



# CORSO TECNICO-PRATICO CALCOLO PRESTAZIONE ENERGETICA

Giovedì 6 Ottobre 2016  
Ing. Sonia Subazzoli



## Programma della giornata

1

**PRESENTAZIONE DEL SW TERMO E DEL CASO DI STUDIO**  
Presentazione del Software Termo e dell'edificio oggetto del calcolo

2

**MATERIALI, STRUTTURE, TRASMITTANZA E PONTI TERMICI**  
Importazione e creazione di materiali e strutture trasparenti ed opache, calcolo e analisi del comportamento estivo e invernale, calcolo dettagliato della trasmittanza termica e inserimento dei Ponti Termici

3

**LAYOUT E CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO DELL'INVOLUCRO EDILIZIO**  
Inserimento dei dati geometrici di un edificio di esempio attraverso il layout grafico e calcolo dei fabbisogni energetici invernale ed estivo



# CASO DI STUDIO

## Edificio oggetto dell'esercitazione



EDIFICIO DI NUOVA COSTRUZIONE

nome, indirizzo e CF della proprietà dell'edificio **EDEN COSTRUZIONI SpA C.F 01010101888**

indirizzo dell'immobile e dati catastali **MONTEGRIDOLFO (RN)**

anno di costruzione **2008**

destinazione d'uso **RESIDENZIALE**

tipologia edilizia **VEDI MATERIALE ALLEGATO**

struttura portante **CA**

strutture opache orizzontali e verticali **VEDI MATERIALE ALLEGATO**

finestre: tipo vetri tipo telaio **VETRI BASSO EMISSIVI 4/12/4 CON ARGON, TELAIO LEGNO (VEDI MATERIALE ALLEGATO MODELLO CLIMAPLUS ULTRA N ARCADIA) DI SPESSORE MEDIO 10 cm**

tipo generatore calore **IMPIANTO CENTRALIZZATO CON CONTABILIZZATORE PER SINGOLA UNITA' (CALDAIA DA MATERIALE ALLEGATO)**

anno di installazione generatore calore **2008**

tipo combustibile e potenza generatore **METANO**

tipo distribuzione **ORIZZONTALE**

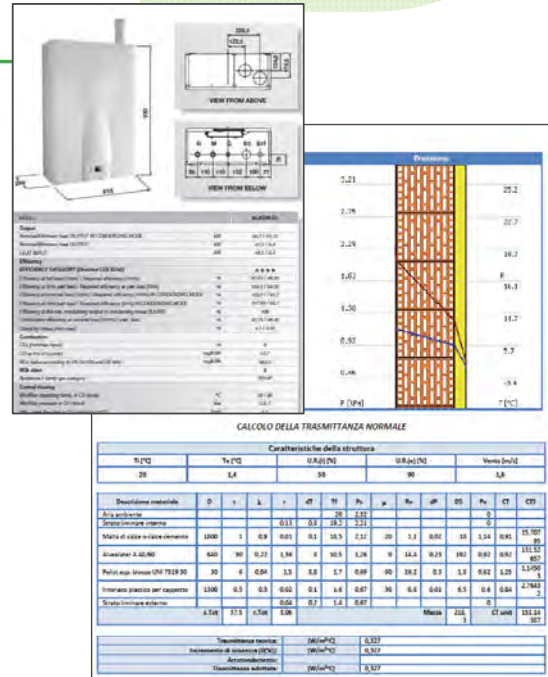
tipo terminali **PANNELLI RADIANTI ISOLATI A PAVIMENTO**

tipo regolazione **PER SINGOLO AMBIENTE**

produzione **ACS SISTEMA COMBINATO RISCALDAMENTO + ACS**

eventuali sistemi di automazione e fonti rinnovabili **NESSUNO**

eventuali locali o zone non scaldate **VANO SCALA, GARAGE, SOTTOTETTO**



Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

5/46

# CASO DI STUDIO

## Individuazione del sistema edificio-impianto

UNI TS 11300-1

DGR 1275/15

ALLEGATO A, Art. 1 comma 7



7. L'attestato di prestazione energetica si riferisce ad una singola unità immobiliare. E' tuttavia ammessa la produzione di un singolo attestato riferito ad una pluralità di unità immobiliari, nel rispetto delle relative metodologie indicate nell'Allegato A-3, a condizione che esse abbiano la medesima destinazione d'uso, la medesima situazione al contorno, il medesimo orientamento e la medesima geometria e siano servite, qualora presente, dal medesimo impianto termico destinato alla climatizzazione invernale e, qualora presente, dal medesimo sistema di climatizzazione estiva.

Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

6/46

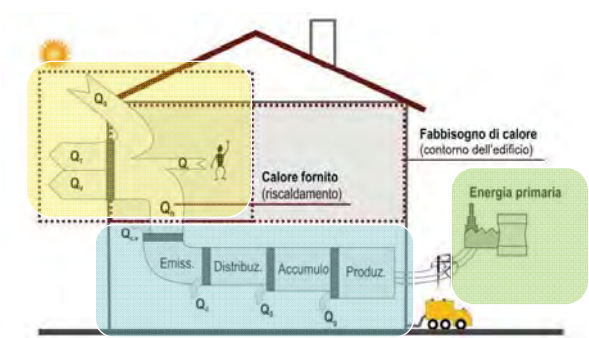
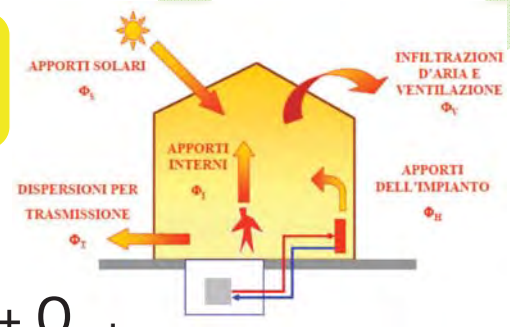


# CALCOLO DELLA PRESTAZIONE INVERNALE

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn}$$

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$$

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$$



$$Q_{p,H} = Q_{H,nd} / \eta_H$$

## DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

### Metodologie e metodi di calcolo della prestazione energetica

#### PROCEDURE

- 1) Procedura di calcolo di progetto o di calcolo standardizzato
- 2) Procedura di calcolo da rilievo sull'edificio
  - a) mediante procedure di rilievo, supportate anche da indagini strumentali, sull'edificio e/o sui dispositivi impiantistici effettuate secondo le normative di riferimento
  - b) per analogia costruttiva con altri edifici e sistemi impiantistici coevi integrata da banche dati o abachi nazionali, regionali o locali

#### METODI DI CALCOLO

- 1) Metodo di calcolo di progetto
  - 2) Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio
    - a) Rilievo in sito (metodo analitico e per analogia costruttiva)
    - b) Metodo semplificato
- UNI/TS 11300**
- nuovo DOCET**

# METODI DI CALCOLO

## Metodi di calcolo da rilievo sull'edificio

DGR 1275/15  
ALLEGATO A-3

### 4.2 a) rilievo in sito (metodo analitico e per analogia costruttiva)

Con riferimento al metodo di calcolo degli indici di prestazione energetica, alle norme tecniche specifiche e alle relative semplificazioni ivi previste per gli edifici esistenti (a tal fine, le predette norme prevedono infatti, per gli edifici esistenti, modalità di determinazione dei dati descrittivi dell'edificio e degli impianti sotto forma di abachi e tabelle in relazione, ad esempio, alle tipologie e all'anno di costruzione) previa **verifica della loro congruenza con le reali caratteristiche dell'edificio** oggetto di valutazione energetica da realizzarsi mediante **rilievo in situ**, eventualmente con l'ausilio di adeguate strumentazioni.

Gli strumenti di calcolo applicativi dei metodi di calcolo sopra indicati (**software commerciali**) devono garantire che i valori degli indici di prestazione energetica, calcolati attraverso il loro utilizzo, abbiano uno **scostamento massimo di più o meno il 5%** rispetto ai corrispondenti parametri determinati con l'applicazione dei pertinenti riferimenti nazionali.

La garanzia del rispetto dei suddetti scostamenti massimi per gli strumenti di calcolo e i software commerciali è fornita, previa verifica, attraverso una **dichiarazione resa dal CTI**.

