per la corretta esecuzione del calcolo: descrizione dell'ubicazione dell'ambiente ricevente connesso al locale oggetto di studio, volume del locale e area di assorbimento acustico equivalente dell'ambiente ricevente.
  - Il calcolo del livello di pressione sonora continuo equivalente prodotto da ciascuna apparecchiatura.
  - I parametri che intervengono nel calcolo: livello di potenza sonora della macchina  $L_{W,A}$ , fattore di direttività della sorgente  $D$ , raggio  $r$  della sfera più grande che può essere inscritta nell'ambiente emittente, superficie complessiva dell'involucro dell'ambiente emittente  $S_i$ , coefficiente di assorbimento acustico medio dell'ambiente emittente  $\alpha_m$ , componente del campo riverberante  $R$ , indice di valutazione del potere fonoisolante apparente ponderato  $A_{R'A}$  e superficie comune tra l'ambiente ricevente e l'ambiente in cui è situata l'apparecchiatura  $S$ .

È inoltre possibile consultare i risultati per ciascun locale definito all'interno dell'edificio. A tale scopo, è necessario posizionare il cursore del mouse al di sopra del riferimento attribuito a un qualsiasi locale, operazione con cui compare un riquadro contenente nella parte superiore le sue caratteristiche geometriche e nelle sue parti centrale e inferiore tutti i risultati connessi allo studio acustico condotto.

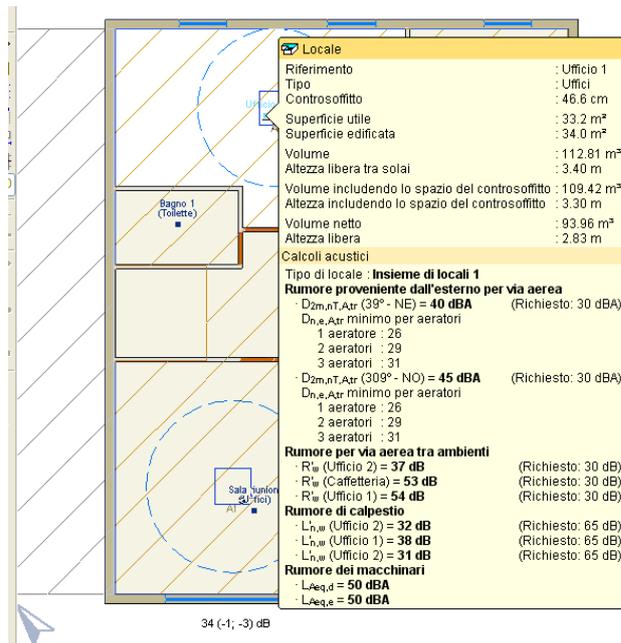


Fig. 4.13

Se poi si clicca sul riferimento attribuito al locale, si accede alla relazione di calcolo completa in cui sono esposti tutti i suoi dati, i calcoli eseguiti e i risultati ottenuti per il locale in questione.

Il numero di linguette di cui essa si compone, corrispondenti alla valutazione dell'isolamento acustico nei confronti dei vari tipi di rumore, dipende strettamente dal locale selezionato.

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'<sub>a</sub>**

<b>Ambiente ricevente:</b>	Ufficio 1 (Ufficio)	Insieme di locali 1
<b>Ubicazione dell'ambiente ricevente:</b>		Piano 1
<b>Ambiente emittente:</b>	Ufficio 2 (Ufficio)	Insieme di locali 1

Superficie di separazione comune ai due ambienti, S<sub>d</sub>: 14.2 m<sup>2</sup>

$$R'_a = -10 \log \left( 10^{-0.1R_{a,1}} + \sum_{j=1}^n 10^{-0.1R_{a,j}} + \sum_{j=1}^m 10^{-0.1R_{a,j}} + \sum_{j=1}^p 10^{-0.1R_{a,j}} + \frac{A_1}{S_d} \sum_{j=1}^q 10^{-0.1D_{a,j}} \right) - 37 \text{ dB} \geq 30 \text{ dB} \quad \checkmark$$

**Dati in input per il calcolo:**

**Elemento separatore**

Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)	Rivestimento ambiente emittente	ΔR <sub>e,w</sub> (dB)	Rivestimento ambiente ricevente	ΔR <sub>e,w</sub> (dB)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )
Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0		0	14.18

**Elementi del laterale**

Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (dB)	Rivestimento	ΔR <sub>e,w</sub> (dB)	L (m)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	Giunti
F1 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	2.8	14.2	
f1 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0			
F2 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	2.8	14.2	
f2 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0			
F3 Solaio monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	6			
f3 Solaio monodirezionale	376	54.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	6	5.0	14.2	
F4 Solaio monodirezionale	376	54.4	Controsoffitto continuo di lastre di gesso	0	5.0	14.2	
f4 Solaio monodirezionale	376	54.4	Controsoffitto continuo di lastre di gesso	0			

**Calcolo dell'isolamento acustico dal rumore per via aerea tra ambienti interni:**

**Contributo diretto, R<sub>ed,w</sub>:**

Elemento separatore	R <sub>ed,w</sub> (dB)	ΔR <sub>e,w</sub> (dB)	ΔR <sub>e,w</sub> (dB)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>ed,w</sub> (dB)	T <sub>tot</sub>
Tramezzo semplice, senza rivestimento	36.5	0	0	14.2	36.5	0.000223872
					<b>37.5</b>	<b>0.000223872</b>

**Contributo da laterale a laterale, R<sub>ed,w</sub>:**

Laterale	R <sub>ed,w</sub> (dB)	R <sub>ed,w</sub> (dB)	ΔR <sub>e,w</sub> (dB)	K <sub>ed</sub> (m)	L (m)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>ed,w</sub> (dB)	S <sub>d</sub> /S <sub>d1</sub> T <sub>tot</sub>
1	37.5	37.5	0	5.7	2.8	14.2	50.2	9.54993e-006
2	49.4	49.4	0	1.3	2.8	14.2	57.7	1.69824e-006
3	54.4	54.4	9	-0.5	5.0	14.2	67.4	1.8197e-007
4	54.4	54.4	0	0.7	5.0	14.2	<b>59.6</b>	<b>1.09648e-006</b>
							<b>49.0</b>	<b>1.25266e-005</b>

**Contributo da laterale a diretto, R<sub>ed,w</sub>:**

Laterale	R <sub>ed,w</sub> (dB)	R <sub>ed,w</sub> (dB)	ΔR <sub>e,w</sub> (dB)	K <sub>ed</sub> (m)	L (m)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>ed,w</sub> (dB)	S <sub>d</sub> /S <sub>d1</sub> T <sub>tot</sub>
1	37.5	36.5	0	5.7	2.8	14.2	50.2	9.54993e-006
2	49.4	36.5	0	6.5	2.8	14.2	56.9	2.04174e-006
3	54.4	36.5	6	7.6	5.0	14.2	64.1	3.89045e-007
4	54.4	36.5	0	10.6	5.0	14.2	61.1	7.76247e-007
							<b>48.9</b>	<b>1.2757e-005</b>

**Contributo da diretto a laterale, R<sub>ed,w</sub>:**

Laterale	R <sub>ed,w</sub> (dB)	R <sub>ed,w</sub> (dB)	ΔR <sub>e,w</sub> (dB)	K <sub>ed</sub> (m)	L (m)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>ed,w</sub> (dB)	S <sub>d</sub> /S <sub>d1</sub> T <sub>tot</sub>
1	36.5	37.5	0	5.7	2.8	14.2	50.2	9.54993e-006
2	36.5	49.4	0	6.5	2.8	14.2	56.9	2.04174e-006
3	36.5	54.4	6	7.6	5.0	14.2	64.1	3.89045e-007
4	36.5	54.4	0	10.6	5.0	14.2	61.1	7.76247e-007
							<b>48.0</b>	<b>1.2757e-005</b>

**Trasmissione indiretta per via aerea, D<sub>ed,w</sub>:**

Ambiente intermedio	R <sub>ed,w</sub> (dB)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>ed,w</sub> (dB)	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	A (m <sup>2</sup> )	A <sub>0</sub> (m <sup>2</sup> )	S <sub>d</sub> (m <sup>2</sup> )	C <sub>ed,w</sub> (m <sup>2</sup> )	D <sub>ed,w</sub> (dB)	T <sub>s</sub>
Corridoio	26.6	2.3	32.2	11.6	22.2	10	14.2	0	67.9	1.14411e-007
									<b>D<sub>ed,w</sub> = 69.4</b>	<b>1.14411e-007</b>

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente, R'<sub>a</sub>:**

R' <sub>a</sub> (dB)	T	
R <sub>ed,w</sub>	37.5	0.000177828
R <sub>ed,w</sub>	49.0	1.25266e-005
R <sub>ed,w</sub>	48.9	1.2757e-005
R <sub>ed,w</sub>	48.9	1.2757e-005
D <sub>ed,w</sub>	69.4	1.14411e-007
	<b>36.7</b>	<b>0.000215983</b>

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_{a,e}$**

Ambiente ricevente:	Ufficio 1 (Ufficio)	Insieme di locali 1
Ubicazione dell'ambiente ricevente:		Piano 1
Ambiente emittente:	Caffetteria	Insieme di locali 1

Superficie di separazione comune ai due ambienti,  $S_p$ : 33.2 m<sup>2</sup>

$$R'_{a,e} = -10 \log \left( 10^{-0.1R_{a,e}} + \sum_{j=1}^n 10^{-0.1R_{a,e,j}} + \sum_{j=1}^m 10^{-0.1R_{a,e,j}} + \sum_{j=1}^k 10^{-0.1R_{a,e,j}} + \frac{A}{S_p} \sum_{j=1}^l 10^{-0.1D_{a,e,j}} \right) = 53 \text{ dB} \geq 30 \text{ dB} \quad \checkmark$$

**Dati in input per il calcolo:**

Elemento separatore								
Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>e</sub> (dB)	Rivestimento ambiente emittente	$\Delta R_{e,e}$ (dB)	Rivestimento ambiente ricevente	$\Delta R_{e,r}$ (dB)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	
Solaio monodirezionale	376	53.4	Controsoffitto continuo di lastre di gesso	0	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore. Pavimentazione in pietra naturale su una superficie piana, con adesivo	6	33.18	

**Elementi del laterale**

Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>e</sub> (dB)	Rivestimento	$\Delta R_{e,e}$ (dB)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Giunti
F1 Tramezzo semplice, senza rivestimento	111	37.5		0	0.9	33.2	
F1 Tramezzo semplice, senza rivestimento	111	37.5		0	0.9	33.2	
F2 Solaio monodirezionale	376	54.4	Controsoffitto continuo di lastre di gesso	0	5.0	33.2	
F2 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	5.0	33.2	
F3 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	4.0	33.2	
F3 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	4.0	33.2	
F4 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	4.1	33.2	
F4 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	4.1	33.2	
F5 Tramezzo semplice, senza rivestimento	111	37.5		0	3.1	33.2	
F5 Tramezzo semplice, senza rivestimento	111	37.5		0	3.1	33.2	
F6 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	7.3	33.2	
F6 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	7.3	33.2	

**Calcolo dell'isolamento acustico dal rumore per via aerea tra ambienti interni:**

**Contributo diretto,  $R_{a,d}$ :**

Elemento separatore	R <sub>0,e</sub> (dB)	R <sub>e</sub> (dB)	$\Delta R_{e,e}$ (dB)	K <sub>tr</sub> (dB)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,r</sub> (dB)	S <sub>r</sub> /S <sub>e</sub> τ <sub>tr</sub>
Solaio monodirezionale	53.4	0	6	33.2	59.4	1.14815e-006		
<b>60.4 1.14815e-006</b>								

**Contributo da laterale a laterale,  $R_{a,l}$ :**

Laterale	R <sub>0,e</sub> (dB)	R <sub>e</sub> (dB)	$\Delta R_{e,e}$ (dB)	K <sub>tr</sub> (dB)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,r</sub> (dB)	S <sub>r</sub> /S <sub>e</sub> τ <sub>tr</sub>
1	37.5	37.5	0	19.4	0.9	33.2	72.4	5.7544e-008
2	54.4	37.5	0	7.6	5.0	33.2	61.8	6.60693e-007
3	49.4	49.4	0	8.9	4.0	33.2	67.5	1.77828e-007
4	37.5	37.5	0	20.5	4.1	33.2	67.1	1.94984e-007
5	37.5	37.5	0	19.4	3.1	33.2	67.2	1.90546e-007
6	49.4	49.4	0	8.9	7.3	33.2	64.9	3.23594e-007
<b>57.9 1.60519e-006</b>								

**Contributo da laterale a diretto,  $R_{a,l,d}$ :**

Laterale	R <sub>0,e</sub> (dB)	R <sub>e</sub> (dB)	$\Delta R_{e,e}$ (dB)	K <sub>tr</sub> (dB)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,r</sub> (dB)	S <sub>r</sub> /S <sub>e</sub> τ <sub>tr</sub>
1	37.5	53.4	6	10.3	0.9	33.2	77.8	1.65959e-008
2	54.4	53.4	6	-0.5	5.0	33.2	68.1	1.54882e-007
3	49.4	53.4	6	5.9	4.0	33.2	73.0	5.01187e-008
4	37.5	53.4	6	10.6	4.1	33.2	71.6	6.91831e-008
5	37.5	53.4	6	10.3	3.1	33.2	72.6	5.49541e-008
6	49.4	53.4	6	5.9	7.3	33.2	70.4	9.12011e-008
<b>63.6 4.36935e-007</b>								

**Contributo da diretto a laterale,  $R_{a,l,d}$ :**

Laterale	R <sub>0,e</sub> (dB)	R <sub>e</sub> (dB)	$\Delta R_{e,e}$ (dB)	K <sub>tr</sub> (dB)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>0,r</sub> (dB)	S <sub>r</sub> /S <sub>e</sub> τ <sub>tr</sub>
1	53.4	37.5	0	10.3	0.9	33.2	71.8	6.60693e-008
2	53.4	37.5	0	7.6	5.0	33.2	61.8	6.60693e-007
3	53.4	49.4	0	5.9	4.0	33.2	67.0	1.99526e-007
4	53.4	37.5	0	10.6	4.1	33.2	65.6	2.75423e-007
5	53.4	37.5	0	10.3	3.1	33.2	66.6	2.18776e-007
6	53.4	49.4	0	5.9	7.3	33.2	64.4	3.63078e-007
<b>57.5 1.78357e-006</b>								

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_{a,e}$ :**

	R'_{a,e} (dB)	τ
R <sub>0,e</sub>	60.4	9.12011e-007
R <sub>a,d</sub>	57.9	1.60519e-006
R <sub>a,l</sub>	63.6	4.36935e-007
R <sub>a,l,d</sub>	57.5	1.78357e-006
<b>R<sub>a,e</sub></b>	<b>53.2</b>	<b>4.7377e-006</b>

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_a$**

<b>Ambiente ricevente:</b>	Ufficio 1 (Ufficio)	Insieme di locali 1
<b>Ubicazione dell'ambiente ricevente:</b>		Piano 1
<b>Ambiente emittente:</b>	Ufficio 1 (Ufficio)	Insieme di locali 1

Superficie di separazione comune ai due ambienti,  $S_d$  33.2 m<sup>2</sup>

$$R'_a = -10 \log \left( 10^{-0.15R_{a,e}} + \sum_{j=1}^n 10^{-0.15R_{a,j}} + \sum_{j=1}^m 10^{-0.15R_{a,j}} + \sum_{j=1}^p 10^{-0.15R_{a,j}} + \frac{A_s}{S_d} \sum_{j=1}^q 10^{-0.15R_{a,j}} \right) = 54 \text{ dB} \geq 30 \text{ dB} \quad \checkmark$$

**Dati in input per il calcolo:**

**Elemento separatore**

Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>e</sub> (dB)	Rivestimento ambiente emittente	ΔR <sub>e,e</sub> (dB)	Rivestimento ambiente ricevente	ΔR <sub>e,r</sub> (dB)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )
Solaio monodirezionale	376	53.4	Pavimento galleggiante con lana minerale, di 40 mm di spessore.	6	Controsoffitto continuo di lastre di gesso	0	33.18

**Elementi del laterale**

Elemento strutturale di base	m (kg/m <sup>2</sup> )	R <sub>e</sub> (dB)	Rivestimento	ΔR <sub>e</sub> (dB)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	Giunti
F1 Tramezzo semplice, senza rivestimento	111	37.5		0	0.9	33.2	
f1 Tramezzo semplice, senza rivestimento	111	37.5		0	0.9	33.2	
F2 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	5.0	33.2	
f2 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	5.0	33.2	
F3 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	4.0	33.2	
f3 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	4.0	33.2	
F4 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	4.1	33.2	
f4 Tramezzo semplice, senza rivestimento	100	37.5		0	4.1	33.2	
F5 Tramezzo semplice, senza rivestimento	111	37.5		0	3.1	33.2	
f5 Tramezzo semplice, senza rivestimento	111	37.5		0	3.1	33.2	
F6 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	7.3	33.2	
f6 Facciata doppia in muratura a vista, senza intercapedine d'aria	232	49.4		0	7.3	33.2	

**Calcolo dell'isolamento acustico dal rumore per via aerea tra ambienti interni:**

**Contributo diretto,  $R_{a,d}$ :**

Elemento separatore	R <sub>e</sub> (dB)	ΔR <sub>e,e</sub> (dB)	ΔR <sub>e,r</sub> (dB)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>a,d</sub> (dB)	T <sub>010</sub>
Solaio monodirezionale	53.4	6	0	33.2	59.4	1.14815e-006
					<b>60.4</b>	1.14815e-006

