

## **5 - Energia netta: Zona termica**



## Sommario

5.1	Zona termica.....	114
5.1.1	Dati zona termica.....	114
5.1.1.1	Il modello di edificio.....	114
5.1.1.2	Dati subalterno.....	119
5.1.1.3	Tipo di struttura.....	125
5.1.1.4	Ambienti riscaldati.....	130
5.1.1.5	Ambienti raffrescati.....	136
5.1.2	Carichi interni / ventilazione.....	137
5.1.2.1	Carichi interni.....	137
5.1.2.2	Ventilazione.....	139
5.1.2.2.1	Ventilazione naturale, aerazione ed infiltrazioni.....	140
5.1.2.2.2	Ventilazione meccanica a semplice flusso.....	142
5.1.2.2.3	Ventilazione meccanica a doppio flusso.....	146



Il modulo relativo all'**Energia netta** consente di inserire i dati necessari al calcolo del fabbisogno energetico dell'involucro edilizio nelle stagioni invernale ed estiva ed è costituito dai seguenti sottomoduli (1):

- **Zona termica;**
- **Involucro;**
- **Umidità;**
- **ACS;**
- **Illuminazione.**

Questi ultimi due moduli permettono di valutare il fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria e, per le destinazioni d'uso non residenziali, il fabbisogno di energia per l'illuminazione degli ambienti interni.

Il software riproporrà nell'ordine le sezioni dettagliate nel presente capitolo per ogni zona termica di cui è costituito ogni subalterno inserito. Per la definizione dei subalterni e delle zone termiche si faccia riferimento al Capitolo 4. Si ricorda che è possibile copiare i dati da una zona termica all'altra e da un subalterno all'altro.

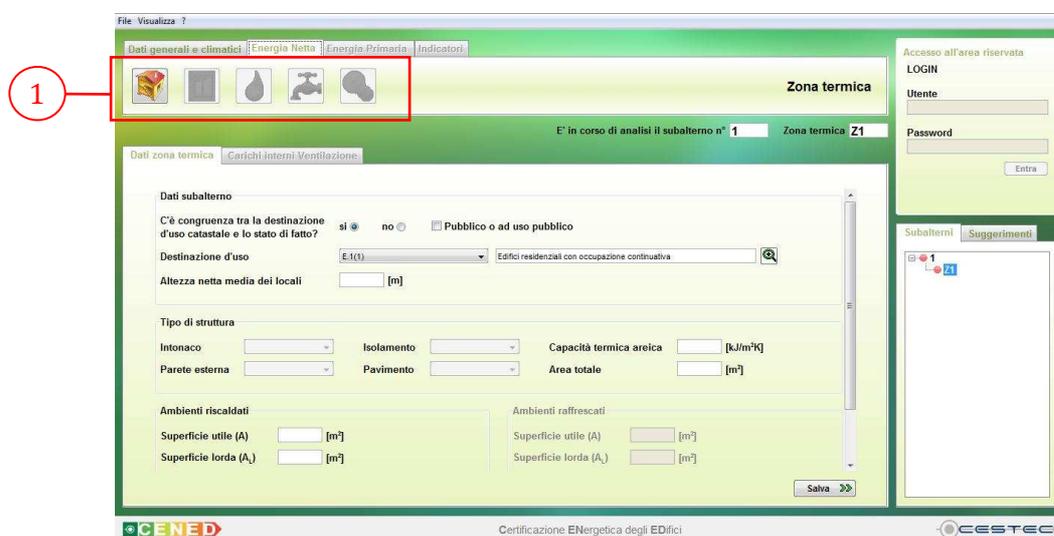


Figura 5.1: Modulo Energia Netta e relativi sottomoduli.



## 5.1 Zona termica

Il sottomodulo relativo alla **Zona termica** è suddiviso in due differenti sezioni:

- Dati zona termica;
- Carichi interni Ventilazione.

### 5.1.1 Dati zona termica

La sezione **Dati zona termica** (2) è, a sua volta, composta da quattro campi distinti:

- **Dati subalterno** (3);
- **Tipo di struttura** (4);
- **Ambienti riscaldati** (5);
- **Ambienti raffrescati** (6).

Figura 5.2: Schermata Dati zona termica.

#### 5.1.1.1 Il modello di edificio

Per migliorare la comprensione dell'inserimento dei dati all'interno del software CENED+ si farà riferimento al generico edificio di seguito presentato.

##### Riquadro I: Edificio tipo

*Trattasi di abitazione ad uso residenza su due piani fuori terra, con piano mansardato e porzione con altezza netta interna inferiore a 1,5 m. Sono presenti due ambienti non riscaldati (garage e porzione di sottotetto), oltre ad un vano scala completamente inserito all'interno del volume riscaldato. I particolari del modello verranno dettagliatamente analizzati nel corso dello sviluppo del manuale. Di seguito le viste e le piante rappresentative del modello.*



Figura 5.3: Vista generica dell'edificio (SUD-OVEST).



Figura 5.4: Prospetto EST.



Figura 5.5: Prospetto SUD.



Figura 5.6: Prospetto OVEST.



Figura 5.7: Prospetto NORD.

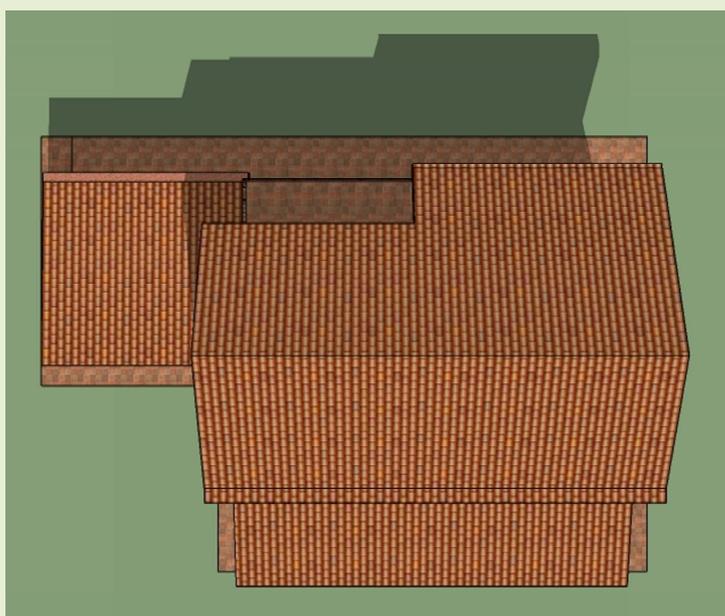


Figura 5.8: Pianta della copertura.

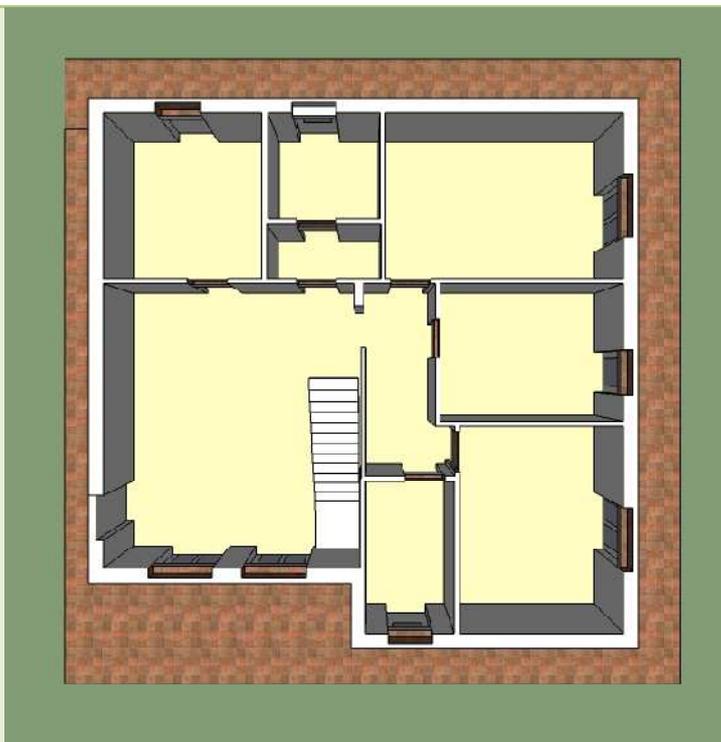


Figura 5.9: Pianta piano terra.

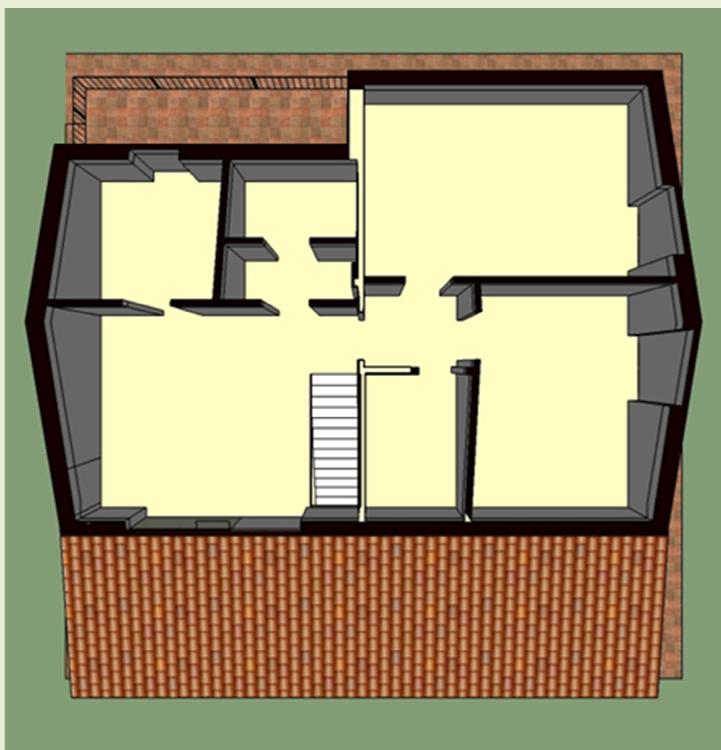


Figura 5.10: Pianta piano primo.



### 5.1.1.2 Dati subalterno

Nel campo **Dati subalterno (3)** viene richiesto di indicare, mediante la scelta del relativo radio button, se esiste o meno congruenza tra la destinazione d'uso relativa al catasto urbano e la destinazione d'uso relativa allo stato di fatto.

Viene richiesto, inoltre, di indicare con una spunta nel relativo riquadro, se l'edificio oggetto di certificazione è un edificio **Pubblico o ad uso pubblico**. Tale domanda è finalizzata a determinare se sussistono le condizioni che determinano l'obbligatorietà di produzione della Targa Energetica.

#### Riquadro II: Obbligatorietà della targa energetica

*Si ricorda che, ai sensi della d.g.r. VIII/8745, punto 11, la targa energetica può essere richiesta dal soggetto certificatore per qualsiasi classe di consumo del sistema edificio-impianto certificato, ma solo per interi edifici o singoli subalterni (d.d.g. n. 2598 del 2009). Nel caso di edifici pubblici o adibiti ad uso pubblico, la targa energetica deve essere acquisita a prescindere dalla classe di consumo degli stessi, qualora l'attestato di certificazione energetica sia riferito all'edificio, comprensivo di tutte le unità immobiliari che lo compongono.*

È necessario, poi, selezionare la **Destinazione d'uso (7)** scegliendo dal menù a tendina la categoria di riferimento dell'edificio in oggetto, secondo la classificazione contenuta nell'art. 3, D.P.R. 412/1993. Alla selezione del codice di classificazione appare a fianco la relativa descrizione.

Viene fornita la possibilità di visionare una tabella (Allegato 1, Tabella A.1 del d.d.g. n. 5796) che riporta le corrispondenze tra categorie catastali e classificazione mediante il D.P.R. 412/1993, art. 3, al fine di agevolare l'utente nella verifica della congruenza tra destinazione d'uso catastale e reale destinazione d'uso dell'edificio: a questo scopo è sufficiente premere il bottone  per visualizzare il prospetto completo. Lo stesso è riportato nella Tabella 5.1.

**Tabella 5.1: Corrispondenza tra categorie catastali degli edifici e classificazione generale degli stessi per categorie (Allegato 1, Tabella A.1 del d.d.g. n. 5796).**

Categoria catastale degli edifici		Classificazione degli edifici secondo DPR 412/93
A/1	Abitazione di tipo signorile	E.1 (1) o E.1 (2)
A/2	Abitazione di tipo civile	E.1 (1) o E.1 (2)
A/3	Abitazione di tipo economico	E.1 (1) o E.1 (2)
A/4	Abitazione di tipo popolare	E.1 (1) o E.1 (2)
A/5	Abitazione di tipo ultrapopolare	E.1 (1) o E.1 (2)
A/6	Abitazione di tipo rurale	E.1 (1) o E.1 (2)
A/7	Abitazione in villini	E.1 (1) o E.1 (2)
A/8	Abitazione in ville	E.1 (1) o E.1 (2)
A/9	Castelli, palazzi di pregio artistico o storico	E.1 (1) o E.1 (2)
A/10	Uffici e/o studi privati	E.2
A/11	Abitazioni o alloggi tipici dei luoghi (es. rifugi, baite, trulli, ecc.)	E.1 (1) o E.1 (2)



Categoria catastale degli edifici		Classificazione degli edifici secondo DPR 412/93
B/1	Collegi, convitti, educandati, ricoveri, orfanotrofi, ospizi, seminari, caserme, conventi	E.1 (1)
B/2	Case di cura e ospedali	E.3
B/3	Riformatori e prigioni	E.1 (1)
B/4	Uffici pubblici	E.2
B/5	Scuole e/o laboratori scientifici	E.7
B/6	Pinacoteche, biblioteche, musei, gallerie d'arte, accademie che non hanno sede nella categoria A/9	E.4 (2)
B/7	Cappelle ed oratori non destinati all'esercizio pubblico del culto	E.4 (2)
B/8	Magazzini sotterranei per depositi di derrate	E.8
C/1	Negozi e botteghe	E.5 o E.4 (3)
C/2	Magazzini e locali di deposito	E.8
C/3	Laboratori e locali di deposito	E.8
C/4	Fabbricati per arti e mestieri	E.8
C/6	Stalle, scuderie, rimesse ed autorimesse	E.8
D/1	Opifici	E.8
D/2	Alberghi e pensioni	E.1 (3)
D/3	Teatri, cinema, sale per concerti / spettacoli e simili	E.4 (1)
D/4	Case di cura ed ospedali	E.3
D/5	Istituti di credito, cambio ed assicurazione	E.2
D/6	Fabbricati e locali per attività sportive	E.6 (1) - E.6 (2) - E.6 (3)
D/7	Fabbricati costruiti o comunque adattati per le speciali esigenze legate ad una attività industriale e non suscettibili di diversa utilizzazione se non con radicali trasformazioni	E.8
D/8	Fabbricati costruiti o comunque adattati per speciali esigenze di una attività commerciale e non suscettibili di diversa utilizzazione se non con radicali trasformazioni	E.5
D/10	Residence	E.1 (3)
D/11	Scuole e/o laboratori scientifici privati	E.7