## METODI DI CALCOLO - SOFTWARE VALIDATI

Elenco software validati sul sito  
[www.cti2000.it](http://www.cti2000.it)

Produttore	Denominazione	Metodo semplificato	Protocollo	Versione protocollata	Certificato	Versione certificata	Note
Blumatica S.r.l.	Blumatica Energy	No	n. 69 (29/08 /2016)	6.2.0.0	-	-	-
Logical Soft S.r.l.	Termolog EpiX	No	n. 70 (29/08 /2016)	7 rel. 2016.11	-	-	-
Namirial S.p.A.	Namirial Termo	No	n. 71 (29/08 /2016)	4.0.0.300	-	-	-
Ape Software S.p.A.	TermiX	No	n. 72 (29/08 /2016)	4.0.0.0	-	-	-
Analist Group S.r.l.	TermiPlan	No	n. 73 (29/08 /2016)	2017 - 6.0	-	-	-
Itasoft Group S.r.l.	Termiko One	No	n. 74 (29/08 /2016)	2.0	-	-	-
Cype Ingenieros S.A.	Cypetherm C.E.	No	n. 75 (29/08 /2016)	2017.a	-	-	-
Geo Network S.r.l.	Euclide Certificazione Energetica	No	n. 76 (29/08 /2016)	8.01	-	-	-
Mc4 Software Italia S.r.l.	Mc4 Suite	No	n. 77 (29/08 /2016)	2017 rel.1.	-	-	-
Topoprogram & Service di Giuseppe Mangione & C. sas	Energetika 2000	No	n. 78 (29/08 /2016)	14.00	-	-	-
Edilclima S.r.l.	EC 700 calcolo prestazioni energetiche degli edifici	No	n. 79 (01/07 /2016)	7.0.0	-	-	-
Watts Industries Italia S.r.l.	Stima10/IFM	No	n. 80 (01/07 /2016)	10.0	-	-	-
Mc4 Software Italia S.r.l.	www.ape-online.it	No	n. 81 (01/07 /2016)	3.0	-	-	-
Aermec S.p.A.	Masterclima MC 11300	No	n. 82 (05/07 /2016)	3.00	-	-	-
ENEA e ITC-CNR	DOCET	SI	n. 83 (14/07 /2016)	3.16.06.47	-	-	-
ing. S. Daniele Alberti e ing. Antonio Mazzon	Lex10 Professional	No	n. 84 (19/07 /2016)	8.00.0010	-	-	-
Tep s.r.l.	Leto	No	n. 85 (19/07 /2016)	4.0.0.4	-	-	-



# IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

## Gli applicativi informatici



**APPROFITTA DELLE OFFERTE!!**

**NUOVO**

**TERMO4**

**AGGIORNATO**  
UNI/TS 11300:2016  
E UNI 10349:2016



## Certificazione energetica - Legge 10

Termo è il software più completo e intuitivo per la **certificazione energetica degli edifici** e la **Legge 10**.

Sviluppato in collaborazione con il Dipartimento di Energetica dell'Università Politecnica delle Marche, risolve le esigenze dell'utente in termini di massima versatilità, precisione e semplicità d'uso grazie anche alla **doppia modalità di inserimento dati**, sia in **tabellare** sia mediante un intuitivo **CAD** interno che permette l'inserimento dei dati con l'ausilio di disegni in formato dxf / dwg / bitmap / jpeg...ecc.

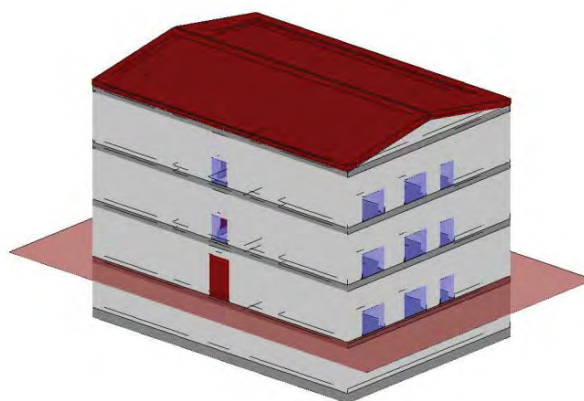
Il programma è aggiornato alle **UNI/TS 11300:2014 parti 1 e 2**, alla UNI/TS 11300 parte 3 e alle **UNI/TS 11300**: prestazioni energetiche di climatizzazione invernale, produzione di acqua calda sanitaria e riscaldamento.