**Contributo da laterale a laterale,  $R_{a,l}$ :**

Laterale	R <sub>e</sub> (dB)	R <sub>e</sub> (dB)	ΔR <sub>e,e</sub> (dB)	K <sub>tr</sub> (m)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>a,l</sub> (dB)	S <sub>i</sub> /S <sub>i,T0</sub>
1	37.5	37.5	0	19.4	0.9	33.2	72.4	5.7544e-008
2	37.5	37.5	0	20.5	5.0	33.2	66.2	2.39883e-007
3	49.4	49.4	0	8.9	4.0	33.2	67.5	1.77828e-007
4	37.5	37.5	0	20.5	4.1	33.2	67.1	1.94984e-007
5	37.5	37.5	0	19.4	3.1	33.2	67.2	1.90546e-007
6	49.4	49.4	0	8.9	7.3	33.2	64.9	3.23594e-007
							<b>59.3</b>	1.18438e-006

**Contributo da laterale a diretto,  $R_{a,l,d}$ :**

Laterale	R <sub>e</sub> (dB)	R <sub>e</sub> (dB)	ΔR <sub>e,e</sub> (dB)	K <sub>tr</sub> (m)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>a,l,d</sub> (dB)	S <sub>i</sub> /S <sub>i,T0</sub>
1	37.5	53.4	0	10.3	0.9	33.2	71.8	6.60693e-008
2	37.5	53.4	0	10.6	5.0	33.2	64.8	3.91131e-007
3	49.4	53.4	0	5.9	4.0	33.2	67.0	1.99526e-007
4	37.5	53.4	0	10.6	4.1	33.2	65.6	2.75423e-007
5	37.5	53.4	0	10.3	3.1	33.2	66.6	2.18776e-007
6	49.4	53.4	0	5.9	7.3	33.2	64.4	3.63078e-007
							<b>58.4</b>	1.454e-006

**Contributo da diretto a laterale,  $R_{a,l,d}$ :**

Laterale	R <sub>e</sub> (dB)	R <sub>e</sub> (dB)	ΔR <sub>e,e</sub> (dB)	K <sub>tr</sub> (m)	L (m)	S <sub>e</sub> (m <sup>2</sup> )	R <sub>a,l,d</sub> (dB)	S <sub>i</sub> /S <sub>i,T0</sub>
1	53.4	37.5	6	10.3	0.9	33.2	77.8	1.65959e-008
2	53.4	37.5	6	10.6	5.0	33.2	70.8	8.31764e-008
3	53.4	49.4	6	5.9	4.0	33.2	73.0	5.01187e-008
4	53.4	37.5	6	10.6	4.1	33.2	71.6	6.91831e-008
5	53.4	37.5	6	10.3	3.1	33.2	72.6	5.49541e-008
6	53.4	49.4	6	5.9	7.3	33.2	70.4	9.12011e-008
							<b>64.4</b>	3.65229e-007

**Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente,  $R'_a$ :**

R' <sub>a</sub> (dB)	T	
R <sub>a,d</sub>	60.4	9.12011e-007
R <sub>a,l</sub>	59.3	1.18438e-006
R <sub>a,l,d</sub>	58.4	1.454e-006
R <sub>a</sub>	64.4	3.65229e-007
	<b>54.1</b>	3.91562e-006

### 4.5.3. Output delle trasmissioni acustiche indirette

Nel caso in cui sia stato lanciato il calcolo avendo selezionato l'opzione **Visualizzazione di trasmissioni acustiche indirette** ubicata nel menu **Risultati**, è possibile ottenere graficamente ulteriori informazioni per quanto concerne gli spigoli.

I risultati ad essi relativi si ricavano cliccandovi sopra con il tasto sinistro del mouse. Compaiono informazioni circa il tipo di giunto e i percorsi acustici rilevati, con i valori dei corrispondenti indici di riduzione delle vibrazioni  $K_{ij}$  e degli indici di valutazione del potere fonoisolante  $R_{ij}$ . Per agevolare la comprensione, il programma mostra i risultati sulla base di un codice di colori:

- Le linee gialle individuano i bordi nel momento in cui l'elemento di separazione in questione sia verticale.

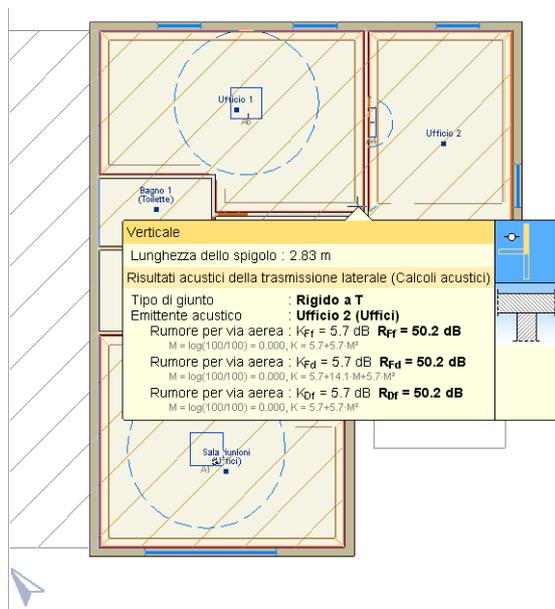


Fig. 4.15

- Le linee marroni rappresentano i bordi quando l'elemento di separazione in esame sia inferiore orizzontale.

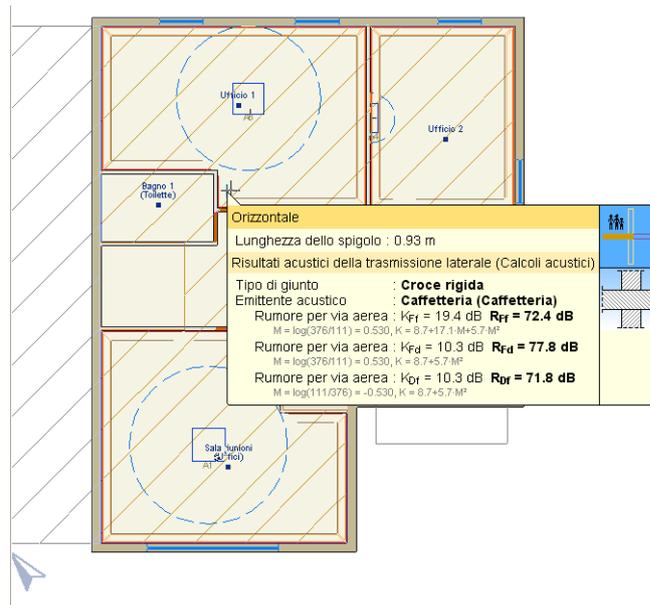


Fig. 4.16

- Le linee viola rappresentano i bordi nel momento in cui l'elemento di separazione in questione sia superiore orizzontale.

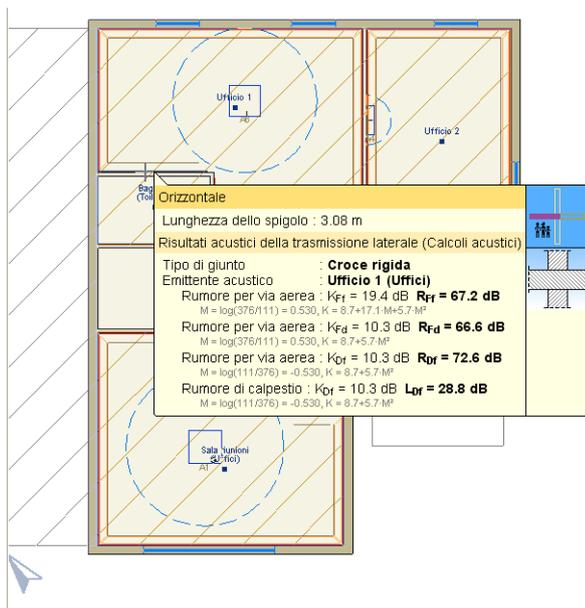


Fig. 4.17

### 4.5.4. Relazioni

Terminato il calcolo dell'edificio, uno dei metodi che consente di ottenere in output le relazioni elaborate dal programma consiste nel cliccare sull'icona , operazione con cui compare un menu a tendina nella parte sinistra della finestra principale di lavoro.

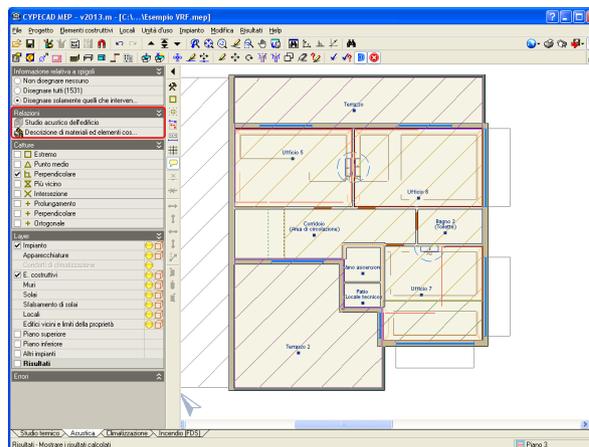


Fig. 4.18

Alternativamente, si possono ottenere tramite il percorso **File > Stampare > Relazioni del progetto** o cliccando direttamente sull'icona , ubicata nell'angolo destro della barra degli strumenti superiore. Al termine di tale operazione, si apre la finestra seguente:

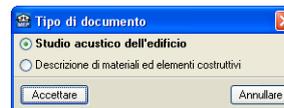


Fig. 4.19

Tutte le relazioni possono essere stampate e/o esportate in numerosi formati (txt, pdf, html, rtf, docx) utilizzando le utilities che si trovano nella barra dei menu ubicati nella loro parte superiore.

### 4.5.5. Disegni esecutivi

Per ottenere maggiori informazioni circa l'ottenimento dei disegni esecutivi si rimanda al §3.5.5.

## 5. Studio di climatizzazione

### 5.1. Dominio di applicazione e quadro normativo

All'interno di tale linguetta, oltre alle varie operazioni di cui si è già discusso (definizione del modello geometrico dell'edificio, accesso alle proprietà termiche degli elementi costruttivi e a ulteriori parametri per il calcolo dei carichi termici) è possibile dimensionare impianti di riscaldamento, di climatizzazione e di solo raffrescamento.

Lo studio di climatizzazione si esegue conformemente alla norma EN 12831, per quanto concerne il calcolo dei carichi termici, e al metodo delle funzioni di trasferimento per quanto riguarda il calcolo dei carichi estivi.

### 5.2. Dati generali del progetto

Si può accedere indifferentemente al riquadro di dialogo in questione sia mediante la procedura guidata offerta dall'assistente per la creazione di un nuovo progetto che cliccando sull'omonima opzione ubicata nel menu **Progetto** all'interno della schermata principale di lavoro del programma. In entrambi i casi, si visualizza la finestra seguente:

**Dati generali (Climatizzazione)**

Calcolo dei carichi  
 Climatizzazione  Raffrescamento  Riscaldamento

Procedura per il calcolo del riscaldamento  
 Classico  Norma EN 12831

Condizioni climatiche

Località  
 Milano

Altitudine 122.0 m

Latitudine (N) 45.45 gradi

Longitudine (E) 9.18 gradi

Temperatura secca in estate 31.60 °C

Temperatura umida in estate 23.20 °C

Oscillazione media giornaliera 10.20 °C

Oscillazione media annuale 38.00 °C

Temperatura secca in inverno -3.50 °C

Umidità relativa in inverno 80.0 %

Temperatura minima storica -13.10 °C

Temperatura minima del terreno 2.70 °C

Temperatura non perturbata del terreno 13.70 °C

Temperatura dell'acqua fredda di rete  
 Costante  Mensile 15.00 °C

Velocità del vento 2.30 m/s

Zona climatica E

Temperatura esterna, valori mensili

Irradiazione solare, valori mensili

Dati relativi al sito

Accettare Annullare

Fig. 5.1

## 5.2.1. Calcolo dei carichi

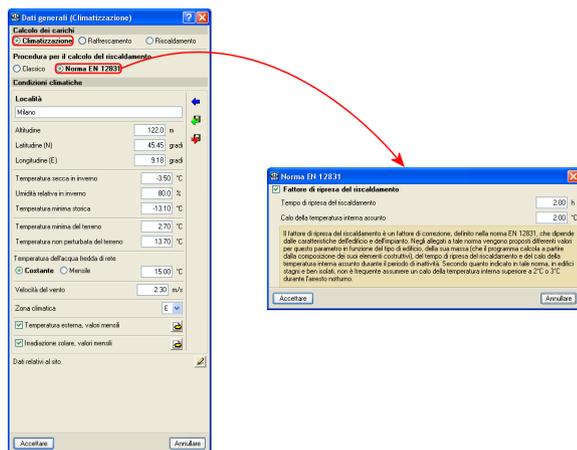


Fig. 5.2

Nei riquadri di dialogo sopra riportati, è possibile stabilire se il calcolo dei carichi termici dell'edificio oggetto del progetto sia da condurre per il solo riscaldamento, per il solo raffrescamento o per ambedue (climatizzazione). Nel primo e nel terzo caso, qualora si sia optato per eseguire il calcolo secondo la normativa europea EN 12831, si può scegliere se indicare il fattore di ripresa del riscaldamento spuntando la corrispondente casella (se attivata, è necessario precisare il tempo di ripresa del riscaldamento e il calo della temperatura interna assunto).

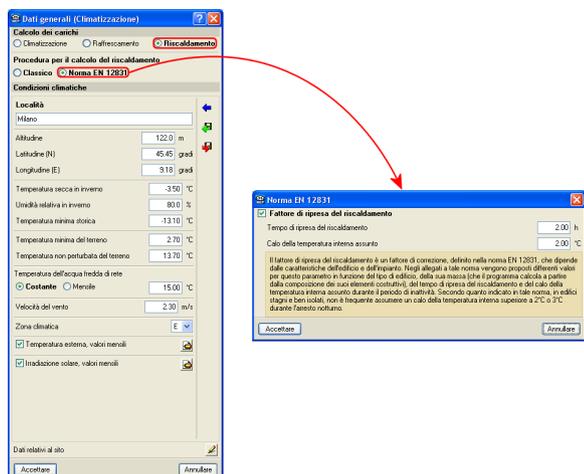


Fig. 5.3

## 5.2.2. Condizioni climatiche

I dati climatici del sito ove si intende ubicare il progetto possono essere importati da una libreria contenente i dati climatici delle case comunali di tutti i capoluoghi italiani, cliccando sul pulsante , come illustrato in Fig.5.4; possono essere in ogni caso modificati, esportati in una o più librerie che si creano ove si desidera (icona ) per poi essere importati da queste quando si ritenga opportuno (icona )

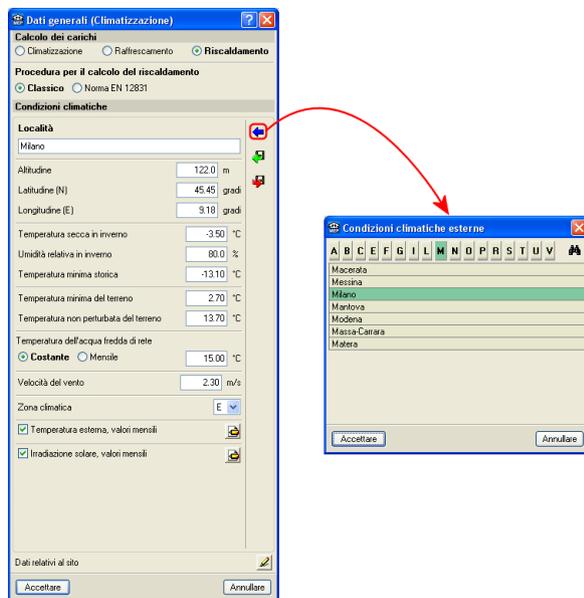


Fig. 5.4

## 5.2.3. Dati relativi al sito

Cliccando sul pulsante che si trova a fianco della voce in esame compare la finestra di dialogo riportata in Fig. 5.5, in cui è necessario definire il tipo di terreno sul quale è ubicato l'edificio e il tipo di protezione nei confronti del vento:

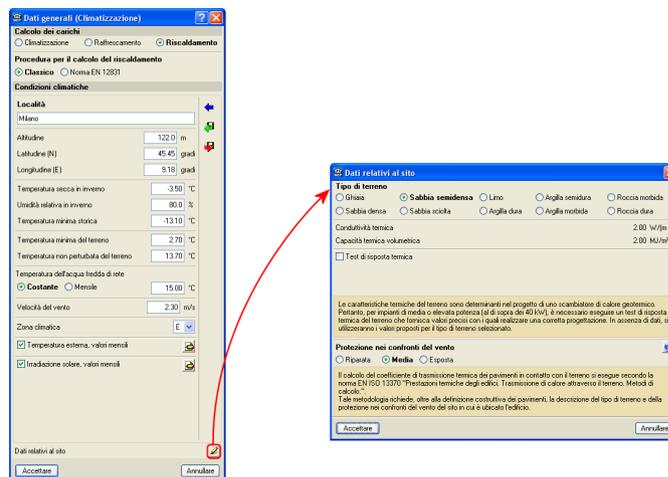


Fig. 5.5

## 5.3. Ulteriori proprietà dell'edificio

Si rimanda al §2.3 per consultare tutti i dettagli relativi alla creazione e disposizione degli elementi costruttivi e ai § 3.3.1 e 3.3.2 per quanto concerne la gestione e amministrazione dei ponti termici e dei rottori.