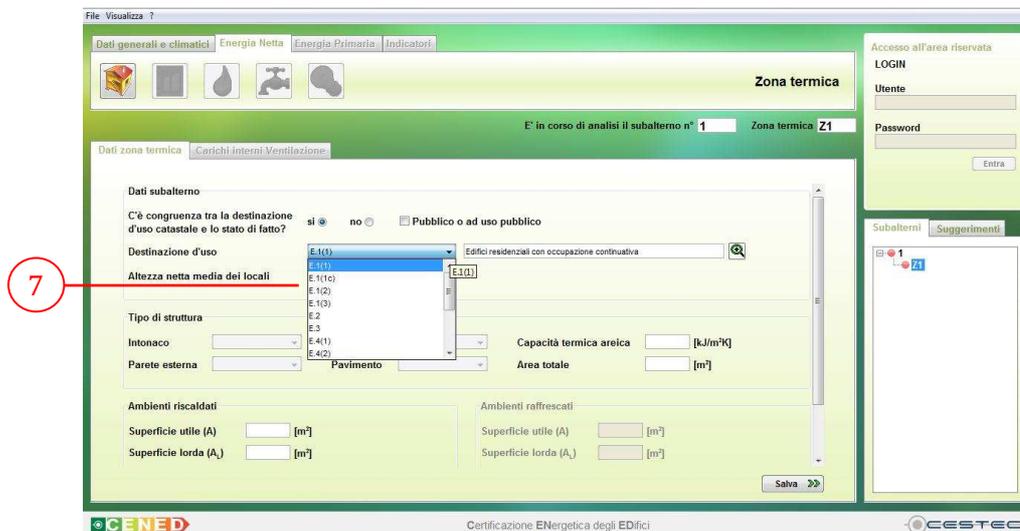


Figura 5.11: Selezione della destinazione d'uso dal menù a tendina.

Nel caso in cui si stia redigendo un ACE, è necessario che tutte le zone termiche costituenti i subalterni in oggetto presentino la medesima destinazione d'uso; in caso contrario, il sistema informativo non consentirà la registrazione della pratica nel catasto energetico e visualizzerà un messaggio di errore.

Al fine della predisposizione della relazione tecnica ex legge 10/91 è possibile inserire subalterni e/o zone termiche con destinazioni d'uso differenti.

Viene, in seguito, richiesta l'**Altezza netta media dei locali** (8) facenti parte dell'edificio oggetto di certificazione (si veda il Riquadro III).

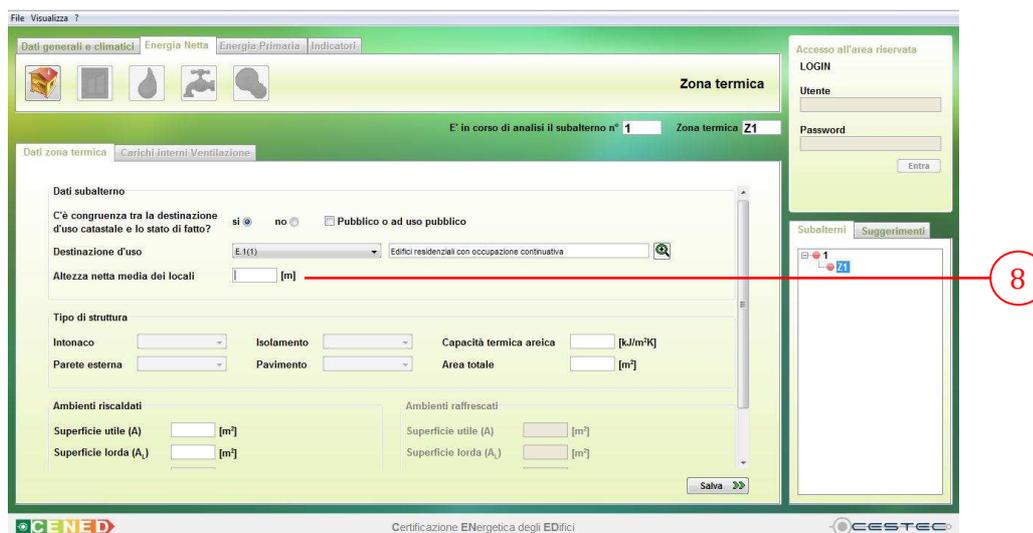


Figura 5.12: Inserimento dell'altezza netta media dei locali.



L'indicazione dell'altezza netta media dei locali è richiesta per determinare il rendimento del sistema di emissione.

### Riquadro III: Altezza netta

Per altezza netta di un locale si intende il valore misurato dall'estradosso del pavimento all'intradosso del soffitto.

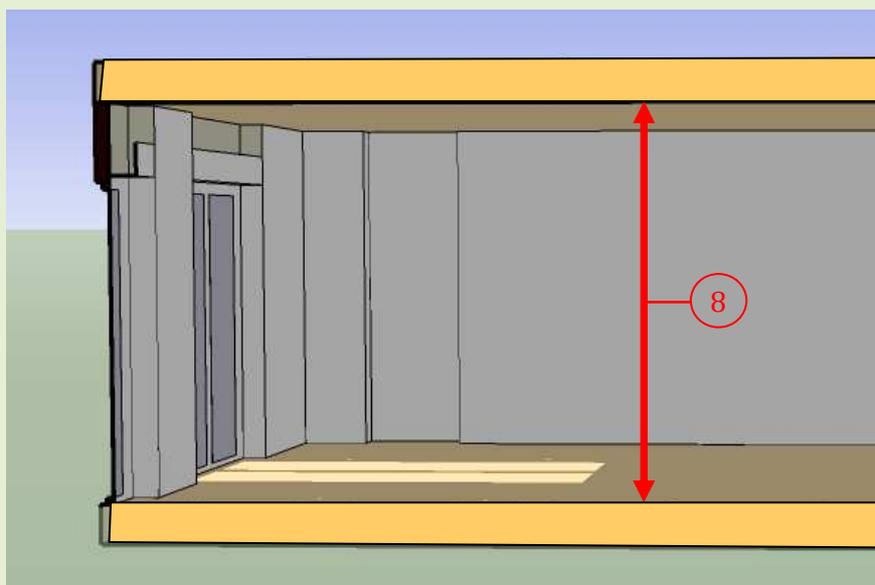


Figura 5.13: Individuazione dell'altezza netta.

Per altezza media netta dei locali, si intende l'altezza ottenuta mediando l'altezza dei locali pesandoli per la superficie a cui si riferiscono.

Tale metodologia di calcolo si applica in tutti quei casi in cui all'interno della zona termica oggetto di certificazione siano presenti altezze nette differenti.

La metodologia di calcolo consigliata per ottenere questo valore consiste nel calcolare il rapporto tra il volume netto interno della zona termica oggetto della certificazione e la superficie netta a cui si riferisce.

$$\bar{h}_{netta} = \frac{\sum V_i}{\sum A_i} \quad (5.1)$$

dove:

- $\bar{h}_{netta}$  è l'altezza netta interna della zona termica, [m];
- $V_i$  è l'i-esimo volume netto della zona termica, [m<sup>3</sup>];
- $A_i$  è l'i-esima superficie netta della zona termica, [m<sup>2</sup>].

L'identificazione e la metodologia di calcolo di tali variabili verrà illustrata nei paragrafi seguenti.

Ai fini del calcolo dell'altezza netta e del volume dell'edificio, in presenza di controsoffitti si possono distinguere i seguenti casi.

Per un controsoffitto chiuso non ispezionabile (Figura 5.14), si considera:

- l'altezza netta misurata dall'estradosso del pavimento all'intradosso del controsoffitto (Figura 5.15);
- il volume netto considerato fino all'intradosso del controsoffitto (Figura 5.16);
- la trasmittanza termica del pacchetto controsoffitto+intercapedine+solaio calcolata secondo UNI EN ISO 6946:2008 (qualora sussistano le condizioni per l'applicabilità e in particolare qualora la dimensione dell'intercapedine tra controsoffitto e solaio sia inferiore ai 300 mm di spessore) o, in caso contrario, la trasmittanza termica dell'elemento controsoffitto;



- *il volume lordo dall'intradosso del pavimento all'estradosso del solaio, nel caso in cui sia possibile calcolare la trasmittanza dell'intero pacchetto secondo UNI EN ISO 6946:2008, in caso contrario il volume lordo dall'intradosso del pavimento all'estradosso dell'elemento di controsoffittatura.*



Figura 5.14: Esempio di controsoffitto chiuso non ispezionabile.

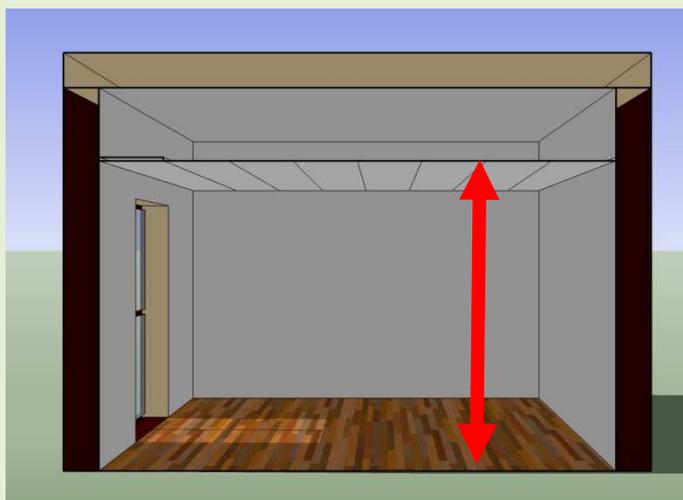


Figura 5.15: Evidenziazione dell'altezza netta con controsoffitto chiuso non ispezionabile.

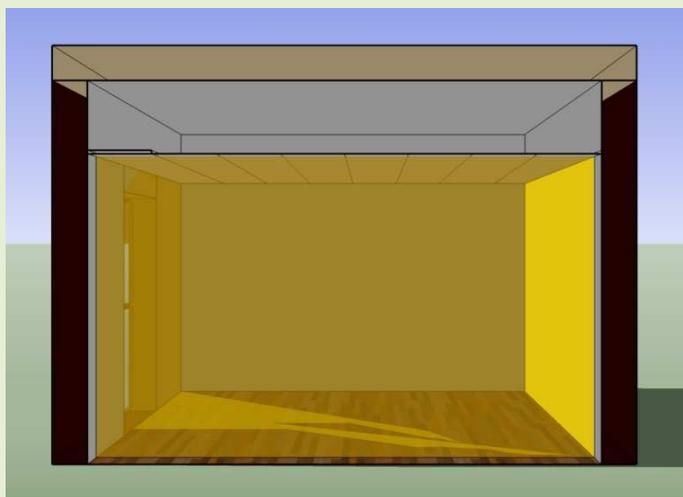


Figura 5.16: Evidenziazione del volume netto con controsoffitto chiuso non ispezionabile.



Per un controsoffitto aperto ispezionabile (Figura 5.17), si considera:

- l'altezza netta misurata dall'estradosso del pavimento all'intradosso del solaio (Figura 5.18);
- il volume netto considerato fino all'intradosso del solaio (Figura 5.19);
- la trasmittanza termica del solaio;
- il volume lordo dall'intradosso del pavimento all'estradosso del solaio.



Figura 5.17: Esempio di controsoffitto aperto ispezionabile.

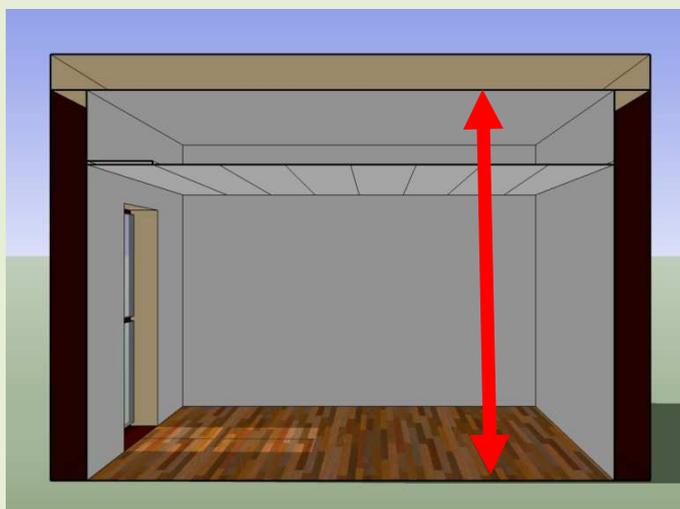


Figura 5.18: Evidenziazione dell'altezza netta con controsoffitto aperto ispezionabile.



Figura 5.19: Evidenziazione del volume netto con controsoffitto aperto ispezionabile.

### 5.1.1.3 Tipo di struttura

Se nelle impostazioni dei metodi di calcolo è stato selezionato il computo forfettario della capacità termica areica, nel campo **Tipo di struttura** (9), al fine di determinare tale valore, viene richiesto di scegliere, nei relativi menù a tendina, il tipo di:

- Intonaco;
- Isolamento;
- Parete esterna;
- Pavimento.

È obbligatorio seguire l'ordine previsto dall'elenco soprastante, in quanto gli elenchi a discesa dei relativi campi si attivano solo dopo che è stato compilato il campo precedente.