<http://www.microsoftsoftware.it/certificazione-energetica.asp>

# IL SOFTWARE TERMO

**DATI GENERALI**

- Pratica energetica
  - Dati generali
    - Informazioni generali
    - Dati climatici
    - Metodo di calcolo
    - Caratteristiche edificio
  - Strutture
    - Pareti
      - Muratura mp + cappotto 40 cm
      - Muratura per p.t. P1 - es01
      - Pilastro per p.t.P1 - es01
      - Muratura forati 30cm - es02
      - Pilastro 30 cm - es02
    - Solai
    - Vetrate
      - Vetro doppio 4-12-4
    - Ponti termici
    - Porte
    - Finestre
      - Finestra prova
  - Centrali termiche
    - Centrali termiche
      - Centrale termica pompa calore
    - Edifici
      - Zone termiche non calcolate
  - Layout
  - Calcolo edificio
    - Subalbero
    - Calcolo





# IL SOFTWARE TERMO

**DATI GENERALI**

Normativa di calcolo / verifica  
 Data di applicazione verifiche: 05/10/2015  
 Normativa: Emilia Romagna - D.G.R. 967/2015 - UNI/TS 11300

Tipo di intervento  
 Involucro: Edificio di nuova costruzione  
 Impianto: Nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici in edifici esistenti

Metodo di calcolo  
 Scambi terreno: Analitico - UNI EN ISO 13370  
 Capacità termica: Analitico - UNI EN ISO 13786  
 Carichi estivi: Nessuno

Modalità di inserimento dati: Inserimento dati tramite CAD  
 Usa livello medio del terreno

Modalità di input superfici disperdenti: Superficie interne al netto dei divisori interni

Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

13/46

# IL SOFTWARE TERMO

**DATI LOCALITÀ**

Dati mensili

Comune: Montegrolfo  
 Provincia: RN | Codice ISTAT: 099009 | Codice catastale: F523  
 Emilia-Romagna  
 290 m | Latitudine: 43°51'33",12 | Longitudine: 12°41'27",24  
 Gradi giorno: 2'526 °C | Zona climatica: E  
 Zona di vento: 1

Temperatura esterna di progetto  
 Invernale: -6,0 °C | Umidità relativa interna Invernale: 65,0 %  
 Estiva: 29,1 °C | Estiva: 0,0 %

Zona geografica: Italia Settentrionale Cispadana  
 Province di riferimento: Pesaro e Urbino | Rimini

Giorni di riscaldamento: 183  
 1,9 m/s | Conduttività terreno: 2,0 W/mK  
 Sito riparato (centro città)  
 297,5 W/m²

Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

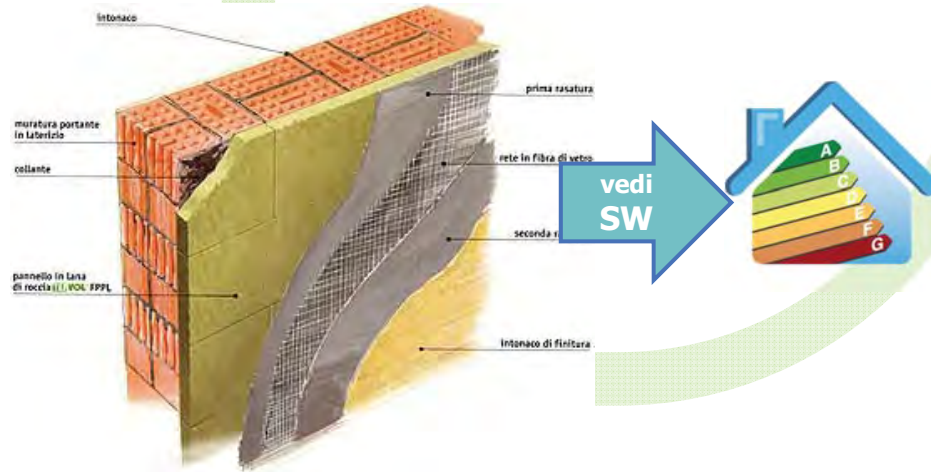
14/46



# CORSO sulla Certificazione Energetica

## MATERIALI, STRUTTURE, TRASMITTANZA E PONTI TERMICI

Importazione e creazione di materiali e strutture trasparenti ed opache, calcolo e analisi del comportamento estivo e invernale, calcolo dettagliato della trasmittanza termica e inserimento dei Ponti Termici