### 5.3.1. Dati aggiuntivi per le facciate

Nella parte inferiore del riquadro di dialogo, contenente l'elenco generale delle chiusure verticali definite all'interno del progetto, sono situate quattro opzioni che ricoprono una certa importanza nel calcolo dei carichi estivi:

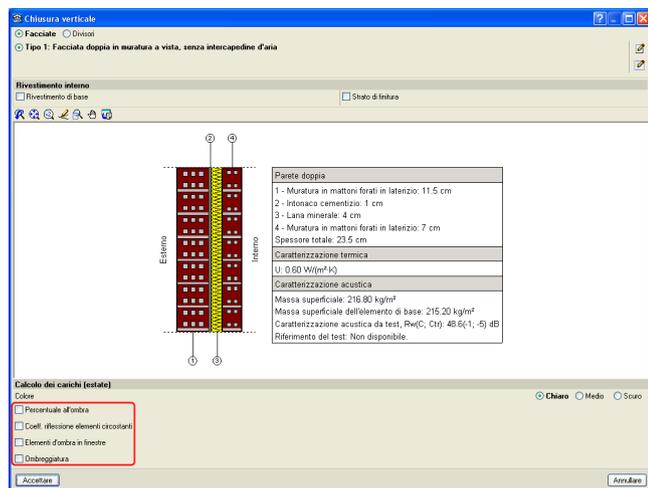


Fig. 5.6

- Percentuale all'ombra:** si definisce in maniera molto semplice in funzione degli ostacoli ambientali situati nelle vicinanze della facciata in esame.
- Coefficiente di riflessione degli elementi circostanti:** si può indicare manualmente oppure cliccando sull'icona , operazione con cui si apre la finestra, riportata in figura, da cui è possibile importare i valori di tale parametro per i più comuni elementi riflettenti circostanti:

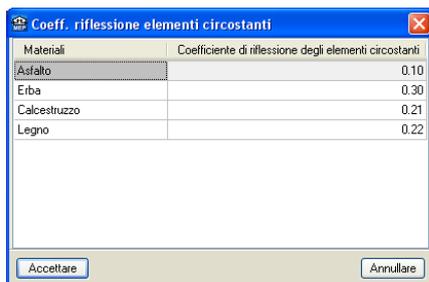


Fig. 5.7

- Elementi d'ombra in finestre:** spuntando la casella associata alla voce in esame, si apre il riquadro di dialogo mostrato nella figura seguente, in cui bisogna precisare la geometria degli elementi d'ombra nelle finestre:

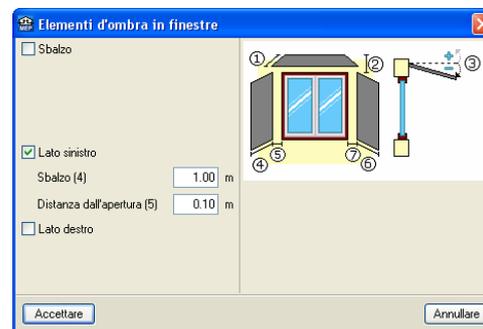


Fig. 5.8

- Ombreggiatura:** spuntando la casella associata a tale voce, compare la seguente finestra di dialogo, in cui si devono definire gli angoli dell'orizzonte e di eventuali oggetti orizzontali o verticali (a sinistra o a destra della chiusura verticale che si sta considerando):

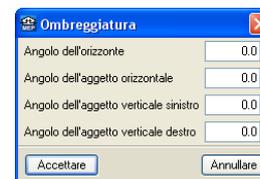


Fig. 5.9

### 5.3.2. Dati aggiuntivi per le aperture

Analogamente a quanto appena esposto per le chiusure verticali, dal riquadro di dialogo contenente la lista generale delle aperture definite all'interno del progetto (opzione **Serramenti esterni e apertura vetrata**), è possibile indicare, spuntando le omonime e corrispondenti caselle, la presenza di eventuali elementi d'ombra, l'angolo di

ombreggiatura dell'orizzonte e il coefficiente di trasmissione del calore per il complesso vetrata-telaio (valore che può essere inserito dall'utente nonostante il software provveda a calcolarlo).

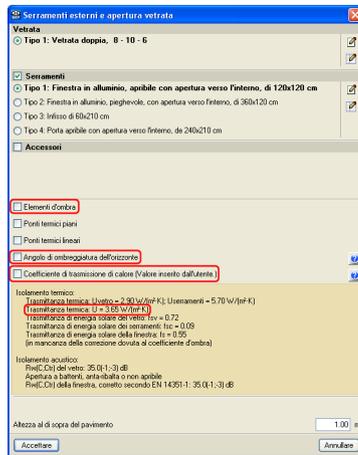


Fig. 5.10

Si possono inoltre precisare i ponti termici lineari e piani spuntando le omonime e corrispondenti caselle, operazione con cui si aprono le finestre di dialogo riportate nelle figure seguenti:



Fig. 5.11

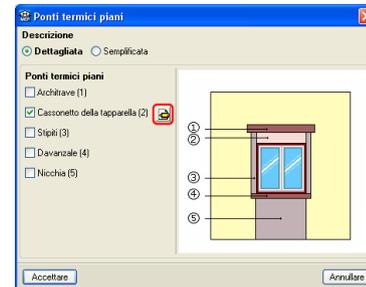


Fig. 5.12

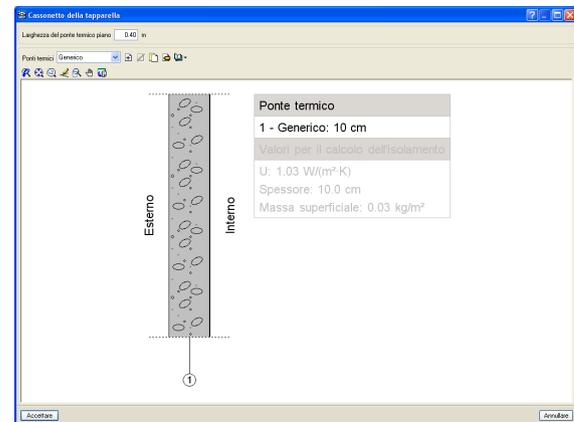


Fig. 5.13

## 5.4. Menu Impianto

Il calcolo e il dimensionamento degli impianti di riscaldamento, di climatizzazione e di raffrescamento vengono condotti da parte del programma all'interno della linguetta **Climatizzazione**.

Nonostante sia possibile introdurli in qualsiasi linguetta e calcolarli in qualunque momento, si raccomanda di iniziare ad eseguire quanto prima il calcolo dei carichi termici per

poterli consultare con la finalità di introdurre un impianto che copra interamente i fabbisogni dell'edificio oggetto del progetto.

### **5.4.1. Impianti di riscaldamento, di climatizzazione e di raffrescamento in CYPECAD MEP**

All'interno del programma, gli elementi di climatizzazione sono classificati come segue:

- Climatizzazione mediante sistema idronico.
- Climatizzazione mediante espansione diretta.
- Riscaldamento mediante sistema idronico.
- Riscaldamento elettrico.
- Pavimento radiante.

Un impianto termico comprende un sistema di produzione termico, le unità terminali di erogazione, un sistema di trasporto e un sistema di controllo. A seconda del tipo di impianto termico selezionato, i suddetti sistemi possono essere integrati all'interno di un unico apparecchio (apparecchi compatti) o essere separati (sistemi di produzione centralizzati e reti di trasporto).

#### **5.4.1.1. Climatizzazione mediante sistema idronico**

In tale tipologia di sistemi, si utilizza un fluido intermedio (generalmente acqua) tra la produzione di freddo (o di caldo) e l'aria del locale. L'acqua (fredda o calda nelle unità centralizzate) è condotta fino alle unità terminali situate all'interno dei locali da climatizzare.

##### **5.4.1.1.1. Sistemi di produzione termica**

Producono energia termica a partire da energia elettrica, termica o chimica derivante da un combustibile. L'elenco

sotto illustrato comprende le unità di produzione utilizzate nei tipi di impianti in questione ed indica il fluido impiegato al fine di contrastare rispettivamente il carico nel condensatore e nell'evaporatore:

- Unità aria-acqua pompa di calore reversibile, per installazione in esterni.
- Unità aria-acqua pompa di calore reversibile, per installazione in interni.
- Unità aria-acqua di raffrescamento, per installazione in esterni.
- Unità aria-acqua di raffrescamento, per installazione in interni.
- Unità aria-acqua pompa di calore non reversibile, per installazione in esterni.
- Unità aria-acqua pompa di calore non reversibile, per installazione in interni.
- Unità compatta acqua-aria-acqua pompa di calore a produzione contemporanea di acqua fredda e di acqua calda, sistema a quattro tubi, per installazione in esterni.
- Caldaia elettrica (nelle varietà per solo riscaldamento e per riscaldamento e ACS).
- Caldaia a gasolio (nelle varietà per solo riscaldamento e per riscaldamento e ACS).
- Caldaia a gas (nelle varietà per solo riscaldamento e per riscaldamento e ACS).
- Caldaia a biomassa.
- Gruppo termico a gasolio.
- Gruppo termico a gas.

##### **5.4.1.1.2. Sistema di trasporto di energia termica**

Le suddette tipologie di impianti richiedono un sistema di trasporto costituito da tubazioni, valvole, collettori (allo scopo di lavorare con più unità di produzione in parallelo) e pompe di circolazione che conduca l'acqua calda o fredda dall'apparato produttore fino alle unità terminali.

### 5.4.1.1.3. Unità terminali

Con la finalità di climatizzare l'aria circolante nei locali, il programma consente di disporre ventilconvettori o unità di trattamento dell'aria (UTA).

#### Ventilconvettori

Sono composti da uno scambiatore (a batterie di tubi alettati) e da un ventilatore.

Si utilizzano per refrigerare o riscaldare l'aria circolante in un locale, che viene condotta all'interno dello scambiatore, ove circola l'acqua proveniente dall'apparecchio produttore. I tipi di ventilconvettori contemplati dal programma sono:

- Ventilconvettori a soffitto, con distribuzione tramite condotti.
- Ventilconvettori a soffitto, con distribuzione tramite bocchette tubolari.
- Ventilconvettori a soffitto, a scarico diretto.
- Ventilconvettori a cassette.
- Ventilconvettori a parete.
- Ventilconvettori verticali a pavimento.

Tutte le suddette tipologie possono essere realizzate in sistemi a due o a quattro tubi, ad eccezione dei ventilconvettori a parete per i quali è contemplato unicamente il sistema a due tubi. In un impianto in cui ciascuna unità è provvista di un unico ingresso di acqua fredda o di acqua calda, si utilizzano ventilconvettori a due tubi (sistemi a un'unica batteria di scambio termico), mentre in unità con due ingressi d'acqua (uno per acqua calda e l'altro per acqua fredda) si impiegano ventilconvettori a quattro tubi (due di ingresso e due di uscita, sistemi a due batterie di scambio termico).

#### Climatizzatori

Si suddividono, in funzione del tipo di batteria e del numero di tubi, in:

- Climatizzatore (UTA) ultra-piatto, a due tubi, con batteria ad acqua fredda.
- Climatizzatore (UTA) ultra-piatto, a due tubi, con batteria ad acqua calda.
- Climatizzatore (UTA) ultra-piatto, a quattro tubi, con batteria ad acqua fredda e batteria ad acqua calda.
- Climatizzatore (UTA) a quattro tubi, con batteria ad acqua fredda e batteria ad acqua calda.

### 5.4.1.1.4. Elementi di distribuzione

Una volta che l'aria è stata climatizzata mediante ventilconvettori o climatizzatori, conviene distribuirla all'interno dei locali utilizzando, nel caso in cui si rendesse necessario, condotti provvisti di:

#### Diffusori

La loro funzione consiste nel distribuire aria climatizzata all'interno dei locali; generalmente, si dispongono in corrispondenza della parte inferiore o dell'estremità dei condotti.

#### Griglie di mandata

Si posizionano abitualmente lungo i condotti (sui lati, in corrispondenza della parte inferiore, della parte centrale o alle loro estremità); analogamente ai diffusori, la loro funzione è quella di distribuire aria climatizzata all'interno dei locali.

#### Ugelli

Si utilizzano per fornire aria climatizzata ai locali dell'edificio.

#### Griglie di ritorno

Si dispongono al fine di recuperare l'aria dai diversi locali. Esistono anche griglie di ritorno con plenum che svolgono esattamente la stessa funzione ma all'interno dei condotti.

### Griglie di presa d'aria

Si impiegano per convogliare l'aria primaria all'interno dell'impianto. Il programma contempla la portata d'aria richiesta per ventilare i diversi locali riforniti da tali griglie.

### Griglie di estrazione

Si utilizzano per espellere aria verso l'esterno. La distribuzione delle portate d'aria tra le diverse griglie dipende dalla portata d'aria del ventilatore.

### Ventilatore centrifugo in linea

Si può usare, allo stesso modo, in un circuito d'estrazione o di ritorno d'aria. La portata di aria estratta deve coincidere grosso modo con quella di aria immessa.

### Recuperatore di calore statico aria-aria

Si impiega con lo scopo di ottimizzare l'energia associata alla portata d'aria estratta e di scambiarla con il flusso proveniente dal ricambio d'aria, collegandolo ai climatizzatori o ai ventilconvettori mediante condotti.

#### 5.4.1.1.5. Schema di impianti di climatizzazione mediante sistema idronico

Abitualmente, sono provvisti di un sistema di trasporto dell'energia termica che si estende dall'unità di produzione fino alle unità terminali, e di un sistema di distribuzione dell'aria climatizzata che si snoda da queste ultime fino a raggiungere i diversi locali.

### Sistema di trasporto dell'energia termica

Il collegamento tra le diverse apparecchiature che costituiscono il sistema di trasporto dell'energia termica si realizza ricorrendo a tubazioni nelle quali scorre l'acqua proveniente dall'unità di produzione. In generale, esistono due tipi di sistemi di tubazioni:

- Sistemi a due batterie di scambio termico o a quattro tubi (due di ingresso e due di uscita). Sono caratterizzati da unità provviste di due ingressi d'acqua (uno per l'acqua fredda e l'altro per l'acqua calda); in tal modo, uno stesso impianto può fornire contemporaneamente acqua fredda a un'apparecchiatura e acqua calda a un'altra apparecchiatura. Si realizzano abitualmente in edifici in cui due locali richiedono, allo stesso tempo, una climatizzazione differente.

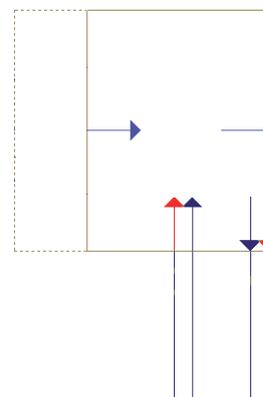


Fig. 5.14

- Sistemi ad un'unica batteria di scambio termico o a due tubi (uno di ingresso e uno di uscita). In essi, ciascuna apparecchiatura riceve unicamente l'ingresso di acqua fredda o di acqua calda (a seconda dell'apparecchiatura di produzione termica). Si realizzano nel momento in cui tutti i locali di un edificio richiedono, allo stesso tempo, una medesima climatizzazione (raffrescamento o riscaldamento).

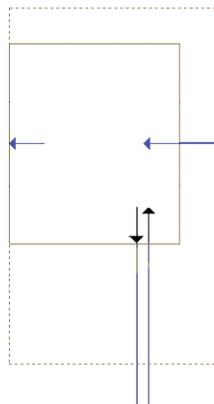


Fig. 5.15

Una volta disposte le tubazioni in CYPECAD MEP, è possibile scegliere il tipo di circolazione (mandata o ritorno). Per agevolare l'introduzione dell'impianto ed evitare errori durante la fase di modellazione si consiglia di lasciar selezionare al programma il tipo di circolazione in funzione dell'impianto realizzato. Dopo aver selezionato un tipo di circolazione, il programma elabora il tipo di tratto in modo tale che coincida il più possibile con quello selezionato; nel caso in cui l'impianto non possa essere risolto, compare un messaggio di errore in corrispondenza del tratto non elaborato. Inoltre, il programma consente di semplificare notevolmente il tracciato dell'impianto inserendo un'unica tubazione, che comprende sia la tubazione di mandata che quella di ritorno, al posto di inserirne due (una di mandata e una di ritorno).

### Sistema di distribuzione dell'aria

L'aria climatizzata, proveniente dai ventilconvettori o dai climatizzatori, viene ridistribuita all'interno dell'edificio direttamente dall'apparecchiatura oppure dagli elementi di distribuzione connessi alla rete di condotti.

Il sistema di distribuzione dell'aria e la necessità di disporre di un sistema di ingresso dell'aria esterna dipendono dal tipo di apparecchiatura utilizzata. Abitualmente, nei sistemi che dispongono di tale distribuzione e dell'ingresso dell'aria esterna si usano:

- Condotti (circolari o rettangolari).
  - Tubi flessibili, utilizzati per lunghezze inferiori a 1,5 m.
- Gli impianti di climatizzazione provvisti di condotti (o tubi flessibili) possono essere dimensionati in maniera diversa a seconda del tipo di presa d'aria delle apparecchiature di climatizzazione; si distinguono:
- Impianti di climatizzazione con presa d'aria esterna, nei quali la quantità d'aria richiesta all'interno dell'apparecchiatura di climatizzazione si ottiene integralmente dall'esterno.
  - Impianti di climatizzazione con ritorno tramite plenum, caratterizzati da un ritorno d'aria con griglie di ritorno tramite plenum.
  - Impianti di climatizzazione con ritorno mediante condotti, in cui il ritorno d'aria è realizzato completamente per mezzo di condotti.
  - Impianti di climatizzazione con ritorno d'aria e presa d'aria esterna, caratterizzati da una presa d'aria esterna (per il rinnovo dell'aria) e da un ritorno costituito interamente da condotti che forniscono e regolano la portata d'aria richiesta dai locali.