Una volta compilate le quattro caselle relative al tipo di struttura, nel riquadro della **Capacità termica areica** (10) compare, in automatico, il valore calcolato secondo il Prospetto XXIV del d.d.g. n. 5796. L'inserimento del dato di **Area totale** (11) è descritto nelle pagine successive.

Nel caso in cui siano presenti differenti tipologie di struttura, è necessario selezionare le caratteristiche riferite alle strutture prevalenti in termini di area netta interna ed, eventualmente, indicare tale approssimazione nelle note del certificatore, nella sezione "Involucro".



Figura 5.20: Determinazione del tipo di struttura in modalità calcolo forfettaria.

#### Riquadro IV: Definizione di capacità termica

La norma UNI EN ISO 7345:1999 definisce la capacità termica di un sistema come:

$$C = \frac{dQ}{dT} \quad (5.2)$$

dove:

- $C$  è la capacità termica del sistema, [J/K];
- $dQ$  è la variazione infinitesima di calore dovuta a  $dT$ , [J];
- $dT$  è la variazione infinitesima di temperatura, [K].

La capacità termica di un sistema esprime l'attitudine di questo ad immagazzinare energia termica (maggiore è la quantità di calore necessaria ad un aumento di temperatura, maggiore è la capacità termica). Considerando come sistema l'edificio, la sua capacità termica dipende dalla capacità termica specifica dei materiali di cui è costituito, espressa come  $c$  [J/(kg K)].

Se nelle impostazioni dei metodi di calcolo è stato selezionato il computo puntuale della capacità termica areica, nel campo **Tipo di struttura** (9), i menù a tendina sono disabilitati e viene richiesto di inserire il valore della **Capacità termica areica** (10) media in kJ/(m<sup>2</sup> K).

Tale valore deve essere calcolato dal certificatore secondo quanto riportato in Appendice D del d.d.g. n. 5796.



### Riquadro V: Definizione di capacità termica dell'involucro edilizio

La capacità termica dell'insieme di componenti che delimitano un ambiente climatizzato o a temperatura controllata, espressa in [kJ/k], è data da:

$$C = \frac{\sum_{j=1}^n (A \cdot C')_j}{1000} \quad (5.3)$$

dove:

- $n$  è il numero di componenti edilizi presenti (pareti esterne, divisori interni e solai di separazione), [-];
- $A$  è la superficie captante di ciascun componente, [m<sup>2</sup>];
- $C'$  è la capacità termica areica per unità di superficie di ciascun componente, [J/(m<sup>2</sup> K)].

La capacità termica areica di ciascun componente  $j$  è data da:

$$C'_j = m_j \cdot c_j \quad (5.4)$$

dove:

- $C'$  è la capacità termica areica per unità di superficie di ciascun componente, [J/(m<sup>2</sup> K)];
- $m$  è la massa termica areica del componente, [kg/m<sup>2</sup>];
- $c$  è la capacità termica massica del materiale costituente il componente, [J/(kg K)].

Nell'ipotesi di componente costituito da più materiali si considera la capacità termica massica del materiale rivolto verso l'ambiente interno, escluso il rivestimento.

I valori di massa termica areica del componente e di capacità termica massica possono essere reperiti tramite:

- le schede tecniche dei componenti di involucro;
- la normativa di riferimento (UNI 10351:1994, UNI EN ISO 10456:2008, UNI EN ISO 13786:2001).

La capacità termica per unità di superficie, o capacità termica areica, è data da:

$$C_m = \frac{\sum_{j=1}^n (A \cdot C')}{\sum_{j=1}^n (A)_j} \cdot 10^{-3} \quad (5.5)$$

dove:

- $C_m$  è la capacità termica per unità di superficie, [kJ/(m<sup>2</sup> K)];
- $n$  è il numero di componenti edilizi presenti (pareti esterne, divisori interni e solai di separazione), [-];
- $A$  è la superficie captante di ciascun componente, [m<sup>2</sup>];
- $C'$  è la capacità termica areica per unità di superficie di ciascun componente, [J/(m<sup>2</sup> K)].

Tale valore dovrà essere inserito manualmente nel campo **Capacità termica areica (10)**.

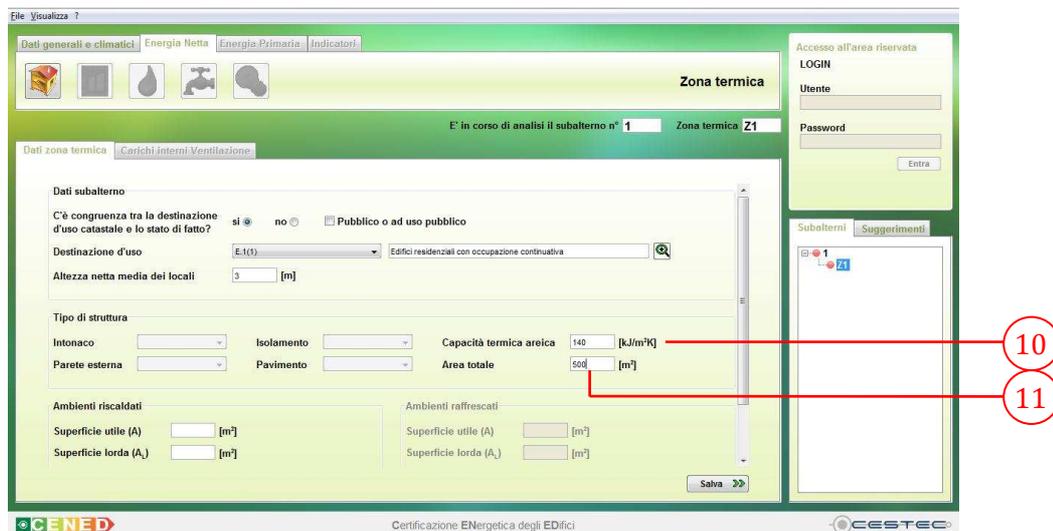


Figura 5.21: Cambio tipo di struttura in modalità calcolo puntuale.

Nel campo **Tipo di struttura** è, infine, richiesto, per entrambi i metodi di calcolo, di immettere nella casella **Area totale interna** (11) il relativo valore. Si faccia riferimento per i dettagli al riquadro successivo.

#### Riquadro VI: Calcolo dell'area totale interna

*Per il calcolo dell'area totale interna ci si riferisce all'APPENDICE D.1 del d.d.g. n. 5796 ed è considerato il modello di edificio precedentemente presentato.*



Figura 5.22: Vista generale dell'edificio.

*L'area totale interna da considerare nel calcolo è l'area netta interna dei soli componenti opachi esclusi i serramenti opachi, trasparenti ed i cassonetti. I componenti opachi da considerare sono quelli verticali, inclinati e orizzontali.*

*Considerando il caso proposto, sono evidenziate nella figura seguente tutte le superfici delle chiusure verticali che si affacciano verso i locali riscaldati.*

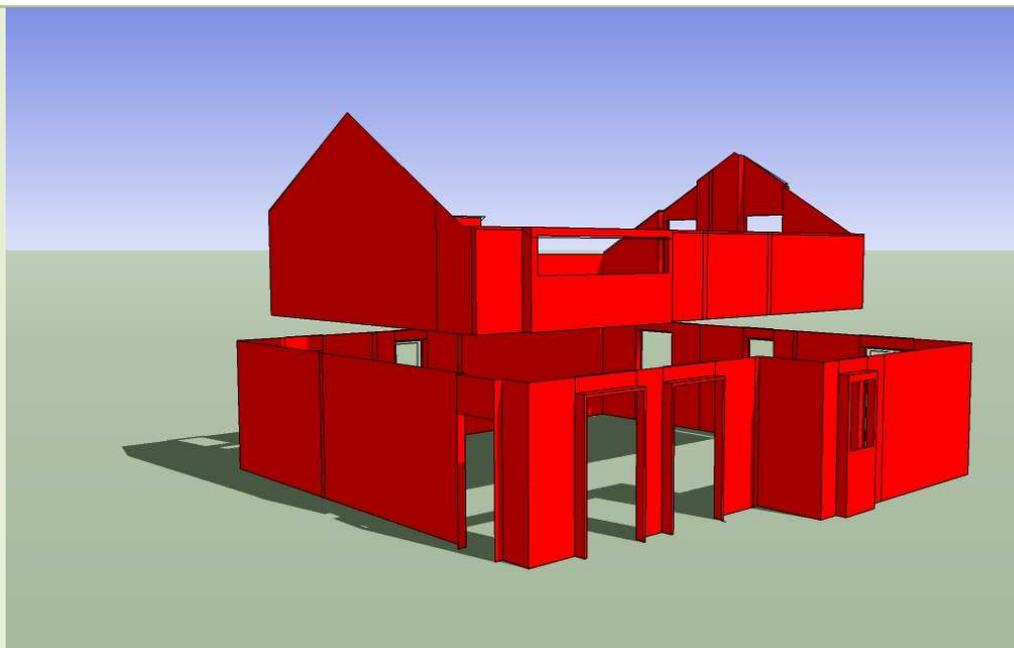


Figura 5.23: Area netta interna delle chiusure e partizioni verticali.

*I solai, invece, devono sempre essere considerati sia come elementi di soffitto per il piano inferiore sia come elementi di pavimento per il piano superiore. Indipendentemente dal fatto che siano solai piani o coperture inclinate, le superfici interne nette, che delimitano orizzontalmente la zona termica riscaldata, devono essere conteggiate nel valore dell'area totale interna, così come mostrato nella figura seguente.*

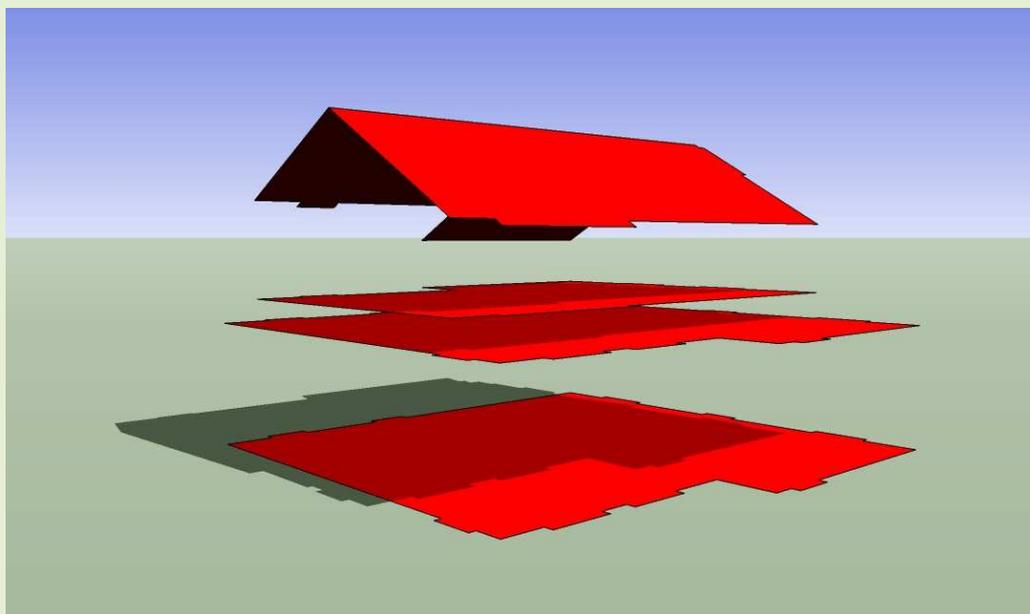


Figura 5.24: Area netta interna delle chiusure e partizioni orizzontali.

*I componenti opachi dell'involucro edilizio che concorrono a definire la capacità termica complessiva sono i seguenti:*

- per la zona priva di elementi interni di separazione: gli elementi di involucro che delimitano la zona;
- per la zona costituita da più unità mantenute alla stessa temperatura, ma separate tra di loro da



*un involucro edilizio (partizioni verticali interne, solai): gli elementi di involucro interni orizzontali, inclinati e verticali e gli elementi che delimitano la zona da quelle adiacenti o dall'esterno.*

*In quest'ultimo caso, data la loro scarsa incidenza, le pareti verticali interne di separazione possono non essere considerate nel calcolo.*

*Qualora si intenda, comunque, considerare le partizioni interne verticali è necessario tener conto della superficie di entrambe le facce (area della faccia di destra ed area della faccia di sinistra).*

#### 5.1.1.4 Ambienti riscaldati

Nel campo **Ambienti riscaldati** (12) è necessario inserire:

- la **Superficie utile (A)** (13), intesa come la superficie netta calpestabile dei locali riscaldati al netto di tramezzi e muri esterni e comprensiva delle soglie delle porte e degli spazi al di sotto dei terminali di emissione, così come evidenziato in rosso nelle immagini che seguono;
- la **Superficie lorda (A<sub>L</sub>)** (14), intesa come la superficie lorda di pavimento dei locali riscaldati, ottenuta sommando alla superficie utile l'ingombro di tramezzi e muri di involucro. Le murature perimetrali vengono considerate:
  - o per l'intero spessore se confinano con l'ambiente esterno, con il terreno o con un ambiente non riscaldato;
  - o fino alla mezzera dello spessore se confinano con un altro ambiente riscaldato.

Nel caso in cui si stia certificando un subalterno disposto su più livelli, ovvero come nel caso presentato, la **Superficie utile** e la **Superficie lorda** si riferiscono alla somma di tali valori relativi ai livelli costituenti il subalterno. Nel nostro caso è, quindi, necessario rilevare la superficie utile e la superficie lorda anche per il primo piano, facente parte, assieme al piano terra della medesima zona termica.

- il **Volume netto (V)** (15), calcolato come il prodotto tra la superficie utile riscaldata e l'altezza netta media dei locali, qualora non vi siano porzioni di locali con altezza netta inferiore a 1,5 m. Nei casi complementari il volume da considerare è quello pari all'effettivo volume d'aria presente all'interno degli ambienti riscaldati (si veda Riquadro VII);
- il **Volume lordo (V<sub>L</sub>)** (16), calcolato come sommatoria dei prodotti delle superfici lorde di piano per le relative altezze lorde.