## BILANCIO: TRASMISSIONE

### Coefficiente globale di scambio termico per trasmissione

UNI TS 11300-1 11.1

$$H_{tr,adj} = b_{tr,x} [ \sum_i (A_{L,i} \cdot U_i) + \sum_k l_k \cdot \Psi_k + \sum_j \chi_j ]$$

- $H_{tr,adj}$ : coefficiente globale di scambio termico per trasmissione [W/K]
- $b_{tr,x}$ : fattore di correzione [-]
- $A_{L,i}$ : area lorda di ciascun componente, i, termicamente uniforme, che separa l'ambiente climatizzato dall'ambiente esterno [m<sup>2</sup>]
- $U_i$ : trasmittanza termica di ciascun componente, i, termicamente uniforme, che separa l'ambiente climatizzato dall'ambiente esterno [W/(m<sup>2</sup> K)]
- $l_k$ : lunghezza del ponte termico lineare [m]
- $\Psi_k$ : trasmittanza termica lineare del ponte termico [W/mK]
- $\chi_j$ : trasmittanza termica puntuale del ponte termico [W/K]



# CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

**Pratica energetica**

**Tipologia:** Parete esterna

Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	R [m²K/W]	s [cm]
Resistenza superficiale interna	0.130	
Intonaco di calce e gesso	0.014	1.0
Mattoni pieni (1800 kg/m³)	0.389	28.0
Poliuretano in lastre ricavate da blocchi (25 kg/m³)	2.941	10.0
Malta di calce o di calce e cemento	0.011	1.0
Resistenza superficiale esterna	0.040	
<b>Totale:</b>	<b>3.525</b>	<b>40.0</b>

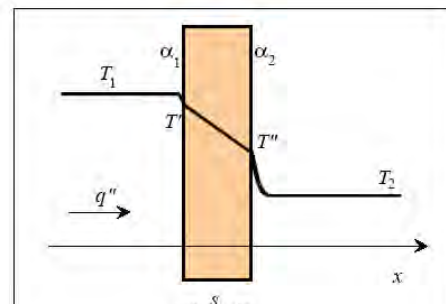
**Valori calcolati**

- U calcolata: 0.284 W/m²K
- U adottata: 0.284 W/m²K
- Massa superficiale: 506.50 kg/m²
- Trasmissione periodica: 0.020 W/m²K
- Sfasamento: 12.79 h
- Smorzamento: 0.069
- Capacità termica interna: 62.911
- Massa superficiale verificata: 230.00 kg/m²

# CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

$$H_D = \sum_i A_i \cdot U_i + \sum_k I_k \cdot \Psi_k$$

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \sum_{\alpha_j} \frac{s_j}{\lambda_j} + \frac{1}{\alpha_e}}$$



- $\alpha_i$  adduttanza sulla superficie interna della struttura (coefficiente che considera gli effetti dello scambio termico per convezione e per irraggiamento) [W/(m² K)]
- $\alpha_e$  adduttanza sulla superficie esterna della struttura (coefficiente che considera gli effetti dello scambio termico per convezione e per irraggiamento) [W/(m² K)]
- $s_j$  spessore di ogni strato componente la struttura opaca [m]
- $\lambda_j$  conduttività di ogni strato componente la struttura opaca [W/(m K)]

# CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

## La conducibilità termica $\lambda$ di un materiale



Archivio materiali

HOME

Archivio base  
Archivio utente  
Documento corrente

Selettore archivio

Materiali

- Calcestruzzo (2400 kg/m<sup>3</sup>)
- Calcestruzzo in genere (1800 kg/m<sup>3</sup>)
- Intonaco di calce e gesso
- Malta di calce o di calce e cemento
- Mattoni forati (1200 kg/m<sup>3</sup>)
- Mattoni pieni (1800 kg/m<sup>3</sup>)
- Poliuretano in lastre ricavate da blocchi (25 kg/m<sup>3</sup>)