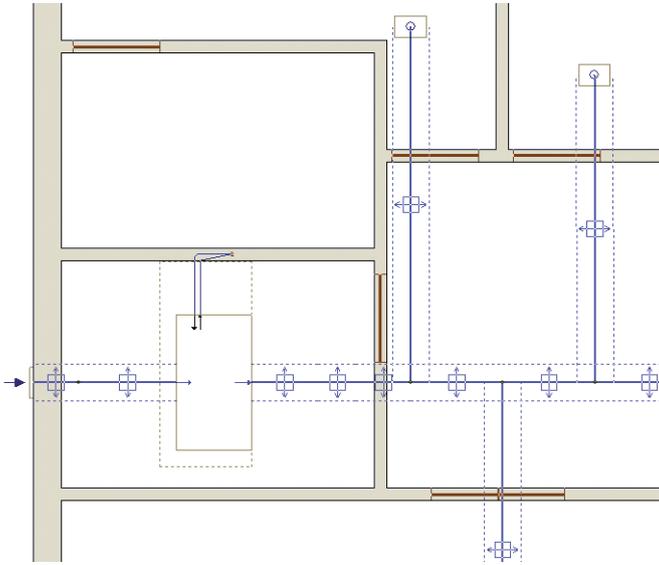


Fig. 5.16

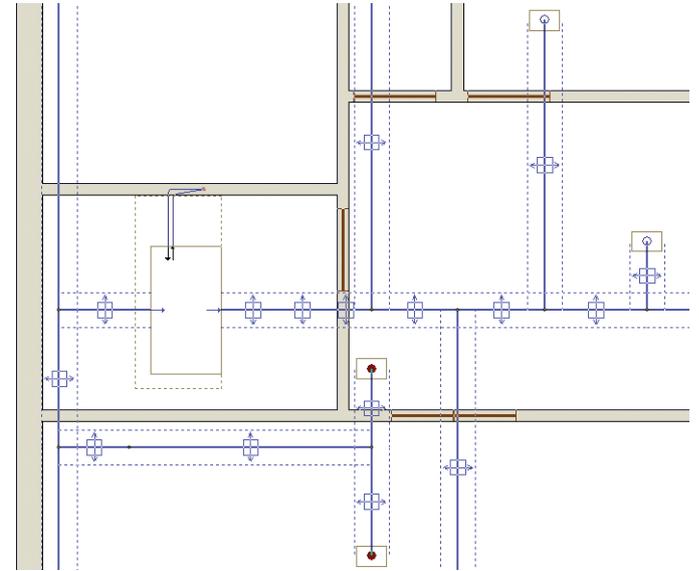


Fig. 5.18

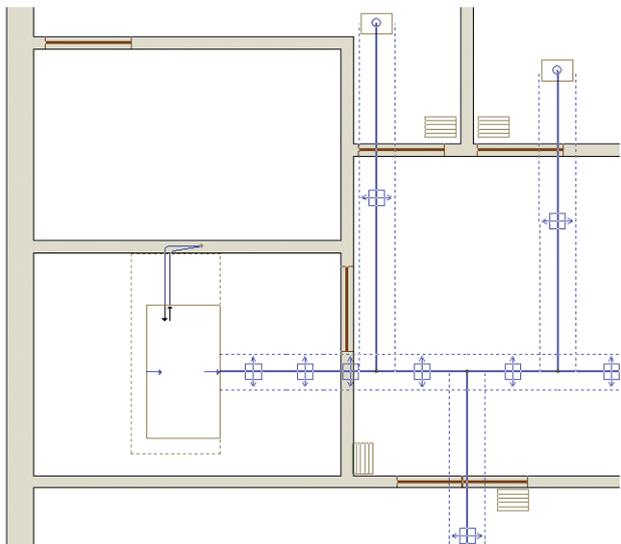


Fig. 5.17

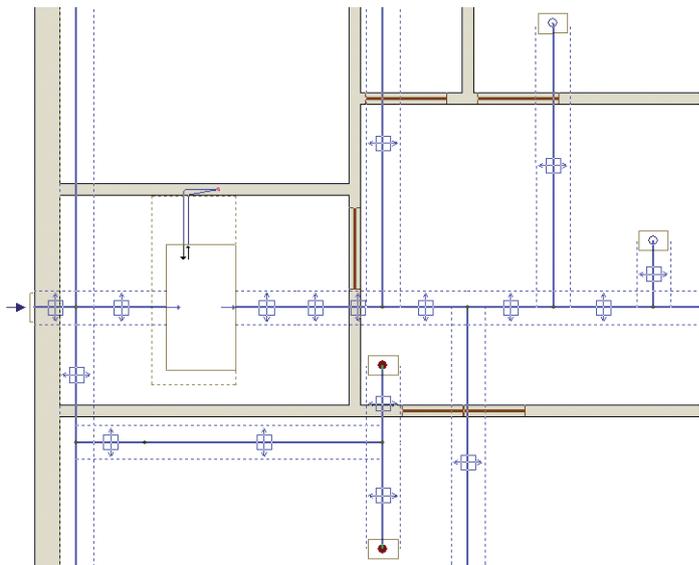


Fig. 5.19

### 5.4.1.2. Climatizzazione tramite sistemi a espansione diretta

I sistemi a espansione diretta sono caratterizzati dal fatto di non presentare nessun fluido intermedio tra la produzione di freddo (o di caldo) e l'aria del locale.

#### 5.4.1.2.1. Rooftop

Un rooftop è un apparato di climatizzazione compatto in cui il circuito frigorifero è localizzato all'interno dell'unità stessa. Abitualmente si dispone sul tetto e apporta un raffrescamento gratuito e un recupero del calore di estrazione. In funzione del tipo di climatizzazione, si distinguono:

- Rooftop solo freddo.
- Rooftop con pompa di calore.

#### 5.4.1.2.2. Split

Il circuito frigorifero degli split è diviso in due unità: il compressore, situato internamente all'unità esterna, e lo scambiatore di calore raffreddato ad aria, che agisce in termini di condensatore in estate nel momento in cui il resto del circuito si trovi all'interno di un ambiente adibito ad uso residenziale. Questi piccoli apparati autonomi compensano i carichi termici del locale tramite il liquido refrigerante. Si classificano in:

- Unità esterne di aria condizionata mono o multisplit.
- Split o multisplit canalizzabile a bocchette rettangolari.
- Split o multisplit canalizzabile a bocchette circolari.
- Split o multisplit diretti orizzontali.
- Split o multisplit a cassette.
- Split o multisplit a parete.
- Split o multisplit a pavimento.

### 5.4.1.2.3. Schema di impianti di climatizzazione a espansione diretta

I sistemi a espansione diretta, a seconda della loro natura, richiedono la presenza di un sistema di trasporto dell'energia termica e di un sistema di distribuzione dell'aria oppure di entrambi.

#### Sistema di trasporto dell'energia termica

È previsto negli impianti di climatizzazione tipo split, in cui il circuito frigorifero è diviso in due unità. Allo scopo di convogliare l'energia termica all'interno di un ambiente adibito ad uso residenziale, si utilizza una linea frigorifera con doppia tubazione isolata che collega l'unità esterna con l'apparato interno (split).

#### Sistema di distribuzione dell'aria

Si realizza nei sistemi di climatizzazione tipo rooftop o split. L'aria climatizzata viene distribuita all'interno dell'edificio direttamente attraverso l'apparato stesso o tramite elementi di distribuzione collegati alla rete di condotti, analogamente a quanto si verifica per gli impianti di climatizzazione mediante sistema idronico. Il sistema di distribuzione dell'aria e la necessità di disporre di un sistema di ingresso dell'aria esterna dipendono dal tipo di apparecchiatura utilizzata.

### 5.4.1.3. Riscaldamento mediante sistema idronico

Si basa sul trasferimento dei carichi termici insiti nell'acqua calda dagli apparati di produzione (caldaie o gruppi termici) agli emettitori termici (radiatori e scaldasalviette) dei locali da climatizzare.

#### 5.4.1.3.1. Sistema di produzione termica

Producono energia termica con finalità di riscaldamento con o senza acqua calda sanitaria a partire dall'energia elettrica, termica o chimica associata a un combustibile. In

funzione della fonte di energia, le caldaie e i gruppi termici si classificano in:

- Caldaie elettriche.
- Caldaie a gasolio.
- Caldaie a gas.
- Gruppi termici a gasolio.
- Gruppi termici a gas.

#### 5.4.1.3.2. Sistema di trasporto dell'energia termica

I tipi di impianti in questione richiedono la presenza di un sistema di trasporto (realizzato mediante tubazioni, serrande, collettori, pompe di circolazione e contatori d'acqua di riscaldamento) che conduca l'acqua calda dall'apparato produttore fino alle unità terminali.

#### 5.4.1.3.3. Unità terminali

Ricevono il calore dalle caldaie o dai gruppi termici e lo trasferiscono per convezione all'ambiente mediante i seguenti emettitori termici, evitando movimenti d'aria:

- Radiatori (in alluminio, acciaio e ghisa).
- Pannelli radianti in acciaio.
- Scaldasalviette.

A seconda del tipo di emettitore termico selezionato, bisogna definirne alcune caratteristiche geometriche, quali, ad esempio, gli ingombri per quanto riguarda gli scaldasalviette, l'altezza nel caso dei pannelli radianti in acciaio, la base dell'elemento e l'altezza desiderata per quanto concerne i radiatori. Nel caso in cui

non si sia precisato il numero di elementi costituenti un radiatore, il programma li dimensiona per ogni locale in funzione del carico termico di riscaldamento.

#### 5.4.1.3.4. Schema di impianti di riscaldamento mediante sistema idronico

L'assemblaggio delle diverse apparecchiature costituenti gli impianti in esame si realizza ricorrendo a tubazioni in cui scorre l'acqua calda, proveniente dall'apparato produttore, fino al raggiungimento dei radiatori o degli scaldasalviette, e a sistemi bitubolari o monotubolari.

#### Sistema bitubolare

È provvisto di due tubazioni, una di mandata e l'altra di ritorno; l'acqua, attraverso la tubazione di mandata, raggiunge tutti gli emettitori termici (radiatori e scaldasalviette) e torna indietro passando per la tubazione di ritorno. Tutti gli emettitori termici di tale impianto funzionano sensibilmente alla stessa temperatura. I sistemi bitubolari possono presentare un ritorno diretto o inverso:

#### • Con ritorno diretto

Ciascun emettitore termico è collegato direttamente alla tubazione di ritorno; in tal modo, più la distanza tra l'emettitore termico e l'apparato produttore è esigua, più il tragitto dell'acqua è breve (sia in mandata che in ritorno). Al fine di equilibrare l'impianto, è necessario disporre valvole di regolazione.

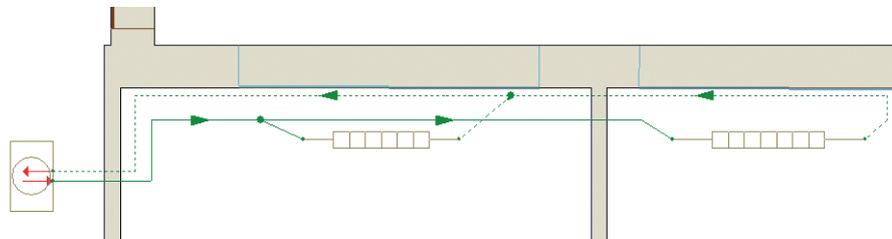


Fig. 5.20

- **Con ritorno inverso**

La differenza con il sistema precedente è rappresentata dal punto di connessione delle tubazioni di ritorno con gli emettitori. Allo scopo di equilibrare l'impianto, le tubazioni di ritorno di ciascun emettitore sono collegate alla tubazione di ritorno dell'ultimo elemento, in modo che il percorso compiuto dall'acqua per ogni emettitore sia simile.

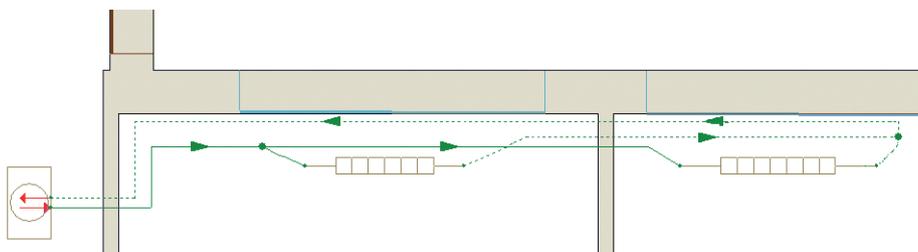


Fig. 5.21

#### 5.4.1.4. Riscaldamento mediante sistema elettrico

Al posto di utilizzare emettitori termici, è possibile ricorrere a emettitori elettrici; in tal caso, non è necessario definire nessuna caldaia, in quanto gli emettitori elettrici funzionano in qualità di resistenze elettriche. I principali emettitori elettrici sono:

#### Sistema monotubolare

È provvisto di un'unica tubazione per il passaggio dell'acqua attraverso i radiatori. Tutti questi elementi sono collegati in serie, di conseguenza nel passaggio dall'uno all'altro l'acqua perde gradualmente temperatura. Il sistema in questione ammette unicamente radiatori (e non scaldasalviette) e un massimo di cinque elementi per circuito, a causa del raffreddamento dell'acqua in seguito al passaggio dall'uno all'altro.

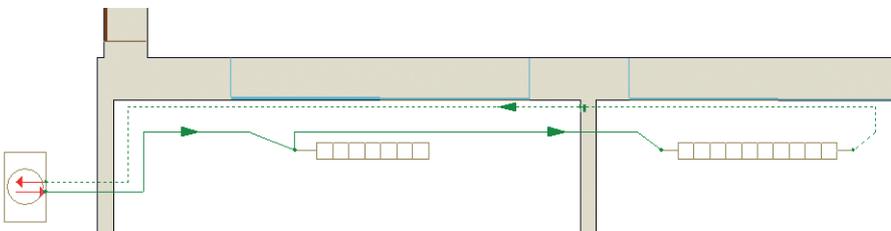


Fig. 5.22

## Convettori

Realizzano il trasferimento del calore per convezione naturale.

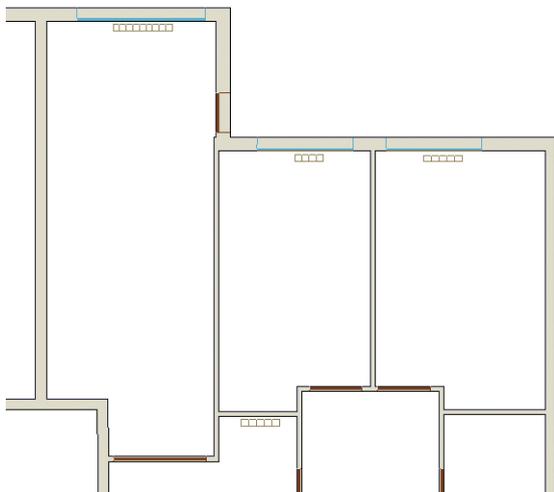


Fig. 5.23

## Radiatori scaldasalviette

Trasferiscono il calore per convezione e radiazione.

## Accumulatori di calore

A differenza dei convettori e dei radiatori, accumulano l'energia da fornire durante la notte.

## Radiatori elettrici

Trasferiscono il calore attraverso l'aria (radiatori ad aria) o per convezione e radiazione (radiatori alogeni).

L'impianto di riscaldamento realizzato mediante sistema elettrico si definisce direttamente nel momento in cui si introducono gli emettitori elettrici.

## 5.4.1.5. Pavimento radiante

Si utilizza principalmente per il riscaldamento di edifici; attualmente esistono anche pavimenti in grado di realizzare il raffrescamento.

### 5.4.1.5.1. Sistema di produzione termica

Al suo interno si possono utilizzare unità di produzione termica a bassa temperatura ed elevato rendimento, in quanto la superficie di emissione del pavimento radiante è superiore a quella del resto degli impianti.

I diversi sistemi di produzione caldo/freddo contemplati dal programma sono:

- Unità aria-acqua pompa di calore reversibile, per installazione in esterni.
- Unità aria-acqua pompa di calore reversibile, per installazione in interni.
- Unità aria-acqua di raffrescamento, per installazione in esterni.
- Unità aria-acqua di raffrescamento, per installazione in interni.
- Unità aria-acqua pompa di calore non reversibile, per installazione in esterni.
- Unità aria-acqua pompa di calore non reversibile, per installazione in interni.
- Unità compatta acqua-aria-acqua pompa di calore a produzione contemporanea di acqua fredda e di acqua calda, sistema a quattro tubi, per installazione in esterni.
- Caldaie elettriche.
- Caldaie a gasolio.
- Caldaie a gas.
- Gruppi termici a gasolio.
- Gruppi termici a gas.