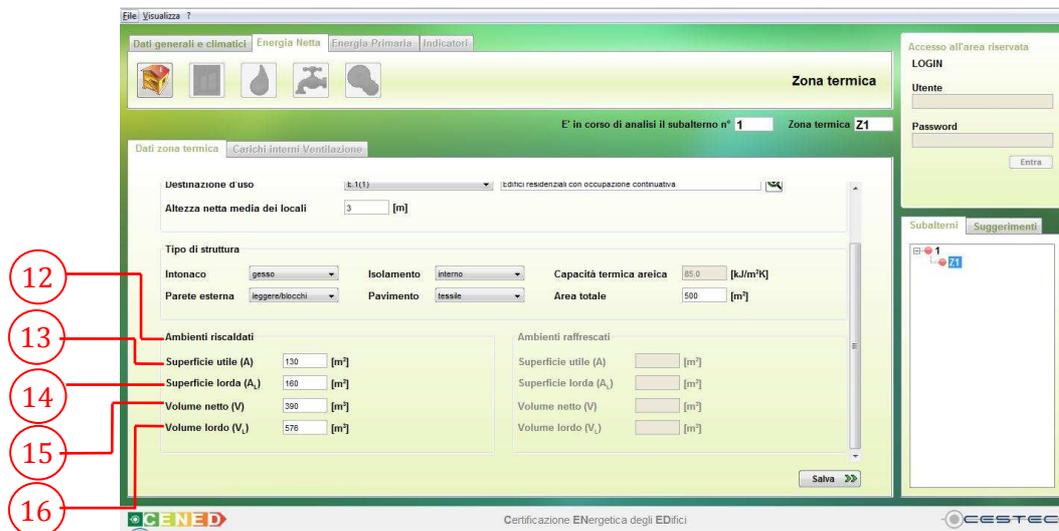


Figura 5.25: Campo Ambienti riscaldati.

Le figure seguenti mostrano come determinare le superfici e i volumi della zona termica.



Figura 5.26: Sezione orizzontale.

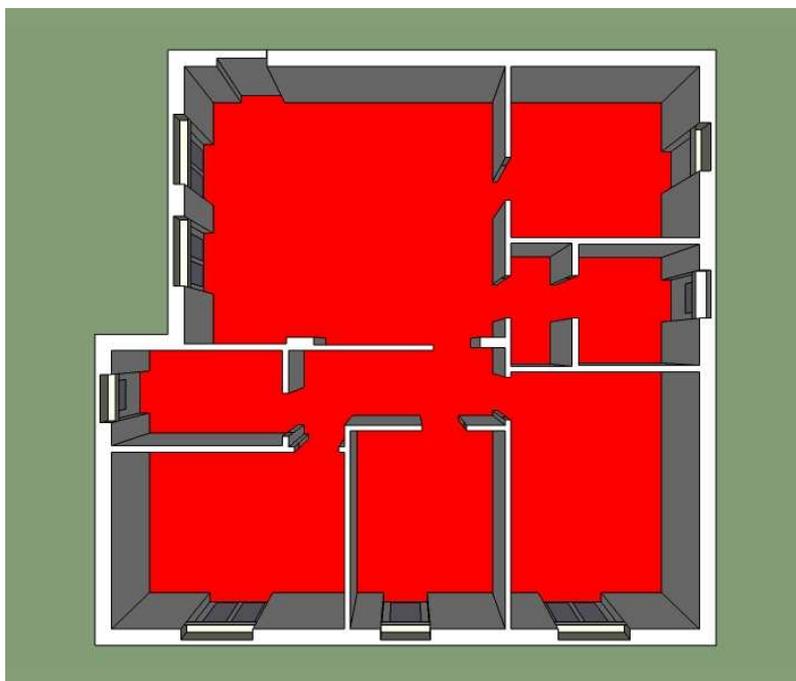


Figura 5.27: Sezione orizzontale, in rosso è evidenziata la superficie netta.

Si noti come nel calcolo della superficie utile è stata considerata la proiezione al suolo della rampa di scale.

Se è presente un vano scala riscaldato, nel computo della superficie netta si deve considerare la proiezione orizzontale di ogni rampa oggetto di certificazione.



Figura 5.28: Sezione orizzontale.

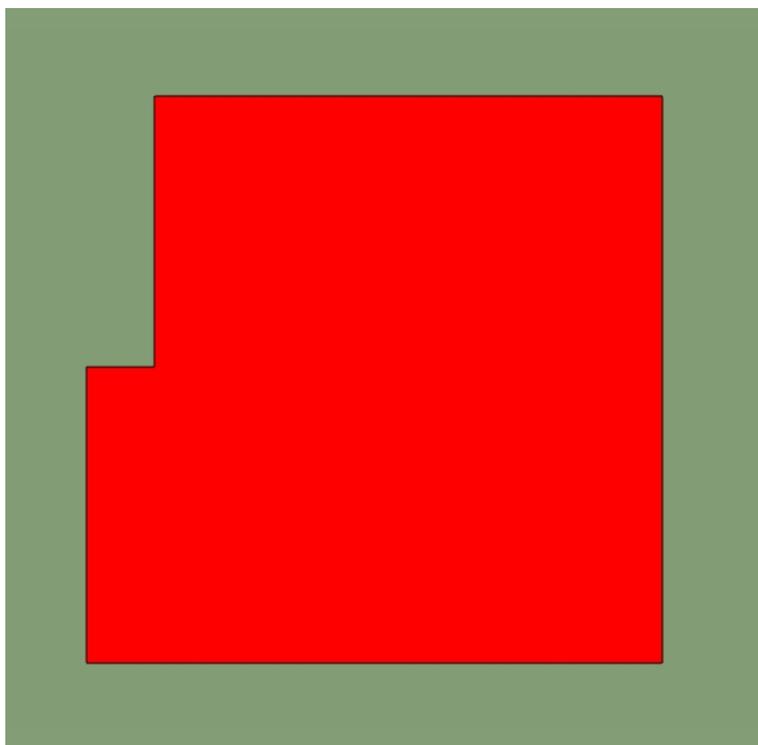


Figura 5.29: Sezione orizzontale, in rosso è evidenziata la superficie lorda.



Figura 5.30: Volume netto 1/2.

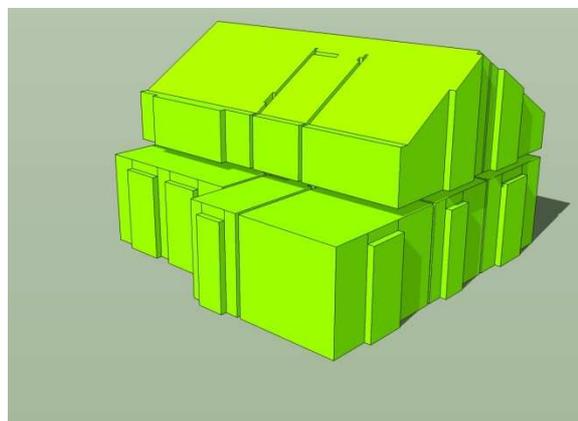


Figura 5.31: Volume netto 2/2.



Figura 5.32: Veduta complessiva.

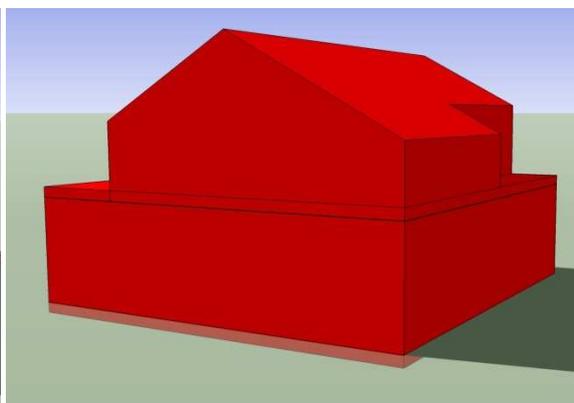


Figura 5.33: Volume lordo 1/2.

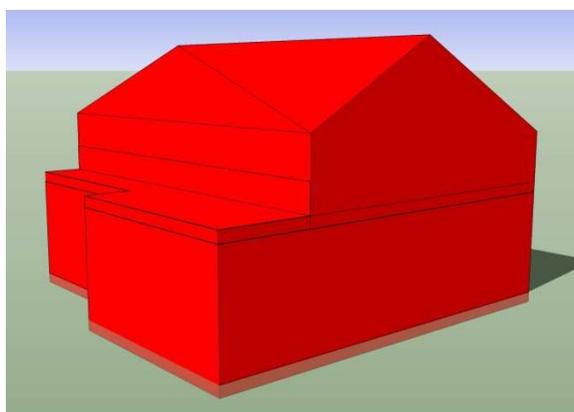


Figura 5.34: Volume lordo 2/2.

**Riquadro VII: Determinazione dell'area netta e del volume netto**

In presenza di locali mansardati o soppalcati l'altezza netta interna, misurata dall'estradosso del solaio inferiore, all'intradosso della partizione/chiusura superiore, può presentare valori inferiori a 1,5 m. È questo il caso dell'esempio seguente. In corrispondenza del primo piano è stata evidenziata una porzione di volume riscaldato, in cui l'altezza netta è inferiore a 1,5 m (vedi figura 5.35), a fronte di una altezza netta media del sottotetto pari a 2,4 m.

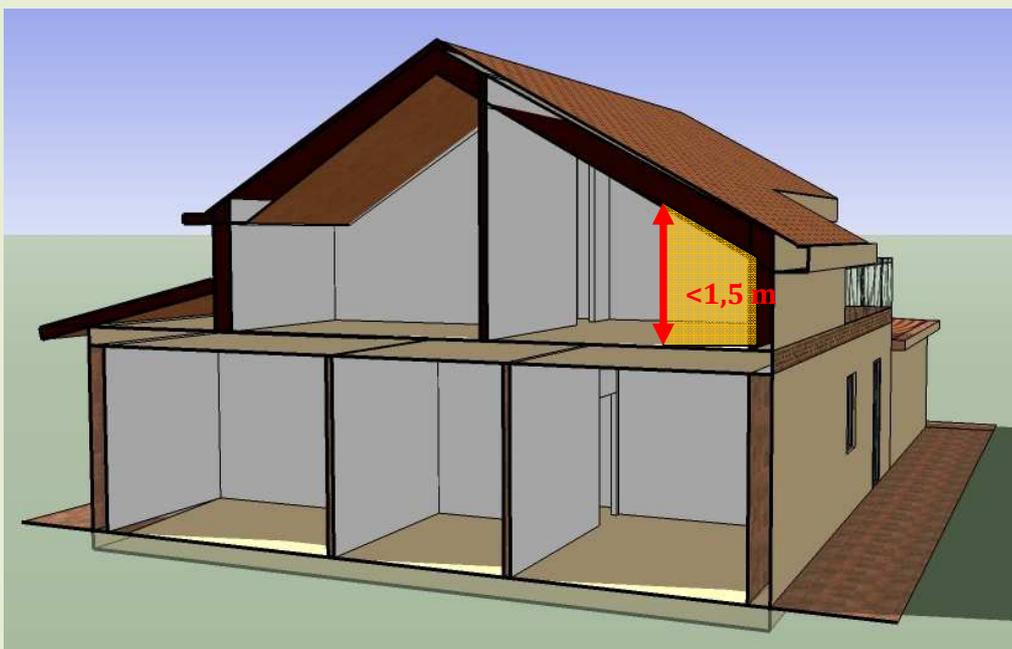


Figura 5.35: Sezione verticale, in arancione è evidenziata la porzione di volume con altezza netta < 1,5 m.

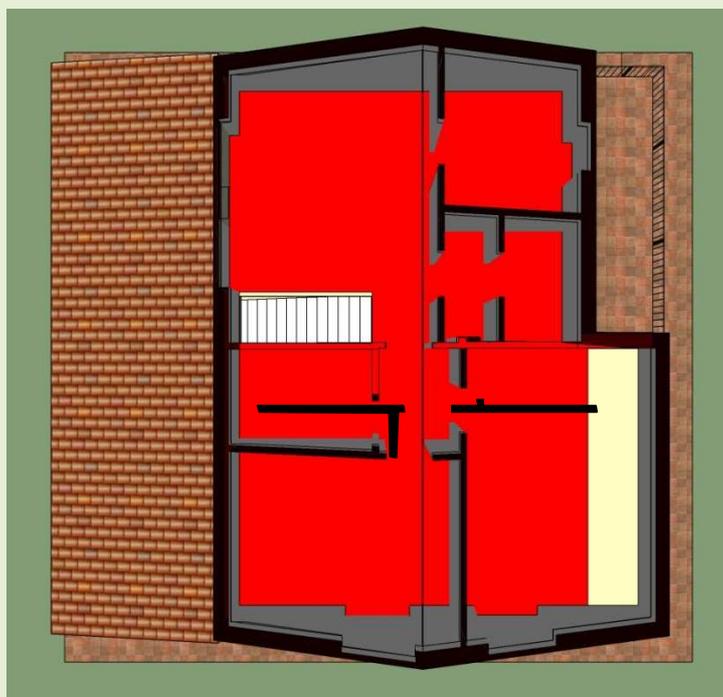


Figura 5.36: Sezione orizzontale, in rosso è evidenziata la superficie utile del piano ai fini del calcolo.



Nel caso specifico, e in tutti i casi analoghi al presente, le porzioni di superficie netta a cui fanno riferimento queste altezze, non devono essere considerate nel calcolo della superficie netta totale dell'edificio, e di conseguenza nel calcolo dell'indice di prestazione energetica dell'edificio/zona termica. Nell'immagine precedente, infatti, è possibile vedere come questa porzione di superficie sia stata scomputata dalla superficie netta.

È interessante notare come la superficie relativa alla scala non sia stata computata, in quanto già considerata nel calcolo della superficie netta del piano terra.

Si consideri, inoltre, il caso seguente, costituito da un piano terra con altezza netta pari a 3,20 m e da un sottotetto con altezza variabile, visto quanto previsto dal comma 6, art.63 Legge Regionale n. 12/2005. Sono calcolati la superficie utile, il volume netto e il volume lordo.