#### 5.4.1.5.2. Sistemi di trasporto dell'energia termica

Il tipo di impianto in questione richiede la presenza di un sistema di trasporto composto da tubazioni, serrande e pompe di circolazione, al fine di condurre l'acqua calda (o fredda) dall'apparato produttore fino alle unità terminali.

#### 5.4.1.5.3. Unità terminali

I circuiti a pavimento radiante ricevono calore (o freddo) dalle unità di produzione termica che viene trasferito per radiazione all'ambiente (evitando movimenti d'aria). L'impianto in questione è costituito da un circuito radiante (unità terminale), da un collettore e da una tubazione di collegamento tra quest'ultimo e il/i circuito/i radiante/i.

#### 5.4.1.5.4. Schema di impianti a pavimento radiante

Sono composti da un sistema di trasporto dell'energia termica e da un sistema di distribuzione di calore (o freddo).

### Sistema di trasporto dell'energia termica

Al fine di trasportare l'energia termica generata all'interno dell'apparato produttore si ricorre a tubazioni che collegano quest'ultimo al collettore e, nel caso in cui si rendesse necessario, a pompe di circolazione, serrande, ecc.

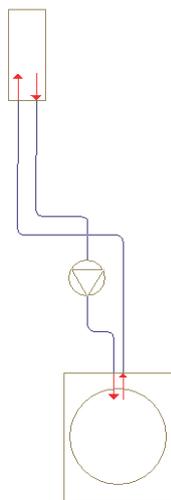


Fig. 5.24

### Sistema di distribuzione di calore (o freddo)

La distribuzione di calore (o freddo) dai collettori fino ai diversi locali climatizzati si realizza mediante tubazioni connesse ai collettori stessi e al/ai circuito/i a pavimento radiante.

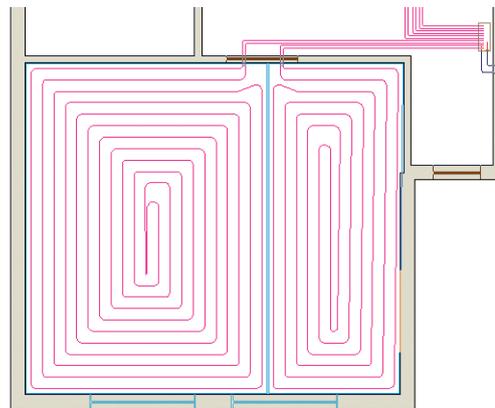


Fig. 5.25

### 5.4.2. Creazione e selezione degli elementi di un impianto

La modalità secondo cui si definisce e si introduce un impianto di riscaldamento e/o raffrescamento è del tutto analoga a quella illustrata per gli elementi costruttivi. Tutte le tipologie di apparecchiature disponibili sono ubicate nel menu **Impianto** all'interno della linguetta **Climatizzazione**.

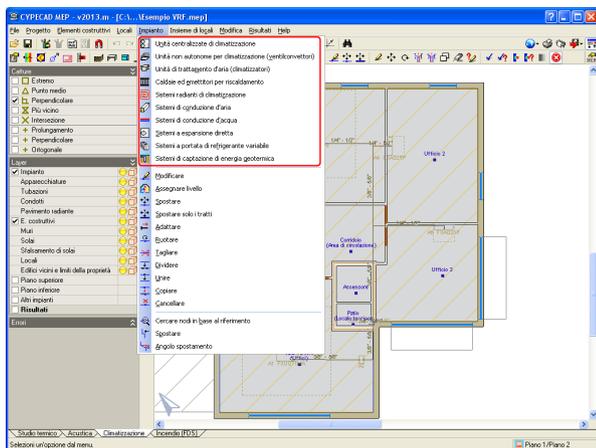


Fig. 5.26

Dopo aver cliccato su un tipo di apparecchiatura, compare un riquadro di dialogo contenente tutti i suoi “sottotipi”:

di specificarlo. Analogamente a quanto illustrato per gli elementi costruttivi, i tipi di elementi si possono definire sia seguendo il percorso appena esposto, sia cliccando sull'opzione **Selezione di materiali e di apparecchi** situata nel menu **Progetto** di qualsiasi linguetta. Per ottenere maggiori informazioni circa la creazione e la selezione degli impianti, si rimanda al capitolo relativo alla creazione e alla selezione degli elementi costruttivi.

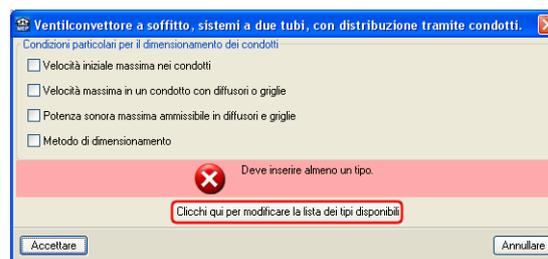


Fig. 5.28

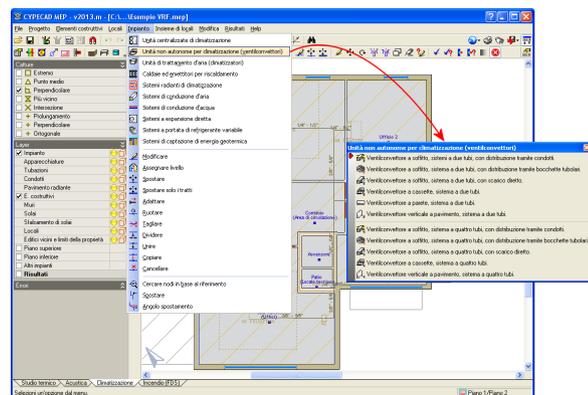


Fig. 5.27

Cliccando poi sul sottotipo desiderato, si accede al riquadro di dialogo contenente tutti i tipi definiti, nel caso in cui ce ne siano; se non è stato creato nessun tipo, si richiede



Fig. 5.29

### 5.4.3. Inserimento degli elementi di un impianto

Per connettere correttamente gli elementi di un impianto, si rimanda al corrispondente paragrafo dell'esempio.

## 5.5. Insieme di locali

Il menu in questione è presente unicamente nella linguetta **Climatizzazione**.

Consente di includere un locale all'interno di un insieme di locali al fine di valutare il carico termico contemporaneo sulla base del quale il programma dimensiona l'unità esterna dell'impianto di climatizzazione.

Per definire un insieme di locali, è necessario cliccare sull'opzione **Assegnare** del menu **Insieme di locali** e, nell'omonima finestra di dialogo che compare, sull'icona  per aggiungere un nuovo insieme di locali. A questo punto, si deve attribuire un riferimento al nuovo insieme appena creato, cliccare su **Accettare** e, in seguito, il tasto sinistro del mouse sui locali che si desiderano includere al suo interno. Una volta selezionati tutti i locali desiderati (uno a uno o mediante una finestra di cattura), bisogna cliccare il tasto destro del mouse per convalidare la selezione.

Per eliminare un locale da un insieme di locali definito in precedenza, è necessario utilizzare l'opzione **Eliminare assegnazione** del menu **Insieme di locali**, selezionare con il tasto sinistro del mouse il locale che si intende eliminare e cliccare il tasto destro del mouse per convalidare la selezione.

## 5.6. Calcolo e risultati dello studio di climatizzazione

### 5.6.1. Verifiche e dimensionamento

Una volta definito e inserito l'impianto di climatizzazione e tutti i dati necessari all'interno del programma, è possibile lanciare la procedura di calcolo cliccando sull'opzione **Calcolare** ubicata nel menu **Risultati** (nel caso in cui si abbia intenzione di calcolare unicamente l'impianto creato nella linguetta in cui ci si trova) o sull'opzione **Calcolare tutti gli impianti** del medesimo menu (se si desiderano calcolare tutti gli impianti disposti nel locale e nelle varie linguette del programma).

Per quanto concerne la climatizzazione, il modulo di calcolo interessa i locali dell'edificio, tutti gli elementi costruttivi e l'impianto stesso, e consente di ottenere in output i carichi termici dell'intero edificio e di dimensionare integralmente l'impianto di climatizzazione.

Tale modulo esegue il calcolo dei carichi termici dell'edificio tenendo in considerazione la sua geometria reale e l'irraggiamento solare corrispondente ad ogni ora e a qualsiasi orientamento, oltre a considerare l'ubicazione geografica in cui l'edificio è stato realizzato. I carichi termici associati all'occupazione e all'illuminazione si calcolano in modo tale da simulare l'inerzia termica reale del carico termico dei locali.

L'impianto si dimensiona ripartendo il carico termico fra tutti gli emettitori presenti nel locale. Così facendo, di fronte a qualsiasi cambiamento dei dati nel calcolo dei carichi termici (orientamento diverso, modifica delle condizioni climatiche o delle proprietà delle pareti, ecc.), il modulo dimensiona automaticamente l'intero impianto, evitando incompatibilità e consentendo di lavorare più rapidamente.

### 5.6.2. Messaggi di errore in output

Per ottenere maggiori informazioni circa i messaggi di errore, si rimanda al §3.5.1.

### 5.6.3. Risultati in output

Al termine della procedura di calcolo, si possono visualizzare i risultati cliccando sull'opzione **Mostrare i risultati calcolati** situata nel menu **Risultati**.

A questo punto, nella barra laterale sinistra della schermata principale di lavoro del programma compaiono una serie di relazioni, alcune delle quali sono le medesime che si possono consultare una volta ultimato il calcolo dello studio termico, mentre altre sono proprie dello studio di climatizzazione.

La **Relazione completa dei carichi termici** analizza tutti i locali dell'edificio e contempla tutti i carichi termici di riscaldamento e raffrescamento (illuminazione, ventilazione, chiusure verticali, occupanti, ecc.) ad essi associati. Oltre all'analisi di ogni singolo locale, si illustrano i risultati di calcolo per i differenti insiemi di locali creati, ottenendo in output la potenza di riscaldamento e di raffrescamento per ciascuno di essi.

**Allegato. Relazione completa dei carichi termici**  
Esempio VRF Data: 21/05/13

**Piano 1**

CARICO MASSIMO (LOCALE ISOLATO)						
Locale: Insieme di locali						
Ufficio 1 (Ufficio) Insieme						
Condizioni di progetto						
Interne			Esterne			
Temperatura interna = 21,0 °C			Temperatura esterna = -3,5 °C			
Umidità relativa interna = 50,0 %			Umidità relativa esterna = 80,0 %			
<b>Carichi termici di riscaldamento</b>						<b>C. SENSIBILE (W)</b>
<b>Chiusure verticali esterne</b>						
Tipo	Orientamento	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Colore	
Facciata	NE	21,9	0,59	234	Chiaro	365,60
Facciata	NO	13,5	0,59	234	Chiaro	225,65
<b>Finestre esterne</b>						
Num. finestre	Orientamento	Superficie totale (m²)		U (W/(m²·K))		
2	NE	2,9		3,65		
<b>Chiusure verticali interne</b>						
Tipo	Superficie (m²)		U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)		
Parete interna	12,3		2,12	100		317,90
Parete interna	14,3		2,10	111		368,61
Apertura interna	1,7		2,03			41,59
<b>Totale strutturale</b>						<b>1615,78</b>
<b>Carichi dovuti a intermittenza d'uso</b>						5,0 %
						80,79
<b>Carichi interni totali</b>						<b>1696,57</b>
<b>Ventilazione</b>						
<b>Portata totale di ventilazione (m³/h)</b>						
						105,9
<b>Potenza termica totale di ventilazione</b>						<b>1299,54</b>
<b>POTENZA TERMICA PER SUPERFICIE 33,2 m²</b>						<b>90,3 W/m²</b>
<b>POTENZA TERMICA TOTALE</b>						<b>2996,1 W</b>

Pagina 21

La **Relazione riepilogativa dei carichi termici** espone il riassunto dei carichi termici per ciascun locale definito all'interno dell'edificio.

**Allegato. Relazione riepilogativa dei carichi termici**

Esempio VRF Data: 21/05/13

**1.- PARAMETRI GENERALI**

Localizzazione: Milano  
 Latitudine (gradi): 45.45 gradi  
 Altitudine sul livello del mare: 122 m  
 Temperatura secca in estate: 33.60 °C  
 Temperatura umida in estate: 23.20 °C  
 Oscillazione media giornaliera: 10.2 °C  
 Oscillazione media annuale: 38 °C  
 Temperatura secca in inverno: -3.50 °C  
 Umidità relativa in inverno: 80 %  
 Velocità del vento: 2.3 m/s  
 Temperatura del terreno: 2.70 °C  
 Percentuale di amplificazione dovuta all'orientamento N: 20 %  
 Percentuale di amplificazione dovuta all'orientamento S: 0 %  
 Percentuale di amplificazione dovuta all'orientamento E: 10 %  
 Percentuale di amplificazione dovuta all'orientamento O: 10 %  
 Supplemento di intermittenza per riscaldamento: 5 %  
 Percentuale di carichi dovuta al solo impianto: 3 %  
 Percentuale di amplificazione dei carichi (Inverno): 0 %  
 Percentuale di amplificazione dei carichi (Estate): 0 %

**2.- RIEPILOGO DEI RISULTATI DI CALCOLO DEI LOCALI**

**Raffaldamento**

Locale	Piano	Strutturale		Insonorizzazione		Ventilazione		Potenza termica				
		Q <sub>str</sub>	Q <sub>in</sub>	Q <sub>in</sub>	Q <sub>in</sub>	Q <sub>tot</sub>	Q <sub>str</sub>	Q <sub>tot</sub>	Q <sub>str</sub>			
Call center	Piano terra	494.20	5398.35	9629.09	6095.54	10340.07	1564.39	3456.72	1053.96	394.33	5035.25	20654.04
Reception	Piano terra	179.82	289.20	756.27	2199.47	2194.42	76.13	1054.63	305.49	219.84	2489.73	3810.07
Ingresso	Piano terra	488.37	3006.25	4096.82	3602.17	4690.30	1298.11	2905.70	8627.54	219.80	6507.43	13318.13
Ufficio 1	Piano 1	355.60	1502.20	1151.10	972.57	1914.50	165.09	371.30	1185.49	90.94	2463.97	3057.66
Ufficio 2	Piano 1	271.36	907.33	1088.76	1314.05	1395.48	117.17	262.48	779.37	63.73	1476.53	2174.83
Ufficio 3	Piano 1	367.51	753.48	915.53	1443.14	1624.57	96.49	184.61	523.17	118.87	1427.73	2347.74
Sala riunioni	Piano 1	1359.58	1327.75	1564.66	2763.11	3005.12	177.30	430.86	1176.86	117.83	3194.07	4181.96
Ufficio 1	Piano 2	391.39	1208.20	1310.10	1709.66	1995.37	163.29	371.30	1182.49	92.65	2080.96	3004.03
Ufficio 2	Piano 2	301.29	907.33	1088.76	1344.08	1426.31	117.17	262.48	779.37	84.64	1501.96	2205.60
Ufficio 3	Piano 2	407.30	773.65	915.53	1443.53	1644.96	90.49	184.61	523.17	119.79	1440.14	2146.13
Sala riunioni	Piano 2	1421.43	1327.75	1564.66	2826.31	3066.44	177.30	430.86	1176.86	119.73	3237.39	4249.29
Ufficio 5	Piano 3	397.95	779.44	961.04	1313.09	1394.32	96.47	215.92	441.13	105.50	1428.81	2033.44
Ufficio 6	Piano 3	464.60	631.60	803.03	1545.17	1722.00	104.94	234.47	497.41	115.32	1776.22	2420.22
Ufficio 7	Piano 3	1002.73	788.00	969.51	1844.54	2023.96	97.85	185.84	366.48	132.47	2023.39	2392.44
						<b>Totale:</b>						<b>43339.81</b>
										<b>Carico totale contemporaneo</b>		<b>45270.4</b>

Pagina 2

La relazione **Calcolo dell'impianto** contiene tutte le proprietà di ciascun componente dell'impianto dimensionato tramite il modulo di calcolo; si illustrano la portata, i diametri, le perdite di carico, la potenza e altri valori dei sistemi di conduzione d'aria o d'acqua e delle unità terminali, ecc.

**Calcolo dell'impianto**

Esempio pavimento radiante Data: 21/05/13

**2.- SISTEMI A PAVIMENTO RADIANTE**

**2.1.- Basi di calcolo**

**2.1.1.- Calcolo del carico termico dei locali**

Per progettare un impianto a pavimento radiante è necessario calcolare in precedenza i carichi termici dei locali. In caso di disporre di un impianto di raffaldamento, il carico termico calcolato si considera una percentuale del 70% del carico termico istantaneo per l'ora e il giorno più gravosi.

Una volta calcolati i carichi termici si descrive l'informazione necessaria per eseguire il progetto dell'impianto per ciascun insieme di locali:

Insieme di locali	Locale	Piano	Q <sub>raffaldamento</sub> (W)	S (m <sup>2</sup> )	q riscaldamento (W/m <sup>2</sup> )
Insieme	Camera da letto 1	Piano terra	1093.59	16.85	64.9
	Camera da letto 2	Piano terra	786.26	14.36	54.7
	Camera da letto 3	Piano terra	1341.11	22.16	60.5
	Cucina	Piano terra	845.92	11.67	72.5
	Salotto/Sala da pranzo	Piano terra	2271.53	37.79	60.1
	Bagno 2	Piano terra	407.79	6.41	63.6
Bagno 1	Piano terra	379.84	5.50	69.1	

**Abbreviazioni utilizzate**

Q <sub>raffaldamento</sub>	Carico termico di riscaldamento per il calcolo del pavimento radiante	q riscaldamento	Densità di flusso termico per riscaldamento
Q <sub>raffaldamento</sub>	Carico termico di raffaldamento per il calcolo del pavimento radiante	q raffaldamento	Densità di flusso termico per raffaldamento
S	Superficie del locale		

Per eseguire il calcolo dell'impianto a pavimento radiante si deve partire da una temperatura massima della superficie del pavimento a seconda del tipo di impianto:

Pavimento radiante per riscaldamento:

Tipi di locale	θ <sub>max</sub> (°C)	θ <sub>i</sub> (°C)	q <sub>l</sub> (W/m <sup>2</sup> )
Zona di permanenza (occupata)	29	20	100
Stanze da bagno e simili	33	24	100
Zona periferica	35	20	175

**Abbreviazioni utilizzate**

θ <sub>max</sub>	Temperatura massima della superficie del pavimento	q <sub>l</sub>	Densità di flusso termico limite
θ <sub>i</sub>	Temperatura del locale		

Pavimento radiante per raffaldamento:

Tipi di locale	θ <sub>max</sub> (°C)	θ <sub>i</sub> (°C)	q <sub>l</sub> (W/m <sup>2</sup> )
Zona di permanenza (occupata)	20	24	40
Stanze da bagno e simili	18	24	60

**Abbreviazioni utilizzate**

θ <sub>max</sub>	Temperatura massima della superficie del pavimento	q <sub>l</sub>	Densità di flusso termico limite
θ <sub>i</sub>	Temperatura del locale		

Pagina 3

CYPE



### Calcolo dell'impianto

Esempio pavimento radiante

Data: 21/05/13

La temperatura media della superficie del pavimento, a seconda che sia per riscaldamento o raffreddamento, si calcola tramite la seguente espressione:

Riscaldamento

$$q = 8,92 \cdot (\theta_{r,m} - \theta_a)^{1,3} \quad (W / m^2)$$

Raffrescamento

$$q = 7 \cdot (\theta_{r,m} - \theta_a) \quad (W / m^2)$$

La temperatura massima nella superficie comporta che il pavimento radiante non possa coprire la totalità dei carichi termici. In questo caso è necessario disporre di emettitori termici ausiliari per completare il sistema a pavimento radiante. Nel caso di locali che eccedono la densità massima di flusso termico si considera il limite descritto come valore di progetto.

#### 2.1.2.- Localizzazione dei collettori

L'impianto dispone di collettori di mandata e di ritorno che mettono in comunicazione l'apparecchiatura produttrice con i circuiti a pavimento radiante.

I collettori si devono disporre in un luogo centrato rispetto ai locali cui forniscono servizio, normalmente in corridoi e hall.

Nel seguito si descrive la localizzazione delle cassette inserite nel progetto e il numero di circuiti che riforniscono.

Insieme di locali	Cassetta dei collettori	Circuito	Locale	Piano
Insieme	CC 1	C 1	Camera da letto 1	Piano terra
		C 2	Camera da letto 2	Piano terra
		C 3	Camera da letto 3	Piano terra
		C 4	Cucina	Piano terra
		C 5	Salotto/Sala da pranzo	Piano terra
		C 6	Salotto/Sala da pranzo	Piano terra
		C 7	Salotto/Sala da pranzo	Piano terra
		C 8	Bagno 2	Piano terra
		C 9	Bagno 1	Piano terra

#### 2.1.3.- Progetto dei circuiti. Calcolo delle lunghezze

La lunghezza della tubazione per ciascun circuito si calcola mediante la seguente espressione:

$$L = \frac{A}{e} + 2 \cdot l$$

dove:

A = Area da climatizzare coperta dal circuito (m<sup>2</sup>)

e = Separazione tra tubazioni (cm)

l = Distanza tra il collettore e l'area da climatizzare (m)

Nel seguito si descrivono i parametri necessari per il progetto di ciascun circuito dell'impianto:

Pagina 4



### Calcolo dell'impianto

Esempio pavimento radiante

Data: 21/05/13

Insieme di locali	Cassetta dei collettori	Circuito	Tracciato	Separazione tra tubazioni (cm)	S (m)	q riscaldamento (W/m <sup>2</sup> )	q raffreddamento (W/m <sup>2</sup> )	Lunghezza minima (m)	Lunghezza reale (m)
Insieme	CC 1	C 1	Serpentina doppia	20,0	15,73	69,5			67,9
		C 2	Spirale	20,0	14,36	34,7			78,1
		C 3	Spirale	20,0	22,16	60,3			113,7
		C 4	Spirale	20,0	9,98	84,7			96,3
		C 5	Spirale	20,0	13,13	41,8		200,0	63,3
		C 6	Spirale	20,0	10,40	61,9			63,2
		C 7	Spirale	20,0	13,25	41,8			75,3
		C 8	Spirale	20,0	4,72	86,4			33,2
		C 9	Spirale	20,0	3,97	95,6			37,0

Abbreviazioni utilizzate	
S	superficie netta
q riscaldamento	densità di flusso termico per riscaldamento
q raffreddamento	densità di flusso termico per raffreddamento

#### 2.1.4.- Calcolo della temperatura di mandata dell'acqua

Per calcolare la temperatura di mandata di ciascun circuito si considera la densità di flusso termico di ognuno di essi, ad eccezione delle stanze da bagno.

Una volta ottenuta la densità massima di flusso termico e considerando un salto termico di 5°C, si calcola la temperatura di mandata.

$$q = K_{tr} \cdot \Delta \theta_{tr}$$

dove:

q = Densità di flusso termico

Δθ<sub>tr</sub> = Deviazione media della temperatura aria-acqua, che dipende dalle seguenti variabili:

- Temperatura di mandata
- Temperatura di ritorno
- Temperatura del locale

K<sub>tr</sub> = Costante che dipende dalle seguenti variabili:

- Pavimento (spessore del rivestimento e conduttività)
- Lastra di cemento (spessore e conduttività)
- Tubazione (diametro esterno, compreso il rivestimento, spessore e conduttività)

Nell'Allegato Norma EN 1264 si descrive dettagliatamente la formula utilizzata in questo calcolo.

Per il resto di locali si deve utilizzare la stessa formula, essendo la temperatura di ritorno di ciascun circuito il valore calcolato.

Nel seguito si mostra un riepilogo dei risultati ottenuti:

Insieme di locali	Cassetta dei collettori	Circuito	θ <sub>a</sub> riscaldamento (°C)	θ <sub>a</sub> riscaldamento (°C)	Potenza riscaldamento (W)
Insieme	CC 1	C 1	40,1	30,3	1093,6
		C 2	40,1	26,4	786,3
		C 3	40,1	27,8	1341,1
		C 4	40,1	35,1	845,9
		C 5	40,1	28,1	810,8
		C 6	40,1	28,1	642,6
		C 7	40,1	28,1	818,1
		C 8	40,1	35,7	407,8
		C 9	40,1	37,1	379,8

Abbreviazioni utilizzate			
θ <sub>a</sub> riscaldamento	Temperatura di mandata riscaldamento	θ <sub>a</sub> raffreddamento	Temperatura di mandata raffreddamento
θ <sub>r</sub> riscaldamento	Temperatura di ritorno riscaldamento	θ <sub>r</sub> raffreddamento	Temperatura di ritorno raffreddamento

Pagina 5



## Calcolo dell'impianto

Esempio pavimento radiante

Data: 21/05/13

### 2.1.5.- Calcolo della portata d'acqua dei circuiti

La portata del circuito si calcola mediante la seguente espressione:

$$m_{ij} = \frac{A_p \cdot q}{\sigma \cdot c_w} \left( 1 + \frac{R_{\lambda,1}}{R_{\lambda,2}} + \frac{\theta_i - \theta_j}{q \cdot R_{\alpha,4}} \right)$$

dove:

- $A_p$  = Superficie coperta dal circuito a pavimento radiante
- $q$  = Densità di flusso termico
- $\delta$  = Salto di temperatura
- $c_w$  = Calore specifico dell'acqua
- $R_{\lambda,1}$  = Resistenza termica parziale ascendente del pavimento
- $R_{\lambda,2}$  = Resistenza termica parziale discendente del pavimento
- $\theta_i$  = Temperatura del locale inferiore
- $\theta_j$  = Temperatura del locale

$$R_{\lambda,1} = \frac{1}{\alpha} + R_{\lambda,1B} + \frac{s_u}{\lambda_u}$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,093 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

$$R_{\lambda,1} = R_{\lambda,1,1} + R_{\lambda,1,2} + R_{\lambda,1,3} + R_{\alpha,4}$$

$$R_{\alpha,4} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K} / \text{W}$$

dove:

- $R_{\lambda,1}$  = Resistenza termica dell'isolante
- $R_{\lambda,2}$  = Resistenza termica del controsoffitto
- $R_{\lambda,3}$  = Resistenza termica dell'intonaco
- $R_{\alpha,4}$  = Resistenza termica del soffitto

### 2.2.- Dimensionamento

#### 2.2.1.- Dimensionamento del circuito idraulico

Il dimensionamento delle tubazioni si esegue assumendo i seguenti parametri:

- Velocità massima = 2.0 m/s
- Perdita di pressione massima per unità di lunghezza = 400.0 Pa/m

Nel seguito si descrive l'impianto calcolato:

Pagina 6



## Calcolo dell'impianto

Esempio pavimento radiante

Data: 21/05/13

Insieme di locali	Cassetta dei collettori	Tipo	Circuito	$\Phi_n$ (mm)	Portata riscaldamento (l/h)	$\Delta P$ riscaldamento (kPa)
Insieme	CC 1	Tipo 1	C 1	16	147.26	16.5
			C 2	16	77.85	5.0
			C 3	16	146.08	21.3
			C 4	16	216.66	21.0
			C 5	16	90.51	6.8
			C 6	16	71.73	3.6
			C 7	16	91.33	6.5
			C 8	16	119.83	4.7
			C 9	16	160.18	8.1

#### Abbreviazioni utilizzate

$\Phi_n$	Diametro nominale	Portata riscaldamento	Portata del circuito riscaldamento	$\Delta P$ riscaldamento	Portata del circuito raffreddamento	Portata del circuito raffreddamento
Portata riscaldamento	Portata del circuito riscaldamento	$\Delta P$ raffreddamento	Perdita di pressione del circuito riscaldamento	Portata di pressione del circuito riscaldamento	Perdita di pressione del circuito raffreddamento	

Apparecchiatura	Descrizione
Tipo 1	Collettore modulare plastico da 1" di diametro, "UPONOR IBERIA", composto da 2 rubinetti di arresto da 1", 2 termometri, 2 spurgatori automatici, valvola di riempimento, valvola di scarico, 2 tappi terminali e supporti

La pompa di circolazione si calcola assumendo la perdita di pressione del circuito più gravosa e la somma delle portate dei circuiti.

#### 2.2.2.- Selezione della caldaia o pompa di calore

La pompa di calore o la caldaia si selezionano in funzione del carico massimo contemporaneo dell'insieme di locali.

Apparecchiatura	Insieme di locali	Cassetta dei collettori
Tipo 1	Insieme	CC 1

Apparecchiatura	Descrizione
Tipo 1	Caldaia murale a condensazione a gas (B/N), a basso livello di emissioni di NOx (classe 5), per riscaldamento e A.C.S. istantaneo, camera di combustione stagna e tiro forzato, accensione elettronica e sicurezza tramite ionizzazione, senza fiamma pilota, apparato costituito da: corpo di caldaia, pannello di controllo e telecomando, vaso di espansione con spurgatore automatico, kit standard di evacuazione da fumi e mascherina di montaggio

Pagina 7

È inoltre possibile consultare i risultati per ciascun locale definito all'interno dell'edificio. A tale scopo, è necessario posizionare il cursore del mouse al di sopra del riferimento attribuito a un qualsiasi locale, operazione con cui compare un riquadro contenente, nella parte superiore, le sue caratteristiche geometriche e nelle parti centrale e inferiore tutti i risultati connessi allo studio di climatizzazione condotto.

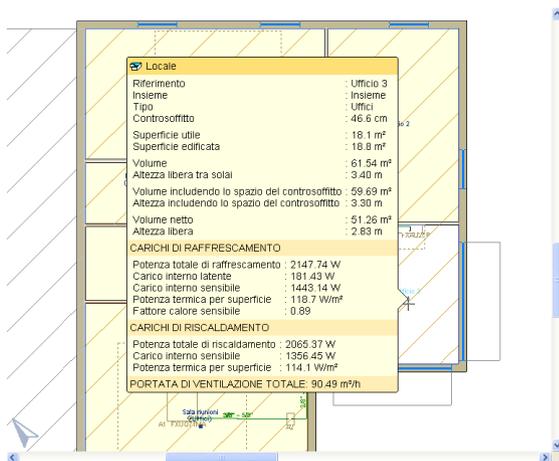
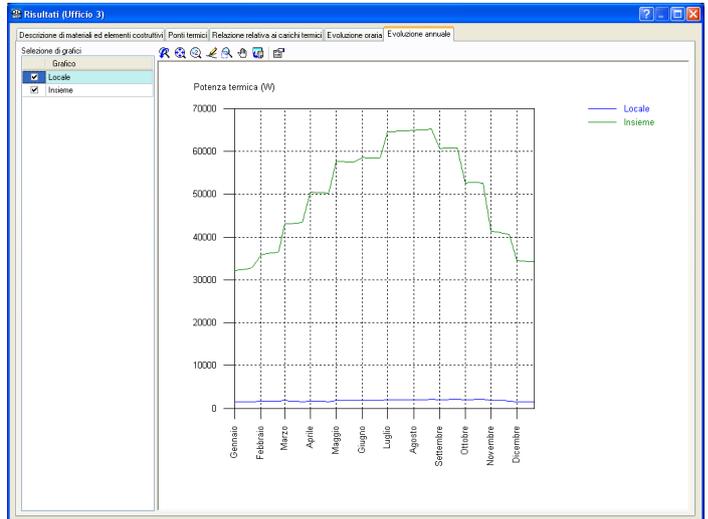
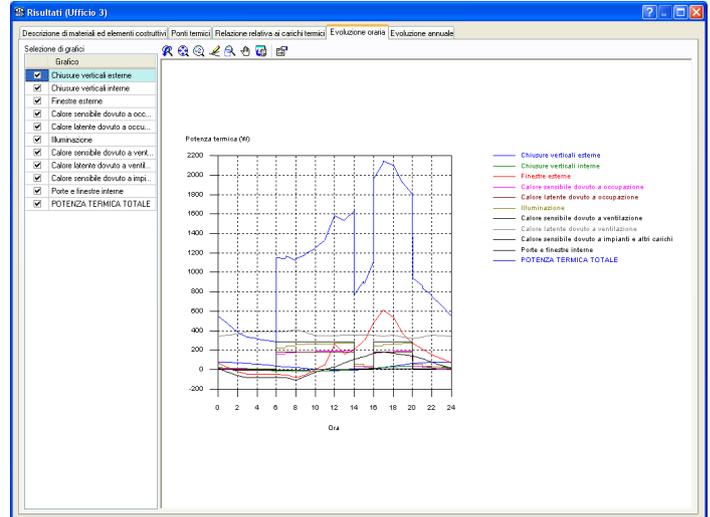


Fig. 5.33

Se poi si clicca sul riferimento attribuito al locale, si accede alla relazione di calcolo completa in cui sono esposti tutti i dati, i calcoli eseguiti e i risultati ottenuti per il locale in questione (relazione relativa ai carichi termici, evoluzione oraria ed annuale degli stessi).