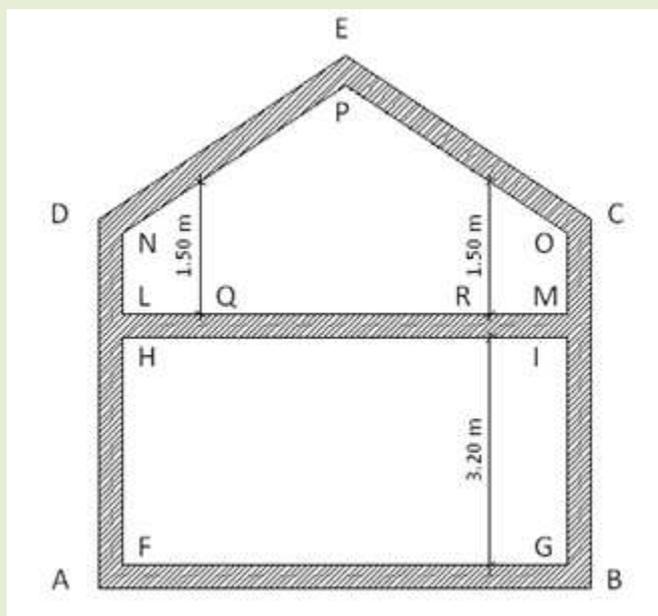


Figura 5.37: Schema di un edificio con sottotetto ad altezza variabile.

Si determina il segmento QR, che rappresenta la porzione di sottotetto riscaldato che presenta un'altezza netta  $H \geq 1,50$  m.

Da cui:

- superficie utile: somma dei segmenti FG + QR, moltiplicati per la profondità dei locali;
- volume netto = perimetri FGHI + LMNOP, moltiplicati per la profondità dei locali;
- volume lordo = perimetro ABCDE, moltiplicato per la profondità dei locali.

Infine, se nella zona termica è presente un soppalco riscaldato, è necessario considerare l'area utile e lorda dello stesso, per la parte in cui possiede un'altezza netta superiore ad 1,5 m.

### 5.1.1.5 Ambienti raffrescati

Il campo **Ambienti raffrescati** non è al momento editabile; sarà consentita la compilazione al momento dell'implementazione della procedura di calcolo del fabbisogno di energia primaria per il raffrescamento o climatizzazione estiva.



## 5.1.2 Carichi interni / ventilazione

La sezione **Carichi interni di ventilazione** (17) è composta da due campi distinti:

- **Carichi interni** (18);
- **Ventilazione** (19).

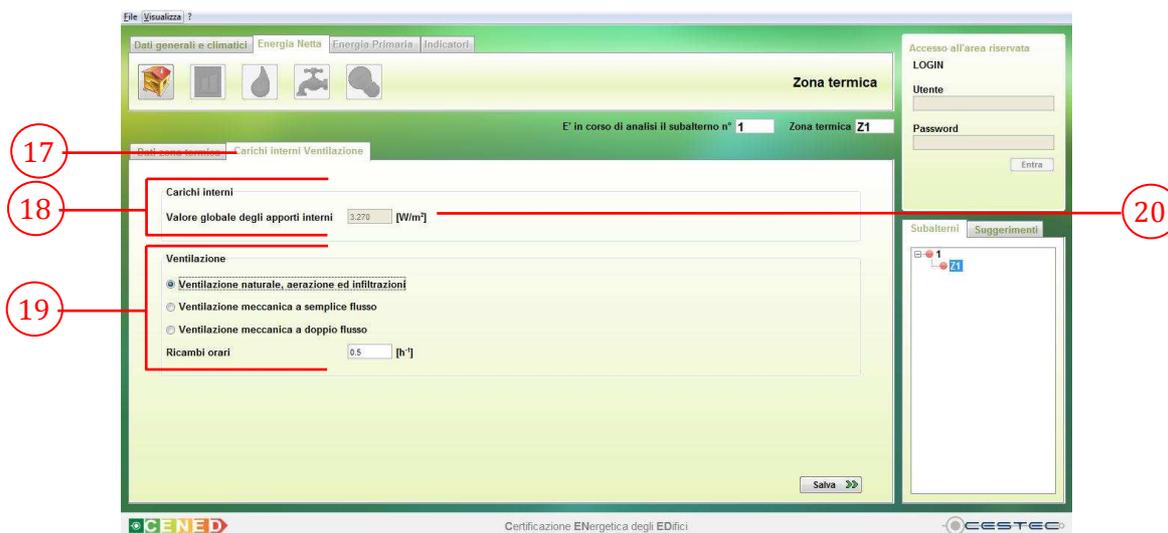


Figura 5.38: Campo Carichi interni e ventilazione.

### 5.1.2.1 Carichi interni

I **Carichi interni** (18) sono apporti di calore gratuiti dovuti a sorgenti di calore interne quali il metabolismo degli occupanti l'ambiente e le apparecchiature elettriche e di illuminazione. Quando si accede alla sezione, il campo **Valore globale degli apporti interni** (20) risulta già compilato a seconda della destinazione d'uso precedentemente selezionata.

Per edifici a destinazione d'uso residenziale viene riportato il valore globale degli apporti interni [W] che risulta nel Prospetto XII del d.d.g. n. 5796 in funzione della superficie utile di pavimento.

Per edifici a destinazione d'uso diversa da quella residenziale, viene visualizzato il valore globale degli apporti interni per unità di superficie utile [W/m<sup>2</sup>], riportato nel Prospetto XIII del d.d.g. n. 5796. Si vedano anche i riquadri successivi.



### Riquadro VIII: Definizione di carichi interni

Nel caso di carichi interni dovuti alla presenza di persone il contributo energetico è direttamente proporzionale al numero delle persone previste all'interno dell'ambiente considerato, così come dall'attività da loro svolta secondo la Tabella 5.2

**Tabella 5.2: Contributo energetico dovuto a persone - fonte UNI EN ISO 7730:2006**

Attività	Energia Metabolica [W/m <sup>2</sup> ]
Disteso	46
Seduto, rilassato	58
Attività sedentaria (ufficio, casa, scuola, laboratorio)	70
Attività leggera in piedi (compere, laboratorio, industria leggera)	93
Attività media in piedi (commesso, lavori domestici, lavori a macchina)	116
Camminare a 2 km/h	110
Camminare a 3 km/h	140
Camminare a 4 km/h	165
Camminare a 5 km/h	200

Nel caso delle apparecchiature elettriche e dell'illuminazione si ipotizza una quantità e una potenza standardizzata in funzione della destinazione d'uso considerata. Ogni apparecchiatura elettrica o impianto di illuminazione utilizza energia elettrica per il proprio funzionamento e, surriscaldandosi durante il periodo di utilizzazione, cede calore all'ambiente circostante attraverso meccanismi radiativi e convettivi.

I carichi interni, rappresentando una fonte gratuita di energia termica, contribuiscono a ridurre il fabbisogno energetico di riscaldamento nel periodo invernale e ad aumentare il fabbisogno energetico di condizionamento nel periodo estivo.

Nel caso di edifici realizzati con valori di trasmittanza termica  $U$  molto ridotti e in presenza di ridotta capacità termica dell'involucro un eccesso di carichi interni può portare a un surriscaldamento dell'ambiente confinato.

### Riquadro IX: Valore globale degli apporti interni

Il valore globale degli apporti interni in presenza di una destinazione d'uso residenziale viene calcolato, in [W], secondo la seguente formula distinta a seconda della superficie utile dell'utenza:

**Tabella 5.3: Contributo energetico dovuto a persone - fonte UNI EN ISO 7730:2006**

Apporti interni globali [W]	
Per unità abitative di superficie $\leq 170 \text{ m}^2$	$5,294 A - 0,01557 A^2$
Per unità abitative di superficie $> 170 \text{ m}^2$	450

dove:

$A$  è superficie utile dell'unità abitativa, [m<sup>2</sup>].

Nel caso di destinazioni d'uso differenti da quella residenziale il valore globale degli apporti gratuiti viene calcolato moltiplicando la superficie utile della zona termica oggetto di certificazione per il valore degli apporti medi globali per unità di superficie riportato in Tabella 5.4.



**Tabella 5.4: Prospetto XIII del d.d.g. n. 5796 - Valori globali degli apporti interni**  
(Fonte: UNI TS 11300-1:2008)

<b>Categoria di edificio</b>	<b>Destinazione d'uso</b>	<b>Apporti medi globali per unità di superficie [W/m<sup>2</sup>]</b>
E.1 (3)	Edifici adibiti ad albergo, pensioni ed attività similari	6
E.2	Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili	6
E.3	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura ed assimilabili	8
E.4 (1)	Cinema e teatri, sale di riunione per congressi	8
E.4 (2)	Luoghi di culto, mostre, musei e biblioteche	8
E.4 (3)	Bar, ristoranti, sale da ballo	10
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili	8
E.6 (1)	Piscine, saune ed assimilabili	10
E.6 (2)	Palestre ed assimilabili	5
E.6 (3)	Servizi di supporto alle attività sportive	4
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili	4
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili	6

### 5.1.2.2 Ventilazione

Nel campo **Ventilazione (19)** viene considerata l'energia termica convenzionalmente scambiata per ventilazione naturale, aerazione ed infiltrazione o per ventilazione meccanica.

In primo luogo è necessario indicare, selezionando il relativo radio button, la tipologia di ventilazione presente nell'edificio. È possibile scegliere tra le opzioni proposte:

- **Ventilazione naturale, aerazione ed infiltrazioni;**
- **Ventilazione meccanica a semplice flusso;**
- **Ventilazione meccanica a doppio flusso.**

Tale distinzione risulta funzionale al calcolo del fattore di correzione,  $b_{v,k}$ , che tiene conto dell'effettiva differenza di temperatura tra l'aria ambiente e l'aria di rinnovo. Tale calcolo viene affrontato al punto E.6.3.8.3 del d.d.g. n. 5796.

La Figura 5.39 mostra, tramite mappa mentale, il complesso di informazioni da inserire per determinare le caratteristiche della ventilazione nel software CENED<sup>+</sup>.

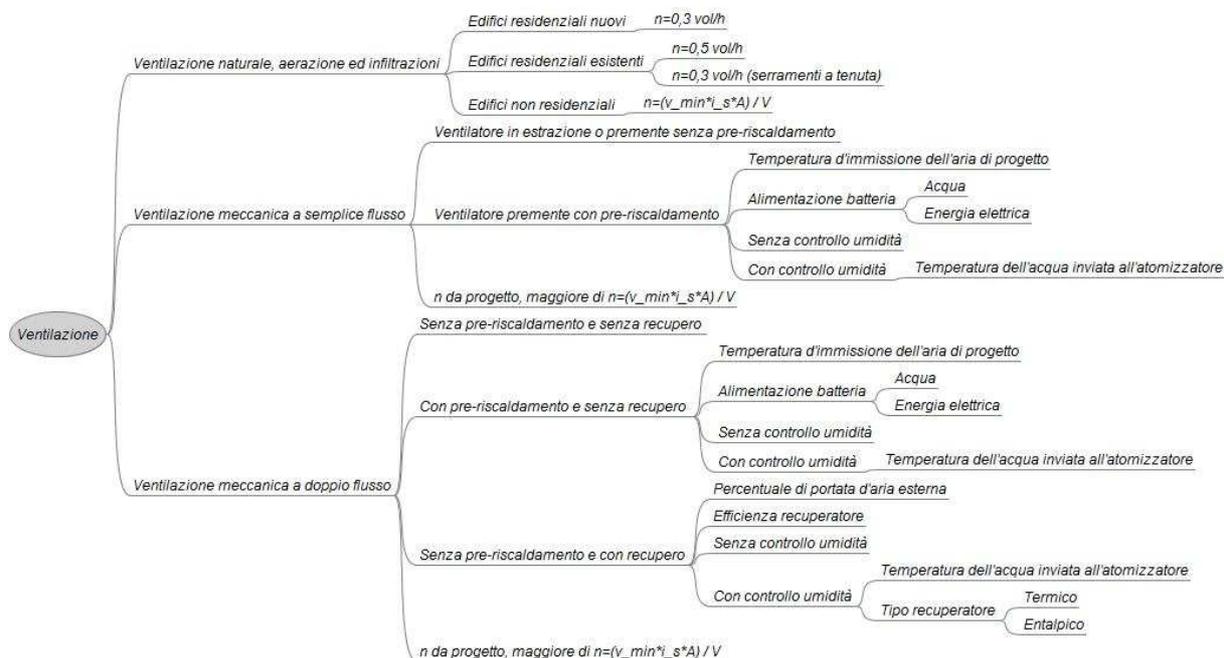


Figura 5.39: Mappa mentale della ventilazione nel software CENED<sup>+</sup>.

### 5.1.2.2.1 Ventilazione naturale, aerazione ed infiltrazioni

Se è stato selezionato il radio button **Ventilazione naturale, aerazione ed infiltrazioni**, il software calcola e propone il valore di ricambi orari [h<sup>-1</sup>] nella relativa casella.

#### Riquadro X: Ventilazione naturale, aerazione ed infiltrazioni

*Nella definizione di ventilazione naturale, aerazione ed infiltrazioni vengono inseriti tutti i contributi all'incremento delle dispersioni termiche per ventilazione dovute alla conformazione dell'edificio e al suo profilo di gestione, in assenza di impianti aeraulici.*

*Con aerazione si intende il ricambio d'aria negli ambienti per apertura e chiusura manuale delle finestre. Il controllo dei volumi di ventilazione è quindi assente.*

*Con infiltrazione si intendono i ricambi d'aria non desiderati, dovuti alla non perfetta impermeabilità dell'involucro e alla presenza di differenze di pressione tra esterno e interno, dovute all'azione del vento e di differenze di temperatura.*

*Per ventilazione naturale si intende il ricambio dell'aria negli ambienti tramite la presenza di aperture nell'involucro edilizio, all'uopo predisposte e normalmente non occluse, che attivino ventilazione naturale principalmente per tiraggio termico. Il controllo dei volumi di ventilazione è limitato (sistemi passivi o attivi dedicati) o assente.*

*Quando la ventilazione è ottenuta tramite l'impiego di ventilatori si parla di ventilazione meccanica controllata. Il controllo dei volumi di ventilazione è ottenuto agendo sui ventilatori e sulle serrande in maniera meccanica.*

Il valore di ricambi orari, n [h<sup>-1</sup>], necessari ad un ambiente di volume determinato risulta funzione della superficie utile di pavimento, della portata specifica d'aria esterna minima richiesta nel periodo di occupazione dei locali, v<sub>min</sub> [m<sup>3</sup>/h] e dell'indice di affollamento i<sub>s</sub> [n. persone/m<sup>2</sup>].