CARICO MASSIMO (LOCALE ISOLATO)							
Locale : Insieme di locali							
Ufficio 3 (uffici) : Insieme							
Condizioni di progetto							
Interno		Esterno					
Temperatura interna = 24.0 °C		Temperatura esterna = 35.4 °C					
Umidità relativa interna = 50.0 %		Temperatura umida = 22.5 °C					
Carichi di raffrescamento alle 17h (15 ora solare) del giorno 22 Settembre							
						C. LATENTE (W)	C. SENSIBILE (W)
<b>Chiusure verticali esterne</b>							
Tipo		Orientamento	Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Calore	Temp. (°C)
Facciata SO			10.9	0.59	234	Chiuso	33.3
Facciata SE			10.1	0.59	234	Chiuso	35.6
<b>Finestre esterne</b>							
Num. finestre	Orientamento	Superficie totale (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Coef. di radiazione solare	Apporto (W/m <sup>2</sup> )		
1	SO	4.3	3.46	0.67	105.1		455.07
1	SE	4.3	3.48	0.67	35.9		155.00
<b>Chiusure verticali interne</b>							
Tipo		Superficie (m <sup>2</sup> )	U (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Peso (kg/m <sup>2</sup> )	Temp. (°C)		
Pavimento interno		9.9	2.12	100	25.8		23.97
Apertura interna		1.7	2.03		27.2		10.83
						<b>Totale strutturale</b>	<b>667.51</b>
<b>Occupanti</b>							
Attività		N° persone	C-lat/par (W)	C-con/par (W)			
Impiegato d'ufficio		3	60.48	85.27	191.43		195.00
<b>Illuminazione</b>							
Tipo		Potenza (W)	Coef. illuminazione				
Fluorescente con reattanza		233.33	1.03				260.99
<b>Impianti e altri carichi</b>							
						Carichi interni totali	915.03
<b>Carichi dovuti all'impianto stesso</b>							
						Carichi interni totali	181.43
						Potenza termica interna totale	1624.57
<b>Ventilazione</b>							
						Portata totale di ventilazione (m <sup>3</sup> /h)	
						30.5	336.56
						Carichi di ventilazione	338.56
						Potenza termica totale di ventilazione	523.17
						Potenza termica	310.00
						<b>POTENZA TERMICA PER SUPERFICIE 18.1 m<sup>2</sup> 133.7 W/m<sup>2</sup></b>	<b>POTENZA TERMICA TOTALI : 2147.74 W</b>

CARICO CONTEMPORANEO MASSIMO (INSIEME DI LOCALI)					
Località: Insieme di locali					
Ufficio 3 (Ufficio) - Insieme					
Condizioni di progetto					
Interna		Esterna			
Temperatura interna = 24.0 °C		Temperatura esterna = 31.0 °C			
Umidità relativa interna = 50.0 %		Temperatura umida = 23.2 °C			
Carichi di raffrescamento alle 18h (16 ora solare) del giorno 22 Agosto					
				C. LATENTE (W)	C. SENSIBILE (W)
<b>Chiusure verticali esterne</b>					
Tipo		Orientamento	Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)
Facciata		SO	10.9	0.59	234
Facciata		SE	10.1	0.59	234
					Chiavi
					29.6
<b>Finestre esterne</b>					
Num. finestre		Orientamento	Superficie totale (m²)	U (W/(m²·K))	Coef. radiazione solare
1		SE	4.3	3.48	0.67
					Apporto (W/m²)
					33.0
					42.0
<b>Chiusure verticali interne</b>					
Tipo		Superficie (m²)	U (W/(m²·K))	Peso (kg/m²)	Temp. (°C)
Parete interna		5.9	1.12	100	26.0
Parete interna		5.7	0.29	94	28.0
Apertura interna		1.7	2.03	100	27.0
					516.03
<b>Occupanti</b>					
Attività		N° persone	C.lad./par (W)	C.casi/par (W)	
Impiegato d'ufficio		3	60.48	65.98	181.43
					197.93
<b>Illuminazione</b>					
Tipo		Potenza (W)	Coef. illuminazione		
Fluorescente con reattanza		253.39	1.07		266.00
					239.26
					Carichi interni
					181.43
					742.93
					Carichi interni totali
					944.32
					37.79
					Carichi interni totali
					181.43
					1297.34
					1478.77
<b>Ventilazione</b>					
					Portata totale di ventilazione (m³/h)
					360.0
					398.87
					302.50
					Carichi di ventilazione
					398.87
					262.25
					Potenza termica totale di ventilazione
					693.42
					580.30
					1499.80
					Potenza termica totale
					2080.2 W



Il numero di linguette di cui essa si compone dipende strettamente dal locale selezionato.

### 5.6.4. Visualizzazione dei ponti termici

Per maggiori informazioni circa la visualizzazione dei ponti termici, si rimanda al **§3.5.3**.

### 5.6.5. Esportazione in EnergyPlus

Tale opzione è disponibile unicamente per lo studio di climatizzazione; il programma consente di esportare l'edificio nel programma **EnergyPlus™** (percorso **File > Esportare > EnergyPlus™. Simulazione dinamica**) al fine di determinarne il fabbisogno energetico.

### 5.6.6. Relazioni

Terminato il calcolo dell'edificio, uno dei metodi che consente di ottenere in output le relazioni elaborate dal programma consiste nel cliccare sull'icona , operazione con cui compare un menu a tendina nella parte sinistra della finestra principale di lavoro.

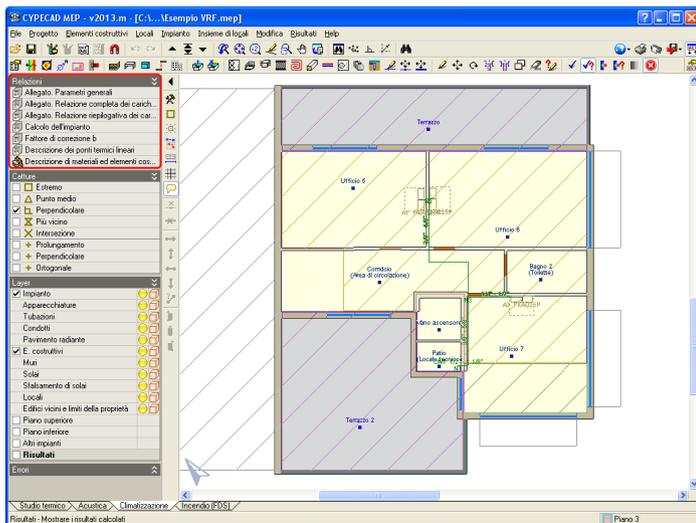


Fig. 5.37

In alternativa, possono essere ottenute tramite il percorso **File > Stampare > Relazioni del progetto** o cliccando direttamente sull'icona  ubicata nell'angolo destro della barra degli strumenti superiore. Al termine di tale operazione, si apre la finestra seguente:



Fig. 5.38

Tutte le relazioni possono essere stampate e/o esportate in numerosi formati (txt, pdf, html, rtl, docx) utilizzando le utilities che si trovano nella barra dei menu ubicati nella loro parte superiore.

### 5.6.7. Disegni esecutivi

Per ottenere maggiori informazioni circa i disegni esecutivi, si rimanda al **§3.5.5**.

## 6. Studio d'incendio (FDS)

### 6.1. Dominio di applicazione e metodo di calcolo impiegato

All'interno della linguetta **Incendio (FDS)**, oltre a poter definire l'insieme degli elementi costruttivi dell'edificio, è possibile condurre una simulazione dinamica della propagazione di un incendio; a tale scopo, è necessario disporre di:

- Motore di calcolo di dinamica dei fluidi **FDS (Fire Dynamics Simulator)** sviluppato dal **NIST (National Institute of Standards and Technology, USA)**, allo scopo di poter calcolare numericamente la simulazione.
- Visualizzatore 3D **Smokeview (SMV)**, sviluppato anch'esso dal NIST, al fine di poter consultare l'evoluzione dell'incendio: propagazione delle fiamme e dei fumi, attivazione degli sprinkler, comportamento dell'edificio e viabilità delle vie di evacuazione.

### 6.2. Dati generali del progetto

I dati riportati in Fig.6.1 possono essere modificati indifferentemente sia attraverso la procedura guidata offerta dall'assistente per la creazione di un nuovo progetto sia cliccando direttamente sull'omonima opzione, ubicata nel menu **Progetto** all'interno della schermata principale di lavoro del programma. In entrambi i casi, si visualizza la finestra seguente:

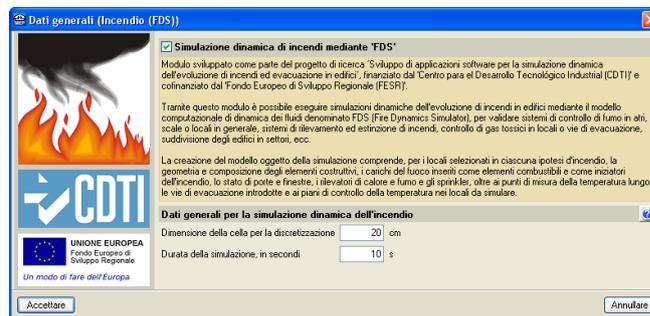


Fig. 6.1

#### 6.2.1. Dimensione della cella per la discretizzazione

Per comprendere il significato del dato in esame, è necessario premettere che il modello di calcolo su cui è basata la simulazione dinamica d'incendio è un modello a elementi finiti. Il calcolo si esegue considerando la struttura suddivisa geometricamente in  $n$  volumi di riferimento, ciascuno dei quali corrisponde a un insieme di elementi cubici (celle di discretizzazione), la cui larghezza coincide con il valore digitato nella casella associata alla voce **Dimensione della cella per la discretizzazione**. Ogni suddivisione implica il calcolo dei differenti elementi che caratterizzano un incendio, quali, tra gli altri, la temperatura, la densità dei fumi nell'aria, ecc. Logicamente, più è piccolo il valore attribuito alla larghezza delle celle, più il calcolo è preciso e maggiore è il tempo necessario per la sua esecuzione.

## 6.2.2. Durata della simulazione

Nella casella posta a fianco di tale voce, bisogna indicare la durata, in secondi, della simulazione dell'incendio; ad esempio, digitando un valore pari a 10 s, i risultati ottenuti in output sono inerenti solo ed esclusivamente ai 10 primi secondi di durata dell'incendio.

## 6.3. Dati supplementari per la conduzione della simulazione

Una volta completata la modellazione dell'edificio (vedi §2.3), al fine di condurre correttamente la simulazione d'incendio si devono specificare, almeno, tre dati:

- I carichi del fuoco.
- L'elemento da cui scaturisce l'incendio.
- I locali da includere nella simulazione.

### 6.3.1. Carichi del fuoco

Tale opzione è ubicata all'interno del menu **Impianto**. Dopo aver cliccato su di essa, compare l'omonimo riquadro di dialogo in cui bisogna specificare il tipo di materiale rappresentativo del carico del fuoco (propagatore dell'incendio) e le sue dimensioni. Ogni materiale contenuto in questo riquadro possiede proprietà specifiche che il programma usa internamente per l'esecuzione del calcolo.

I carichi del fuoco sono inoltre molto utili in quanto indicano al motore di calcolo l'origine dell'incendio (vedi paragrafo seguente).

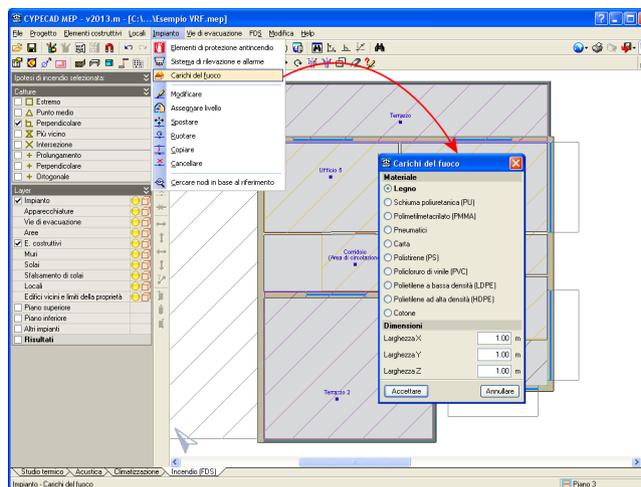


Fig. 6.2

Una volta selezionato il materiale desiderato, è necessario disporlo all'interno (o all'esterno) dell'edificio utilizzando il tasto sinistro del mouse; per terminare l'inserimento, si deve cliccare il tasto destro del mouse.

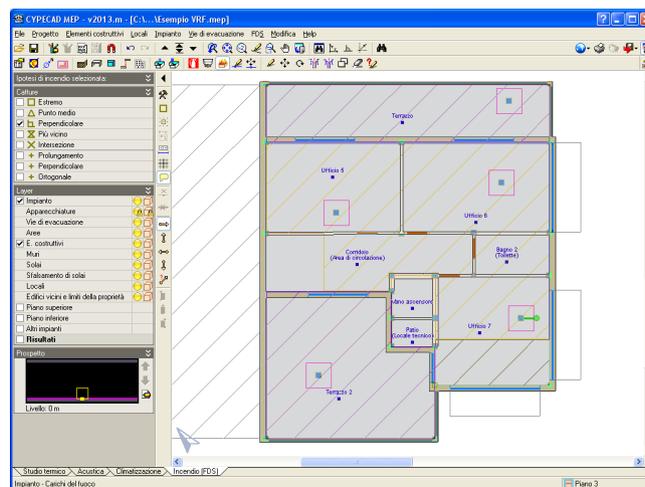


Fig. 6.3

### 6.3.2. Elemento da cui scaturisce l'incendio

Bisogna scegliere quale/i carico/chi comporta/tano la nascita dell'incendio. A tale scopo, è necessario attivare l'elemento da cui si desidera abbia inizio l'incendio cliccando dapprima sull'opzione **Selezione di elementi iniziatori dell'incendio**, situata nel menu **FDS** e, successivamente, cliccare il tasto sinistro del mouse sul/sui carico/chi desiderato/i; per convalidare la selezione, si deve cliccare il tasto destro del mouse.

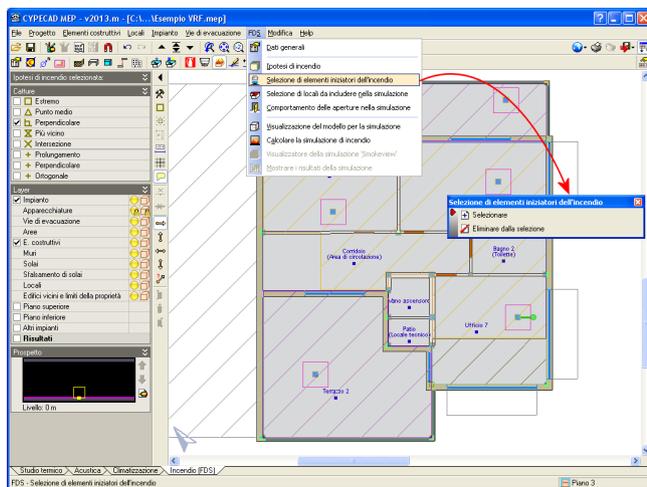


Fig. 6.4

Una volta terminata la selezione, l'elemento (o gli elementi) su cui è ricaduta la scelta appare evidenziato mediante un cerchio di color fucsia:

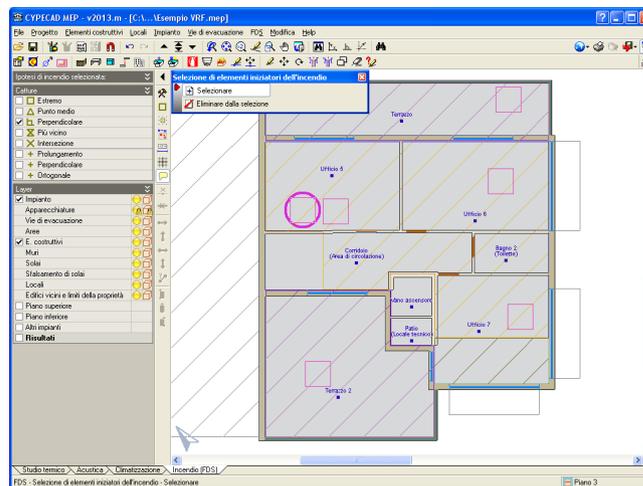


Fig. 6.5

### 6.3.3. Locali da includere nella simulazione

È necessario specificare quali locali si intendono includere nella simulazione; a tale scopo, si deve cliccare sull'opzione **Selezione dei locali da includere nella simulazione**, ubicata nel menu **FDS**, e selezionare i locali desiderati (uno a uno o tramite una finestra di cattura).

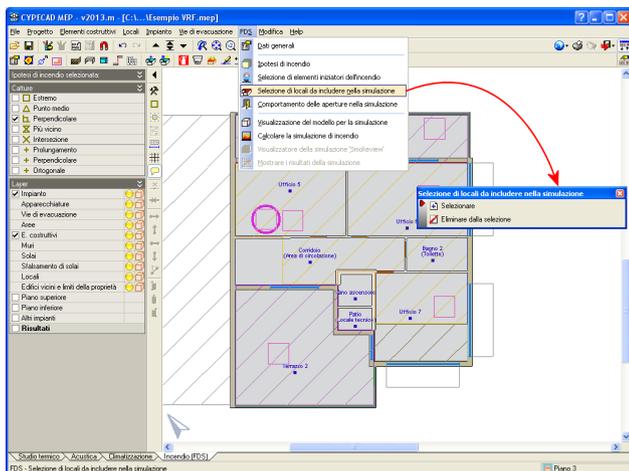


Fig. 6.6

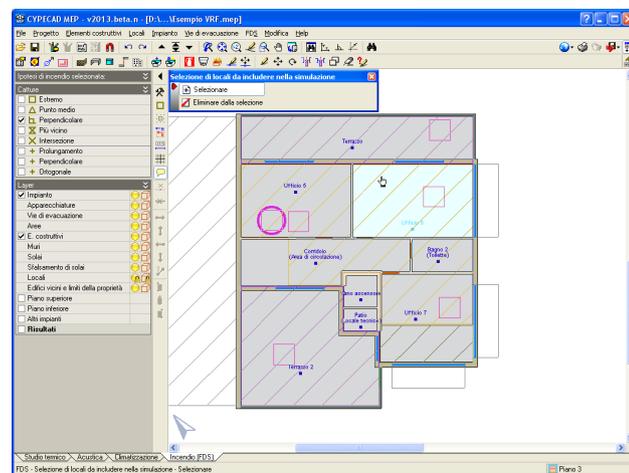


Fig. 6.7

### 6.3.4. Sistema di rilevazione e allarme

Si tratta di sistemi di rilevazione della temperatura dell'incendio o dei fumi, il cui funzionamento è molto semplice. Si comportano come sensori che consentono di ottenere le curve di dati corrispondenti alla loro funzione. Non sono elementi realmente esistenti o concreti, ma piuttosto strumenti che permettono di visualizzare i risultati nei punti desiderati.

È possibile attivarli cliccando sull'omonima opzione situata nel menu **Impianto**.

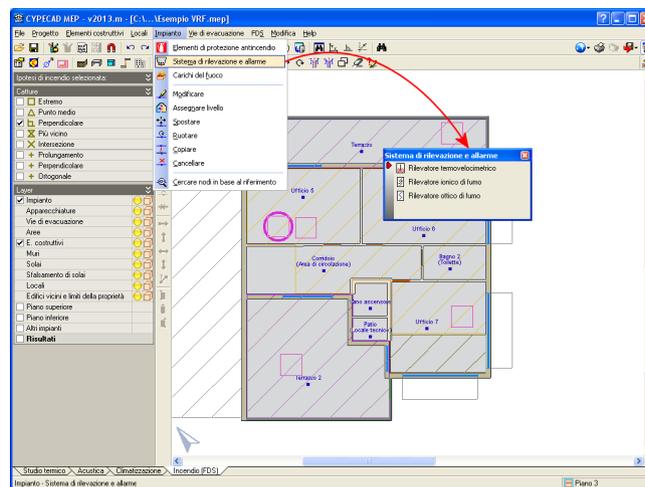


Fig. 6.8

#### 6.3.4.1. Rilevatore di calore

Consente di ottenere in output al termine della simulazione le curve di temperatura nei punti precisi in cui sono disposti.

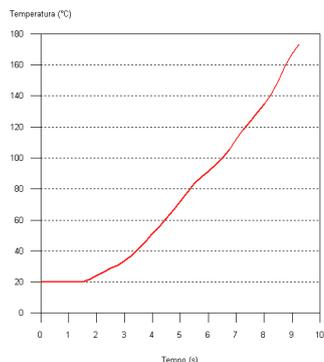


Fig. 6.9

### 6.3.4.2. Rilevatore ionico/ottico di fumi

Permette di visualizzare graficamente la densità dei fumi all'interno dell'aria circostante.

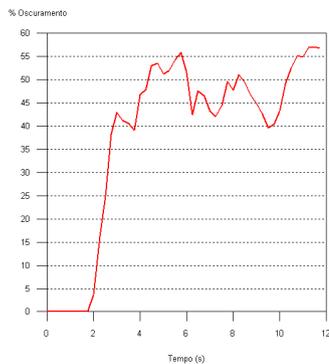


Fig. 6.10

### 6.3.5. Elementi di protezione antincendio

La loro funzione è analoga a quella svolta dai rilevatori di calore; la differenza fondamentale consiste nel fatto che, nel momento in cui si attivano, liberano una certa quantità di acqua per contenere l'incendio.

Si inseriscono cliccando sull'opzione **Elementi di protezione antincendio** ubicata nel menu **Impianto** e la modalità secondo cui si introducono è analoga a qualsiasi altro elemento.

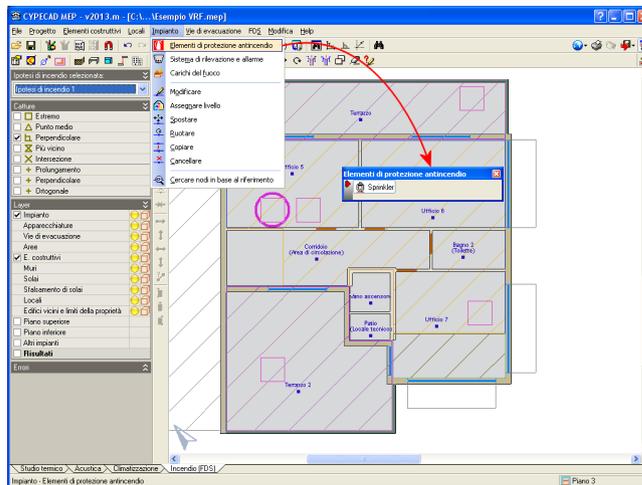


Fig. 6.11

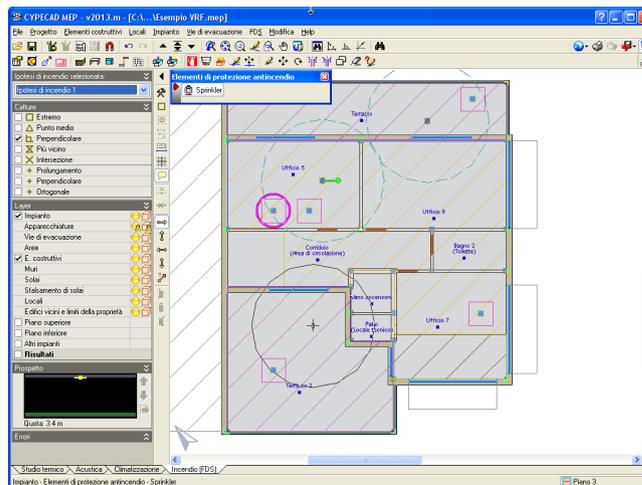


Fig. 6.12

### 6.3.6. Vie di evacuazione

Generalmente, una via di evacuazione è provvista di una serie di sensori le cui caratteristiche coincidono con quelle di un rilevatore di calore. Il programma considera, all'interno dell'edificio, la presenza di una zona calda, corrispondente alla parte superiore dell'elemento a partire dal tempo  $t$  in cui quest'ultimo oltrepassa una temperatura di 300°C, e di una zona fredda.

I sensori delle vie di evacuazione consentono di quantificare tali zone, valutandone le dimensioni oltre alla temperatura. Nel momento in cui l'altezza della zona fredda non superi 1,5 m, la via di evacuazione si considera impraticabile.

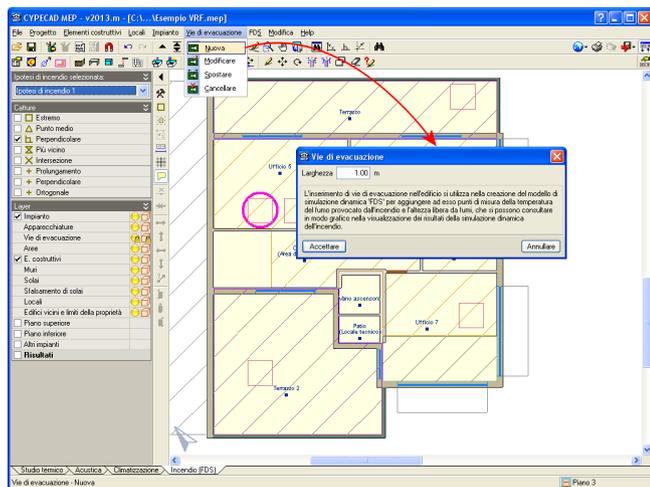


Fig. 6.13

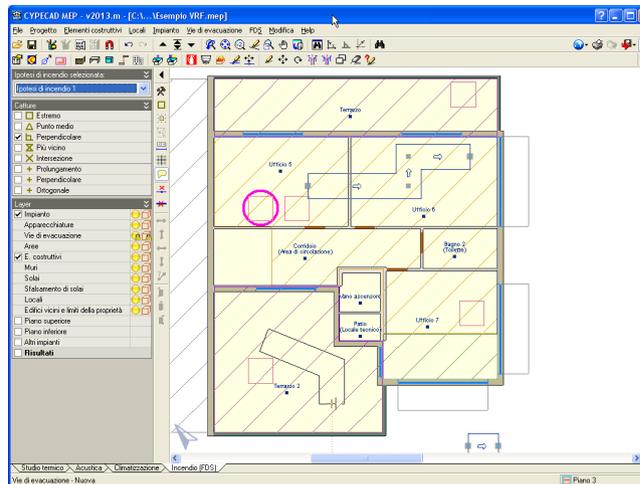


Fig. 6.14

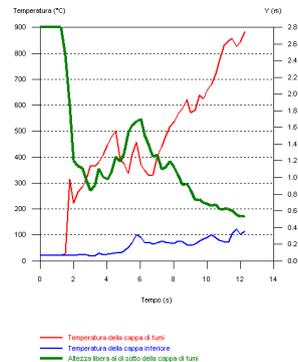


Fig. 6.15

## 6.4. Scenari di calcolo

### 6.4.1. Scenari

Il modulo FDS permette di definire e di gestire molteplici scenari d'incendio (identificati nel programma con il termine **Ipotesi di incendio**); così facendo, è possibile lanciare più procedure di calcolo alla volta, dato che il motore di calcolo è indipendente da CYPECAD MEP. È inoltre possibile continuare a lavorare con altri scenari d'incendio mentre se ne sta calcolando uno specifico.

A tale scopo, prima di avviare il calcolo, bisogna entrare nel menu FDS ed attivare l'opzione **Ipotesi di incendio**.

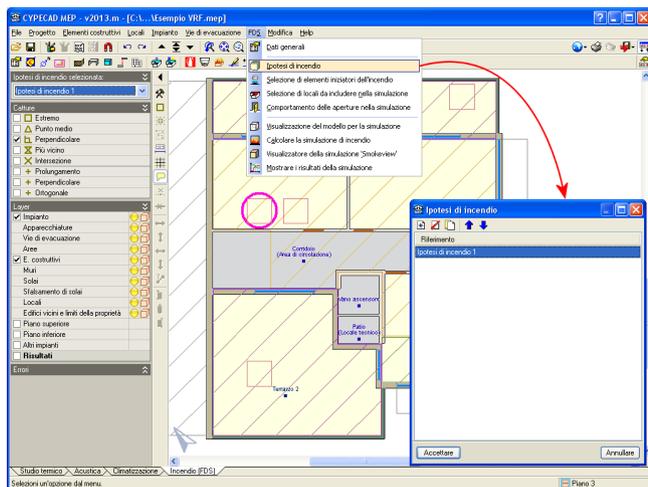


Fig. 6.16

Si possono creare, e in seguito modificare, tanti scenari quanti se ne desiderano; nel momento in cui si avvia la simulazione il programma chiede quale scenario si ha intenzione di calcolare.

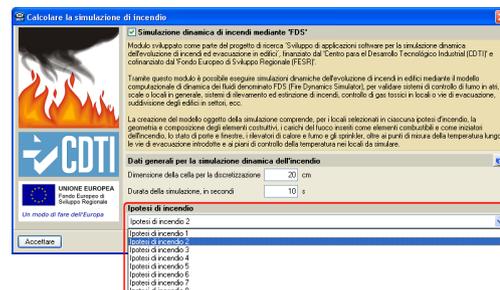


Fig. 6.17

### 6.4.2. Comportamento delle aperture

Le porte e le finestre svolgono un ruolo molto importante nell'ambito della simulazione. Una porta chiusa definita come tagliafuoco impedisce al fumo e al fuoco di espandersi in locali contigui; al contrario, una finestra aperta contribuisce notevolmente ad alimentare il fuoco apportando aria, mentre una finestra chiusa a soffocarlo. Per quanto riguarda un'apertura vetrata, il programma suppone che si rompa in maniera istantanea in corrispondenza del raggiungimento di una determinata temperatura conseguentemente ad un notevole accumulo di aria.

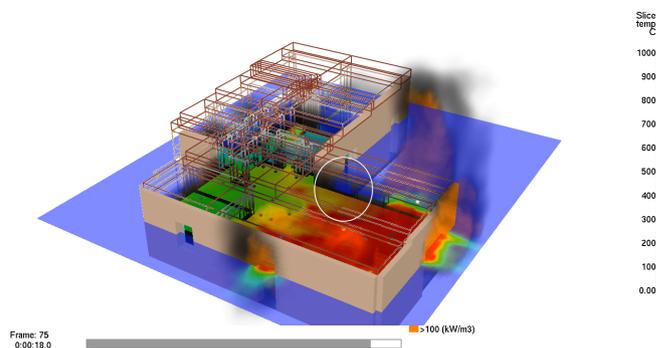


Fig. 6.18

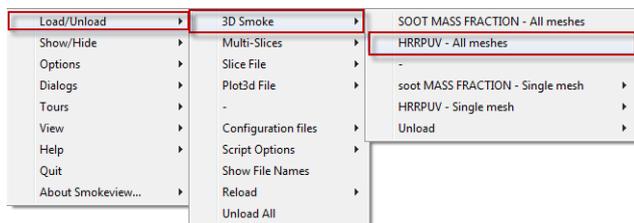


Fig. 6.19

## 6.5. Visualizzatore 3D: Visual Smoke

In questa sede, si illustrano unicamente le funzionalità di base dell'utility in questione; per ottenere maggiori informazioni, si invita il lettore a digitare "Smokeview" nel motore di ricerca Google. Il manuale di tale visualizzatore è molto completo e consente di conoscere in maniera dettagliata tutte le sue funzionalità.

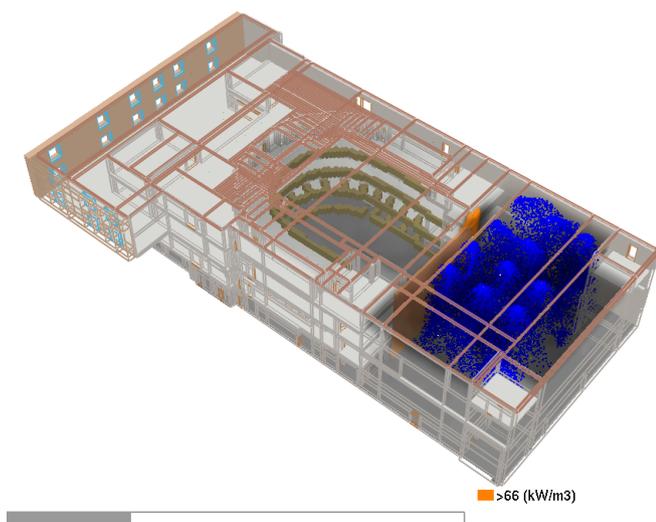


Fig. 6.20

Tramite Smokeview è possibile visualizzare l'evoluzione temporale di un incendio in tempo reale in funzione degli elementi inseriti, dei sistemi di sicurezza definiti, ecc. Ad esempio, l'applicazione consente di conoscere il numero di persone che dispongono del tempo materiale per evacuare l'edificio. Oltre a fornire un modello 3D della propagazione del fuoco, consente di accedere graficamente a una serie di dati, quali, tra gli altri, i gradienti di temperatura.

### 6.5.1. Tasti di accesso rapido

Tutti i dati mostrati dal programma sono accessibili cliccando direttamente il tasto destro del mouse sulle opzioni corrispondenti. Esiste una maniera molto più rapida per accedere all'informazione desiderata, che consiste nell'utilizzare i tasti di accesso rapido. Per conoscerli, è necessario cliccare il tasto sinistro del mouse sull'opzione **Guida rapida** ubicata nel menu **Help**.

## 6.5.2. Caricare elementi grafici

### 6.5.2.1. Visualizzazione delle fiamme

In questo caso bisogna cliccare il tasto destro sull'interfaccia SMOKEVIEW e, successivamente, seguire il percorso illustrato nella figura seguente:

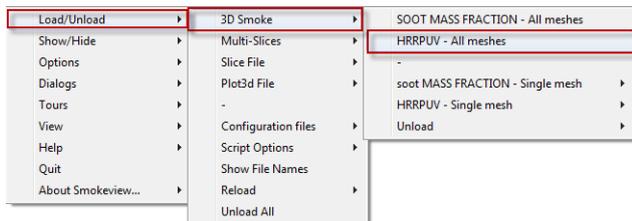


Fig. 6.21

L'opzione "HRRPUV - All meshes" consente di mostrare le fiamme esterne indipendentemente da quelle interne (Mesh1/Mesh2).

### 6.5.2.2. Visualizzazione dei fumi

Per caricarli, bisogna cliccare il tasto destro sull'interfaccia SMOKEVIEW e, successivamente, seguire il percorso illustrato nella figura seguente:

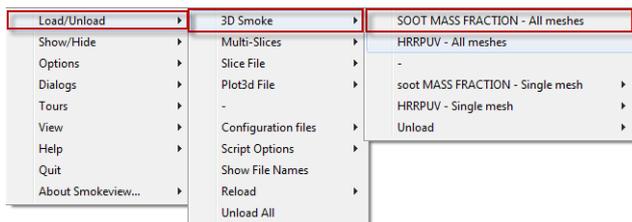


Fig. 6.22

L'opzione "SOOT MASS FRACTION - All meshes" permette di mostrare i fumi esterni indipendentemente da quelli interni (Mesh1/Mesh2).

### 6.5.3. Evoluzione delle temperature

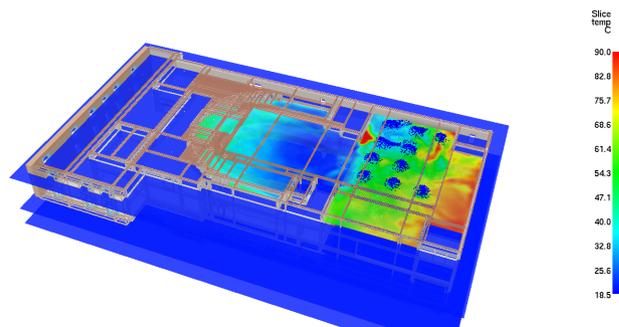


Fig. 6.23

Per visualizzare tale dato, si deve cliccare il tasto destro del mouse su **Load/Unload > Multi-Slices > TEMPERATURE** e scegliere la quota corrispondente al piano desiderato.

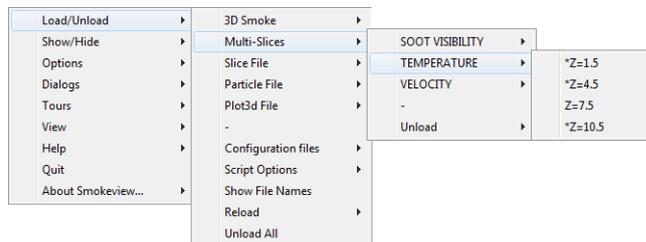


Fig. 6.24