Se è stata selezionata una destinazione d'uso residenziale (E.1) viene presentato il valore di **Ricambi orari (21)** [h<sup>-1</sup>] di default pari a:

- 0,5 h<sup>-1</sup>, nel caso di edifici o parti di edificio residenziali esistenti; in presenza di sistemi che garantiscano una riduzione delle infiltrazioni (ad es. serramenti a tenuta) è possibile modificare il dato proposto inserendo un valore comunque non inferiore a 0,3 h<sup>-1</sup>;
- 0,3 h<sup>-1</sup>, nel caso di edifici o parti di edificio residenziali nuovi.

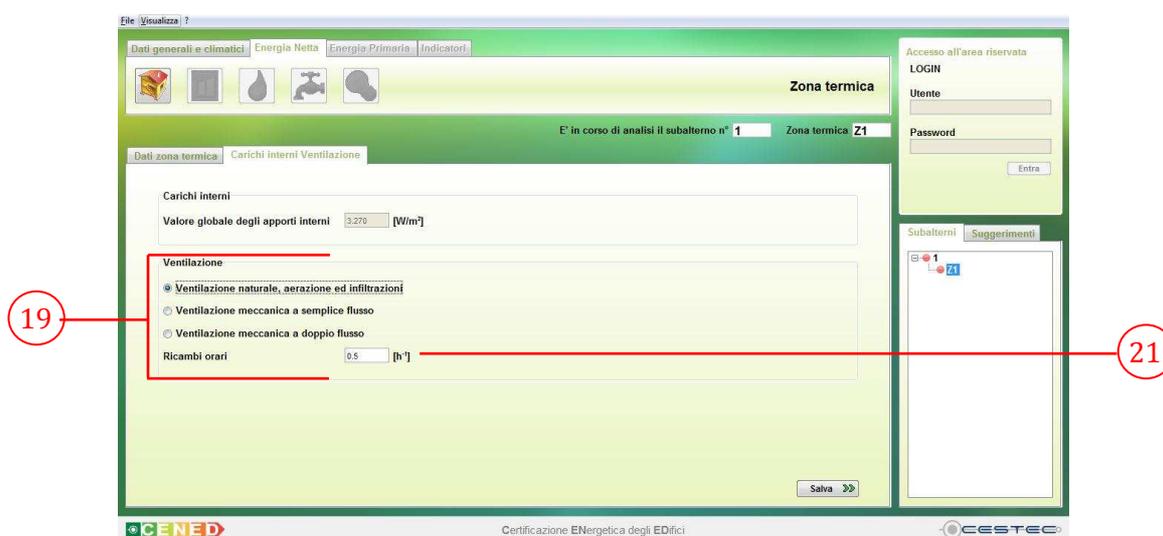


Figura 5.40: Modifica del dato Ricambi orari per destinazione d'uso non residenziale.

Se è stata selezionata una destinazione d'uso non residenziale il software provvederà a calcolare il valore di ricambi orari secondo la formula (30) del d.d.g. n. 5796 con l'applicazione del fattore 0,6 previsto dalla norma UNI TS 11300-1:2008 per tener conto del periodo di occupazione dei locali. Tale valore può essere modificato qualora il soggetto certificatore sia in possesso di un differente valore di progetto. In questo caso è sufficiente digitarne il valore nella casella relativa ai **Ricambi orari (21)**.

Il valore del numero di ricambi orari inserito, come riportato nel seguente Riquadro XI, non può comunque essere inferiore a quello desunto considerando le portate specifiche d'aria previste dalla UNI 10339:1995 a cui viene applicato, un fattore di 0,6, al fine di considerare la frequenza giornaliera di utilizzo degli ambienti interni.

#### Riquadro XI: Calcolo dei volumi di ventilazione

Per le destinazioni d'uso non residenziali e nel caso di residenziale con presenza di ventilazione meccanica, il dato di ricambi orari viene proposto di default dal software secondo il calcolo previsto dalla seguente formula (30) del d.d.g. n. 5796 con l'applicazione del fattore 0,6 previsto dalla norma UNI TS 11300-1:2008, per tener conto del periodo di occupazione dei locali.



$$n = \frac{(\dot{V}_{min} \cdot i_s \cdot A)}{V} \quad (5.6)$$

dove:

$n$  è il numero di ricambi d'aria medio giornaliero, determinato in funzione della destinazione d'uso e comprensivo delle infiltrazioni, [ $h^{-1}$ ];

$\dot{V}_{min}$  è la portata specifica d'aria esterna minima richiesta nel periodo di occupazione dei locali, [ $m^3/h$  persona];

$i_s$  è l'indice di affollamento, [persone/ $m^2$ ];

$A$  è la superficie utile di pavimento, [ $m^2$ ];

$V$  è il volume netto della zona climatizzata o a temperatura controllata considerata, [ $m^3$ ].

I valori di portata specifica d'aria esterna e di indice di affollamento variano a seconda della destinazione d'uso, secondo quanto riportato nella seguente tabella ricavata dalla UNI 10339:1995.

**Tabella 5.5: Portate d'aria specifica e indici di affollamento per destinazioni d'uso**

Categoria edifici	Destinazione d'uso	$i_s$	$\dot{V}_{min}$
E.1 (1); E.1 (2)	Edifici residenziali	0,04	39,6
E.1 (3)	Edifici adibiti ad albergo, pensioni ed attività similari	0,05	39,6
E.2	Edifici adibiti ad uffici ed assimilabili	0,12	39,6
E.3	Edifici adibiti ad ospedali, cliniche o case di cura ed assimilabili	0,08	39,6
E.4	Edifici adibiti ad attività ricreative, associative e di culto	1,00	28,8
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili	0,25	36,0
E.6	Edifici adibiti ad attività sportive	0,70	36,0
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili	0,50	21,6
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali ed assimilabili	0,25	36,0

Il valore di ricambi orari può essere modificato all'interno del software. Tale valore deve essere calcolato in modo da garantire che la portata d'aria di progetto non sia mai inferiore a quella minima calcolata secondo quanto riportato in Tabella 5.5 e tenendo conto dell'applicazione del fattore riduttivo pari a 0,6 ovvero:

$$\dot{V}_{des} \geq \dot{V}_{min} \cdot i_s \cdot A \quad (5.7)$$

dove:

$\dot{V}_{des}$  è la portata d'aria di progetto [ $h^{-1}$ ].

$\dot{V}_{min}$  è la portata specifica d'aria esterna minima richiesta nel periodo di occupazione dei locali, [ $m^3/h$  persona];

$i_s$  è l'indice di affollamento, [persone/ $m^2$ ];

$A$  è la superficie utile di pavimento, [ $m^2$ ];

### 5.1.2.2.2 Ventilazione meccanica a semplice flusso

Se è stato selezionato il radio button **Ventilazione meccanica a semplice flusso (22)**, viene richiesto di indicare la tipologia di ventilatore presente, mediante la scelta del relativo radio button. È possibile selezionare:

- **Ventilatore in estrazione o premente senza pre-riscaldamento (23);**



- **Ventilatore premente con pre-riscaldamento (24).**

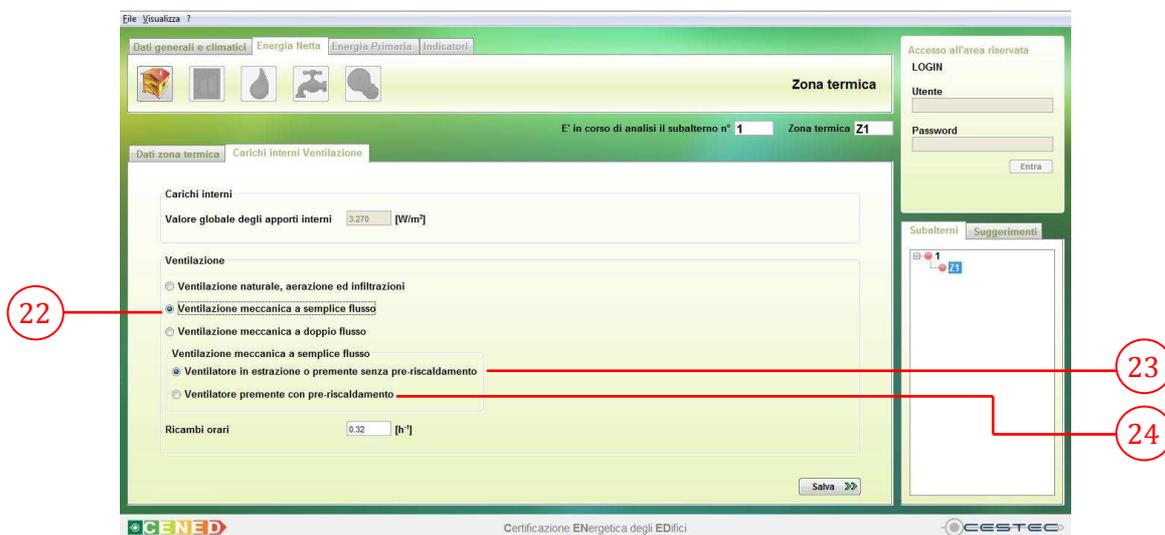


Figura 5.41: Ventilazione meccanica a semplice flusso.

Qualora l'immissione d'aria sia governata da un **Ventilatore premente con pre-riscaldamento (24)**, il software richiede di inserire nella casella **Temperatura d'immissione dell'aria di progetto (25)** il relativo valore di temperatura dell'aria immessa nell'ambiente da climatizzare nella stagione invernale.

Al fine dei presenti calcoli i sistemi di ventilazione non rappresentano sistemi di riscaldamento ad aria, ma sistemi esclusivamente dedicati all'immissione di aria esterna, con o senza recupero termico/entalpico, che eventualmente provvedono alla sua umidificazione con o senza post-riscaldamento affinché la temperatura di immissione in ambiente sia pari alla temperatura dell'ambiente stesso (§ E.9.5.1 del d.d.g. n. 5796).

Visto quanto sopra, il valore inserito nella casella **Temperatura d'immissione dell'aria di progetto (25)** potrà, al più, essere uguale a quello della temperatura ambiente prevista per la destinazione d'uso della zona termica in oggetto.

Successivamente selezionare dal menù a tendina **Alimentazione batteria (26)** tra le opzioni proposte:

- Acqua;
- **Energia elettrica.**



### Riquadro XII: La ventilazione meccanica a semplice flusso

La ventilazione meccanica a semplice flusso è un sistema impiantistico comunemente caratterizzato dalla presenza di:

- bocchette autoregolabili o igroregolabili per l'immissione dell'aria (queste ultime automaticamente in grado di variare la portata d'aria di immissione a seconda del tenore di umidità relativa interna);
- canali di aspirazione dell'aria;
- impianto di estrazione.

Di seguito in Figura 5.42 è mostrato un generico schema di funzionamento dell'impianto di ventilazione meccanica a semplice flusso.

L'impianto di estrazione contribuisce a porre in depressione l'ambiente confinato. L'aria di immissione viene introdotta all'interno dell'ambiente confinato tramite bocchette posizionate in corrispondenza dei serramenti o dei cassonetti (frecche azzurre).

L'aspirazione dell'aria avviene grazie all'impianto di estrazione e ai canali di aspirazione, in corrispondenza della cucina e dei bagni (frecche rosse). Le bocchette possono essere igroregolabili in maniera passiva, se dotate di opportuna membrana.

La circolazione dell'aria tra i locali avviene in corrispondenza dello spazio al di sotto delle porte o in corrispondenza di griglie di passaggio dell'aria (frecche arancioni). Nel primo caso è opportuna la regolazione delle fessure sotto porta in modo da offrire una sezione passante almeno pari a quella delle bocchette di aspirazione, ad esempio garantendo uno spessore di 0,5 - 1 cm.

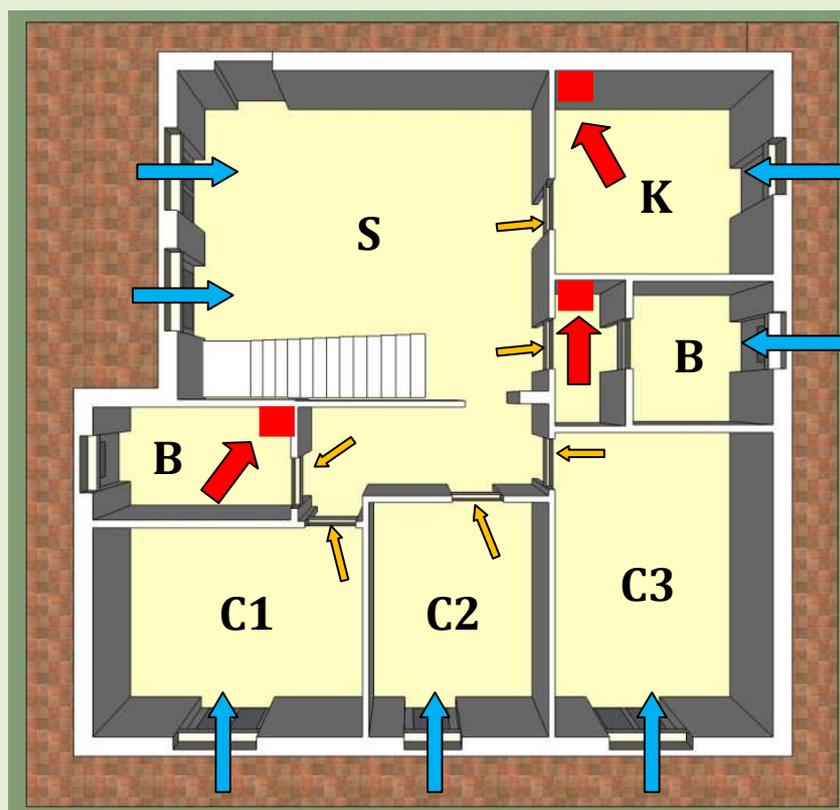
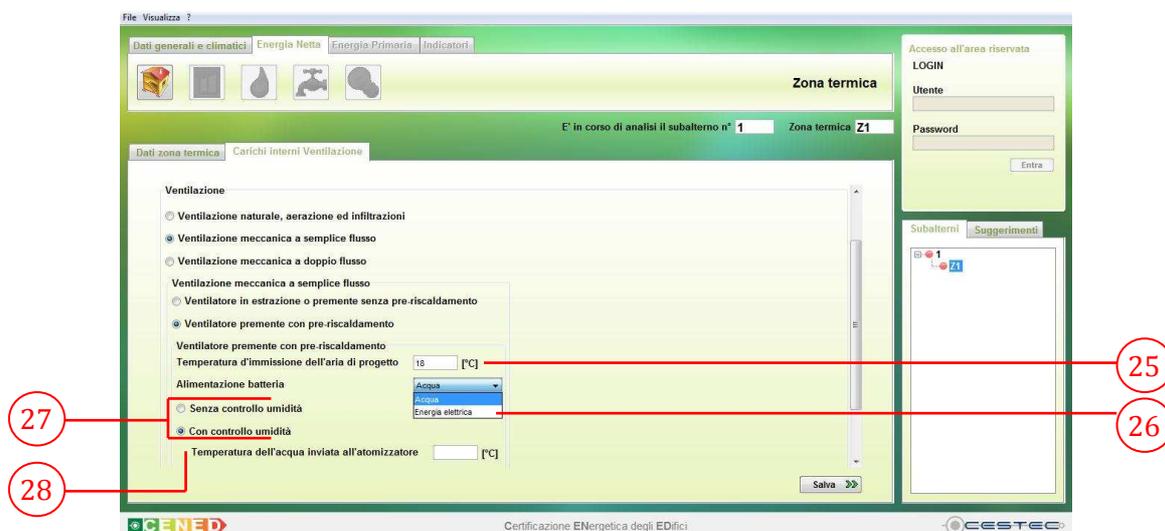


Figura 5.42: Funzionamento ventilazione meccanica a semplice flusso.



**Figura 5.43: Ventilazione meccanica a semplice flusso con ventilatore premente con pre-riscaldamento.**

#### Riquadro XIII: Batterie di scambio termico

Nel caso in cui l'immissione di aria proveniente dall'ambiente esterno sia garantita da una portata variabile/costante instaurata da un ventilatore meccanico (premente) è possibile agire sul controllo della temperatura di immissione dell'aria ponendo a valle dell'immissione una batteria di scambio termico. Tale sistema è costituito da uno o più corpi metallici alettati e con superficie di scambio elevata, in grado di fornire energia termica alla massa d'aria di immissione che li attraversa.

La batteria di scambio termico, nel periodo invernale, si trova a una temperatura superiore a quella dell'aria esterna in modo da cedere calore per effettuare il pre-riscaldamento dell'aria di immissione.

La batteria di scambio termico può essere alimentata tramite energia elettrica (resistenza elettrica) oppure tramite un fluido termovettore, tipicamente acqua. L'efficienza dei sistemi dipende dalle caratteristiche geometriche e fisiche dei componenti utilizzati, mentre l'utilizzo alternativo delle due fonti energetiche contribuisce in modo differente al fabbisogno energetico globale di energia primaria dell'edificio.

È, inoltre, necessario scegliere uno dei due radio button (27):

- **Senza controllo umidità;**
- **Con controllo umidità.**

Nel caso in cui venga effettuato il controllo dell'umidità è necessario inserire il valore della **Temperatura dell'acqua inviata all'atomizzatore** (28). Questo valore è tipicamente pari alla temperatura dell'acqua di falda, se questa non è portata a temperatura differente con altro sistema (es. umidificatori a vapore).



#### Riquadro XIV: Il controllo dell'umidità e l'atomizzatore

*Il controllo dell'umidità relativa all'interno dell'ambiente confinato risulta essere di primaria importanza per garantire il comfort igrotermico all'interno dell'ambiente confinato.*

*L'umidità relativa presente all'interno dell'ambiente influisce:*

- *se elevata, sulla percezione della temperatura dell'aria all'interno dell'ambiente incidendo sulla possibilità di scambio termico per evapotraspirazione tra l'epidermide degli utenti e il volume d'aria che li circonda;*
- *se ridotta, sulla regolazione dei meccanismi di gestione del corpo umano, causando secchezza della pelle, delle mucose nasali e della bocca e infiammazione delle vie aeree superiori.*

*I valori ottimali di umidità relativa dell'aria sono compresi tra il 40 e il 60%.*

*L'atomizzatore, posizionato a valle della batteria di pre-riscaldamento, permette di immettere aria con adeguati valori di umidità relativa.*

*L'aria pre-trattata e pre-riscaldata dalle batterie di pre-riscaldamento potrebbe, infatti, prevedere tenori di umidità relativa troppo ridotti, soprattutto se l'aria esterna è particolarmente fredda e quindi con un basso contenuto di umidità assoluta.*

*Il più comune apparato di umidificazione è costituito da un circuito di acqua, adeguatamente trattata con un addolcitore, che viene posto in pressione e collegato ad una serie di ugelli che permettono la fuoriuscita di liquido nebulizzato, tipicamente a valle della batteria di pre-riscaldamento. Il controllo della quantità d'acqua da nebulizzare viene stabilito a seconda dei valori di umidità relativa dell'aria esterna ed interna.*

*Nel campo **Temperatura dell'acqua inviata all'atomizzatore** (28) viene richiesta la temperatura del fluido inviata all'atomizzatore per determinare, in funzione della temperatura dell'aria esterna e dell'efficienza della batteria di pre-riscaldamento, quale sarà la temperatura e l'umidità dell'aria dopo il processo di umidificazione.*

*Conoscendo le temperature e i volumi di ventilazione sarà possibile, infatti, conoscere il bilancio di energia latente della zona termica.*

Il dato di **Ricambi orari** (21) viene proposto di default dal software in funzione della destinazione d'uso, secondo il calcolo previsto dalla formula (30) del d.d.g. n. 5796 con l'applicazione del fattore 0,6 previsto dalla norma UNI TS 11300-1:2008 per tener conto del periodo di occupazione dei locali. Tale valore può essere modificato qualora il soggetto certificatore sia in possesso di un differente valore di progetto. In questo caso è sufficiente digitarne il valore nella casella relativa ai **Ricambi orari** (21).

Il valore del numero di ricambi orari inserito, come riportato nel Riquadro XI, non può comunque essere inferiore a quello desunto considerando le portate specifiche d'aria previste dalla UNI 10339:1995 a cui viene applicato, un fattore di 0,6, al fine di considerare la frequenza giornaliera di utilizzo degli ambienti interni.

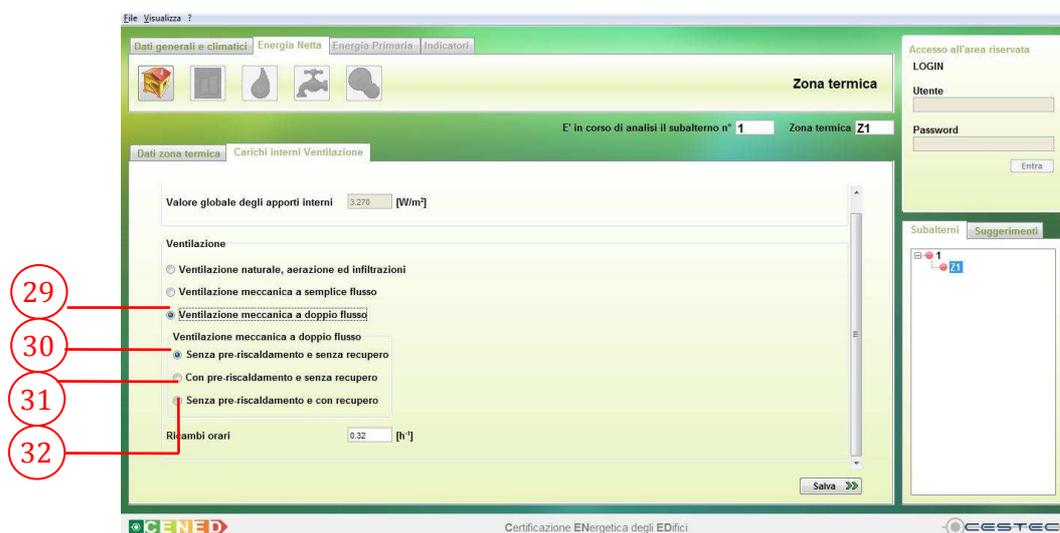
#### 5.1.2.2.3 Ventilazione meccanica a doppio flusso

Se è stata selezionata **Ventilazione meccanica a doppio flusso** (29), viene richiesto di indicare la tipologia di ventilazione presente, mediante la scelta del relativo radio button. È possibile selezionare una tra le seguenti opzioni:

- **Senza pre-riscaldamento e senza recupero** (30);
- **Con pre-riscaldamento e senza recupero** (31);
- **Senza pre-riscaldamento e con recupero** (32).



Nel caso di scelta dell'opzione **Senza pre-riscaldamento e senza recupero** (30), non è necessario selezionare ulteriori opzioni. Rimane comunque da inserire il numero di **Ricambi orari** (21), in funzione della destinazione d'uso.



**Figura 5.44: Ventilazione meccanica a doppio flusso, Senza pre-riscaldamento e preraffreddamento e senza recupero.**

Se è stata selezionata l'opzione **Con pre-riscaldamento e senza recupero** (31) viene, inoltre, richiesto di inserire nella casella **Temperatura d'immissione dell'aria di progetto** (33) il relativo valore di temperatura dell'aria immessa nell'ambiente da climatizzare nella stagione invernale e di selezionare dal menù a tendina **Alimentazione batteria** (34) una tra le opzioni proposte:

- **Acqua;**
- **Energia elettrica.**

È, inoltre, necessario scegliere tra uno dei due radio button (35) presenti:

- **Senza controllo umidità;**
- **Con controllo umidità.**

Per la compilazione di tutti questi campi valgono le considerazioni già presentate in sede di ventilazione meccanica a semplice flusso. Nel caso di scelta dell'opzione "con controllo umidità" è necessario inserire la **Temperatura dell'acqua inviata all'atomizzatore** (36).



### Riquadro XV: La ventilazione meccanica a doppio flusso

La ventilazione meccanica a doppio flusso è un sistema impiantistico comunemente caratterizzato dalla presenza di:

- bocchette di immissione dell'aria e canali di immissione dell'aria;
- bocchette di estrazione dell'aria e canali di estrazione dell'aria;
- apparato di filtrazione;
- girante/ventola di immissione;
- girante/ventola di estrazione;
- eventuale recuperatore di calore.

Di seguito in Figura 5.45 è mostrato un generico schema di funzionamento dell'impianto di ventilazione meccanica a doppio flusso.

L'impianto di estrazione contribuisce a porre in depressione l'ambiente confinato. L'aria di immissione viene introdotta all'interno dell'ambiente confinato tramite bocchette di immissione, in grado di fornire i volumi di ventilazione secondo progetto (frecche azzurre).

L'aspirazione dell'aria avviene grazie all'impianto di estrazione e ai canali di aspirazione, in corrispondenza dei bagni e delle cucine o in ogni stanza (frecche rosse).

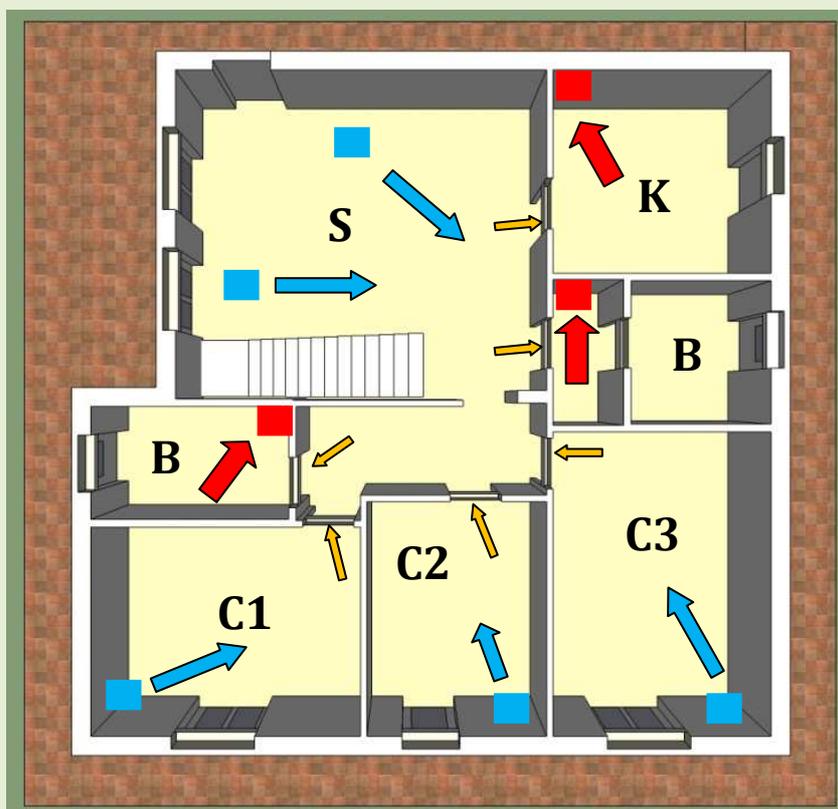
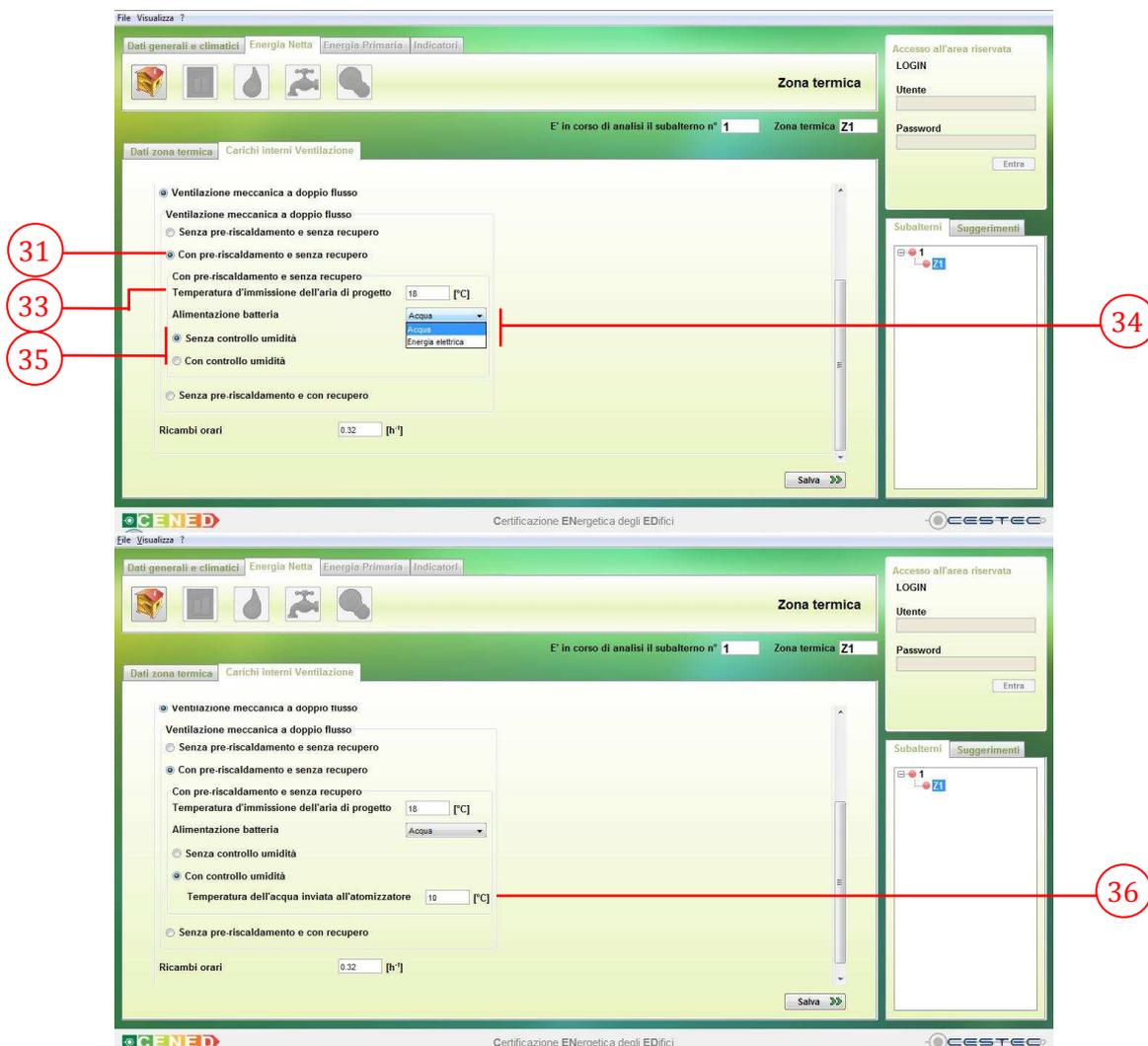


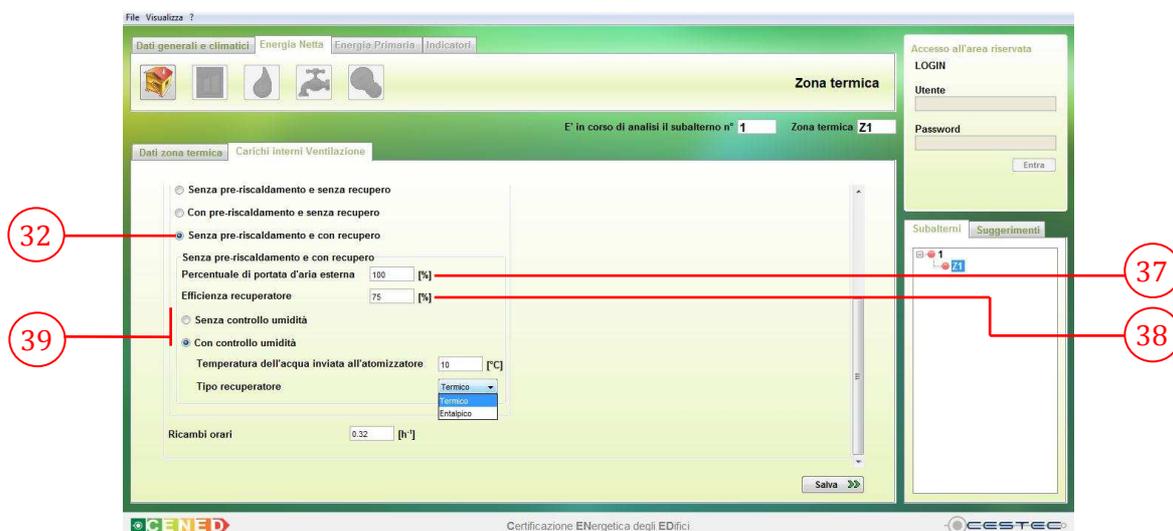
Figura 5.45: Funzionamento ventilazione meccanica a doppio flusso.



**Figura 5.46: Ventilazione meccanica a doppio flusso,  
Con pre-riscaldamento e senza recupero.**

Se è stata selezionata l'opzione **Senza pre-riscaldamento e con recupero** (32) viene richiesto di inserire nella casella **Percentuale di portata d'aria esterna** (37) la percentuale di portata d'aria esterna che passa attraverso il recuperatore di calore.

Successivamente, è necessario digitare nella casella **Efficienza recuperatore** (38) la quota parte di calore recuperato dal macchinario sul calore totale presente nell'aria trattata. Questo dato è tipicamente desumibile dalla scheda tecnica del recuperatore di calore.



**Figura 5.47: Ventilazione meccanica a doppio flusso, Senza pre-riscaldamento e con recupero.**

#### Riquadro XVIII: Recuperatore di calore

L'aria prelevata dalle bocchette di estrazione e proveniente dall'ambiente riscaldato, prima di essere espulsa nell'ambiente esterno viene fatta circolare all'interno di uno scambiatore di calore. Tale massa d'aria, con temperatura equivalente a quella dell'aria interna, cede calore all'aria di immissione prelevata dall'ambiente esterno e la pre-riscalda.

A seconda della geometria e della tipologia di scambiatore di calore è possibile garantire efficienze di scambio termico comprese tra il 55 e il 90%.

La tipologia di scambiatore più comune è quella presentata nella Figura 5.48 in cui si mostra uno scambiatore di calore a flussi incrociati. Le due masse d'aria non entreranno tra loro fisicamente in contatto ma, attraversando canalizzazioni appositamente studiate e ad elevata superficie di scambio, saranno in grado di cedere o assorbire energia termica con una certa efficienza.

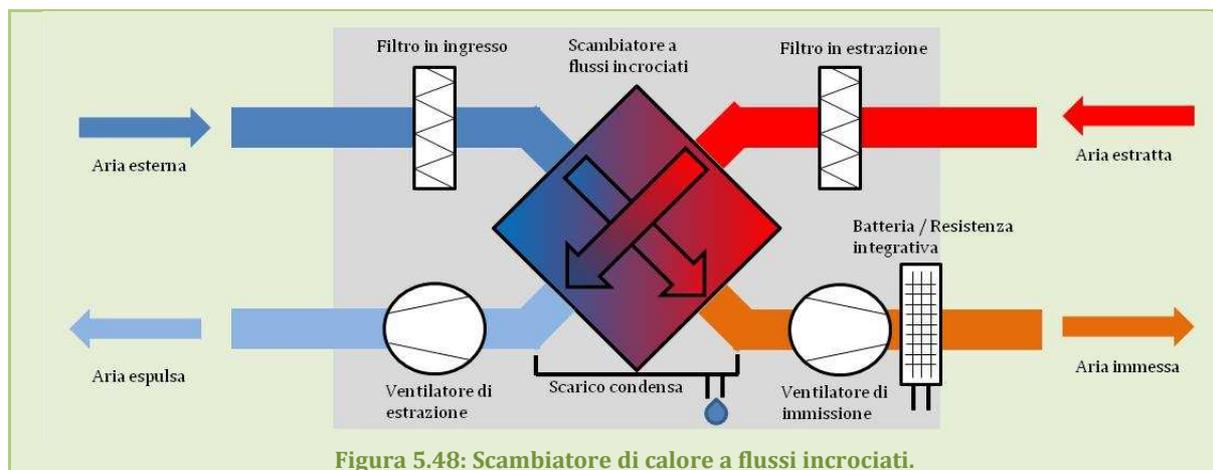
Il processo di pre-riscaldamento avvenendo per cessione di calore non richiede consumo energetico aggiuntivo, ad eccezione dell'incremento di consumo di energia elettrica al ventilatore, dovuto alla perdita di carico aeraulica imposta dal recuperatore stesso.

All'interno del componente di impianto sono normalmente presenti sistemi di filtrazione per migliorare la qualità dell'aria in ingresso e in uscita.

Le tipologie di recuperatore di calore sono:

- recuperatore a flusso incrociato, singolo o doppio;
- recuperatore a flussi inversi, piano o incanalato;
- recuperatore rotativo termico, senza scambio di massa;
- recuperatore rotativo entalpico, con scambio di massa (umidità dell'aria);
- recuperatore a batteria con pompa;
- recuperatore a batteria a circolazione naturale;
- recuperatore a pompa di calore;
- recupero di calore ottenuto tramite ricircolo parziale dell'aria estratta, con scambio di massa.

La possibilità di recupero del calore latente, oltre a quello sensibile, è offerta da recuperatori rotativi entalpici, dotati di materiale igroscopico sulla loro superficie, oppure è ottenuta tramite ricircolo dell'aria. Nel primo caso il passaggio di inquinanti tra il flusso in estrazione e quello in immissione è nullo o molto limitato. Nel secondo caso si ha, invece, un consistente passaggio di inquinanti tra i due flussi, e quindi la loro concentrazione è da valutare opportunamente di volta in volta.



È, inoltre, necessario scegliere tra uno dei due radio button (39) presenti:

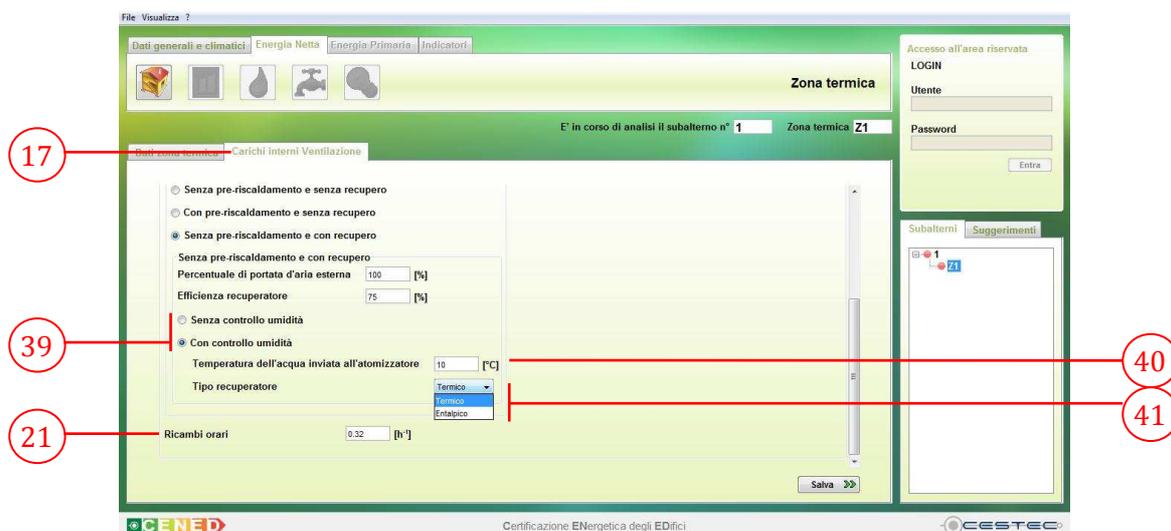
- **Senza controllo umidità;**
- **Con controllo umidità.**

Nel primo caso non è necessario inserire altri dati, mentre nel caso in cui venga effettuato il controllo dell'umidità è necessario inserire il valore della **Temperatura dell'acqua inviata all'atomizzatore** (40). Questo valore è tipicamente pari alla temperatura dell'acqua di falda, se questa non è portata a temperatura differente con altro sistema (es. umidificatori a vapore). Inoltre è necessario definire se il **Tipo recuperatore** (41), nel caso di controllo dell'umidità, sia:

- **Termico;**
- **Entalpico.**

Nel primo caso non vi è scambio di massa tra il flusso in ingresso e in uscita, quindi non vi è passaggio di umidità tra i due flussi (recupero di solo calore sensibile), mentre nel secondo caso ha luogo, oltre allo scambio termico, anche uno scambio di umidità tra i due flussi (recupero di calore sensibile e latente).

Completa la definizione dei **Carichi interni / Ventilazione** (17) l'inserimento del valore di **Ricambi orari** (21), come precedentemente descritto nel capitolo 5.1.2.2.1 e nel Riquadro XI.



**Figura 5.49: Ventilazione meccanica a doppio flusso, Senza pre-riscaldamento e preraffreddamento e con recupero, ricambi orari.**

Il dato di **Ricambi orari** (21) viene proposto di default dal software in funzione della destinazione d'uso, secondo il calcolo previsto dalla formula (30) del d.d.g. n. 5796 con l'applicazione del fattore 0,6 previsto dalla norma UNI TS 11300-1:2008 per tener conto del periodo di occupazione dei locali. Tale valore può essere modificato qualora il soggetto certificatore sia in possesso di un differente valore di progetto. In questo caso è sufficiente digitarne il valore nella casella relativa ai **Ricambi orari** (21).

Il valore del numero di ricambi orari inserito, come riportato nel Riquadro XI, non può comunque essere inferiore a quello desunto considerando le portate specifiche d'aria previste dalla UNI 10339:1995 a cui viene applicato, un fattore di 0,6, al fine di considerare la frequenza giornaliera di utilizzo degli ambienti interni.