Modifica

Conducibilità

Conducibilità: 0,034 W/mK

Conduzzanza: W/m<sup>2</sup>K

Spessore: cm

Densità: 25 kg/m<sup>3</sup>

Fattore di resistenza al vapore: 130

Calore specifico: 1'300 J/kgK

Tipologia materiale: Generico

Scheda tecnica

Operazioni

Esandi intero albero  
Riduci intero albero

Trova

Controllo ortografico  
Ortografia

# CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

## La conducibilità termica $\lambda$ di un materiale



### Pannelli isolanti in poliuretano espanso rigido - PIR

#### Polythän 023

Pannello rigido in schiuma poliuretanic Knauf Insulation rivestito su entrambi i lati con rivestimento multistrato di carta metallizzata.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità	36 ± 1,5	kg/m <sup>3</sup>	EN 13165
Dimensioni dei pannelli	600 x 1200 mm		
Spessori disponibili	20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 120 mm		
Conducibilità termica dichiarata $\lambda_D$	0,023	W/mK	EN 13165
Resistenza termica dichiarata $R_D$			
Spessore (mm) 20	0,85	m <sup>2</sup> KW	EN 13165
Spessore (mm) 30	1,30		
Spessore (mm) 40	1,70		
Spessore (mm) 50	2,15		
Spessore (mm) 60	2,60		
Spessore (mm) 70	3,00		
Spessore (mm) 80	3,45		
Spessore (mm) 90	3,90		
Spessore (mm) 100	4,35		
Spessore (mm) 120	5,20		



# CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

## La Norma UNI TR 11552 – i nuovi abachi

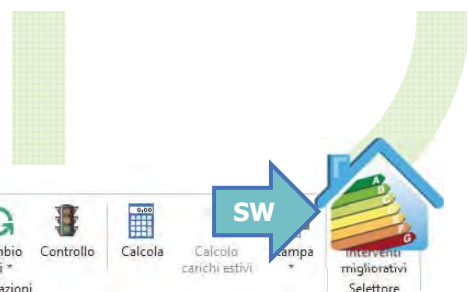


prospetto 2 **Trasmittanza termica di chiusure verticali opache [W/(m<sup>2</sup> K)]<sup>a) b)</sup>**

Spessore [m]	Muratura di pietrame intonacata	Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce	Muratura di mattoni semipieni o tufo	Pannello prefabbricato in calcestruzzo non isolato	Parete a cassa vuota con mattoni forati <sup>c)</sup>
0,15	-	2,59	2,19	3,59	-
0,20	-	2,58	1,96	3,28	-
0,25	-	2,01	1,76	3,02	1,20
0,30	2,99	1,77	1,57	2,80	1,15
0,35	2,76	1,56	1,41	2,61	1,10
0,40	2,57	1,39	1,26	2,44	1,10
0,45	2,40	1,25	1,14	-	1,10
0,50	2,25	1,14	1,04	-	1,10
0,55	2,11	1,07	0,96	-	-
0,60	2,00	1,04	0,90	-	-

a) I sottofinestra e i cassonetti degli avvolgibili devono essere computati come strutture a parte.  
 b) In presenza di strutture isolate dall'esterno la trasmittanza termica della parete può essere calcolata sommando alla resistenza termica della struttura non isolata la resistenza termica dello strato isolante aggiunto.  
 c) I valori della trasmittanza termica sono calcolati considerando la camera d'aria a tenuta.

# CALCOLO DELLA TRASMITTANZA



**STRUTTURE**

Tipologia: Finestra esterna

Trasmittanza finestra: 0.965 W/m<sup>2</sup>K

Calcolo caratteristiche geometriche finestra

Nome: Finestra prova

Forma geometrica: Rettangolare

Larghezza: 1.200 m

Altezza: 1.800 m

Numero ante: 2

Numero divisioni orizzontali: 1

Spessore telaio elementi orizzontali: 0.080 m

Spessore telai laterali: 0.080 m

Spessore telai centrali: 0.080 m

Spessore telaio superiore: 0.080 m

Spessore telaio inferiore: 0.080 m

Altezza soprafinestra: 0.000 m



# CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

## Trasmittanza di una finestra

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + L_g \psi_g}{A_g + A_f} \quad [W/m^2K]$$

- $U_g$  = trasmittanza termica dell'elemento vetrato
- $U_f$  = trasmittanza termica del telaio
- $\psi_g$  = trasmittanza lineare del giunto fra le lastre di vetro, da considerarsi solo in presenza di più vetri
- $L_g$  = perimetro della superficie vetrata
- $A_g$  = area del vetro
- $A_f$  = area del telaio (calcolata considerando la proiezione su un piano parallelo al vetro)



# CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

FILE HOME ARCHIVI DI BASE UTILITÀ

Elimina Rinomina Conferma modifiche Espandi intero albero Esporta  
Nuovo Duplica Sposta su Ruota locali Annulla modifiche Riduci intero albero Importa Scambio dati Controllo Interventi migliorativi  
Sostituisce Sposta giù

Pratica energetica

- Dati generali
- Informazioni generali
- Dati climatici
- Metodo di calcolo
- Caratteristiche edificio
- Strutture
  - Pareti
    - Parete M1
    - Parete M1 sottofinestra
  - Solai
    - Pavimento a terra
    - Solaio interpiano
  - Vetrate
    - Vetro doppio (emis 0,2 - argon)
  - Ponti termici
  - Porte
  - Finestre
    - F1 90x110
- Centrali elettriche
- Centrali termiche
  - Centrale termica
- Accumuli
- Edifici
  - Zone termiche non calcolate
- Edificio

Tipologia Finestra esterna

Doppio serramento

Trasmittanza finestra 2.130

Dati finestra Sottofinestra e cassonetto Riepilogo finestra

Finestra

Area 0.9\*1.1 = 0.990 m²

Perimetro (0.9+1.1)\*2 = 4.000 m

Larghezza 0.900 m

Chiusure oscuranti

Trasmittanza termica aggiuntiva dovuta a chiusure chiuse

Trasmittanza finestra con chiusura chiusa 2.130 W/m²K

Ponte termico associato alla finestra

Ponte termico

Trasmittanza solare

# BILANCIO: APPORTI SOLARI

## Apporti solari sui componenti trasparenti

UNI TS 11300-1 14



$$A_{sol,w} = F_{sh,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_f) \cdot A_{w,p}$$

### ■ $g_{gl}$ trasmittanza di energia solare totale

I valori della trasmittanza di energia solare degli elementi vetrati possono essere determinati attraverso la norma **UNI EN ISO 410**

$$g_{gl} = g_{gl,n} \cdot F_w$$

### ■ $F_f$ fattore telaio

Il fattore di correzione dovuto al telaio ( $1 - F_f$ ) è pari al **rapporto tra l'area trasparente e l'area totale del componente finestrato**. In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, si può assumere un valore convenzionale del fattore telaio pari a **0,8**

### ■ $F_{sh,gl}$ fattore di riduzione relativo all'utilizzo di **schermature mobili**

### ■ $A_{w,p}$ area proiettata totale del componente vetrato

# SOFTWARE TERMO: PONTI TERMICI

**PONTI TERMICI**

Conduttività	Dimensioni	Resistenze superficiali	
$\lambda_{pil}$ 0,000 W/mK	$L_{pil}$ 0,000 m	$R_{si}$ 0,000 m <sup>2</sup> /W	
$\lambda_{iso}$ 0,230 W/mK	$S_{pil}$ 0,300 m	$R_{se}$ 0,000 m <sup>2</sup> /W	
$\lambda_{iso}$ 0,000 W/mK	$L_{iso}$ 0,000 m	Trasmittanze termiche	
	$L'$ 0,000 m	$U_{pil}$ --- W/m <sup>2</sup> K	
		$U_{iso}$ --- W/m <sup>2</sup> K	
		$U^*$ ---	

Trasmittanza lineica misure interne --- W/mK  
 Trasmittanza lineica interna --- W/mK  
 Trasmittanza lineica esterna --- W/mK

*U<sub>pil</sub> non calcolabile  
 U<sub>iso</sub> non calcolabile  
 U\* non calcolabile*

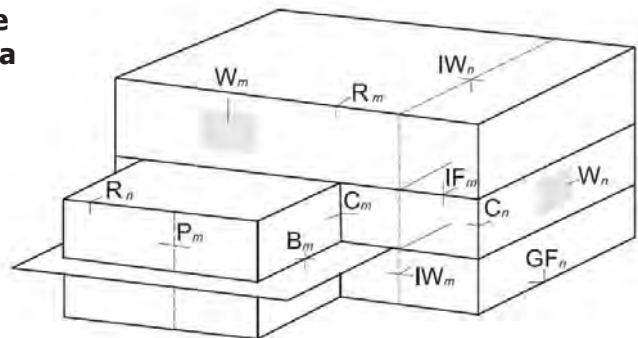
# CALCOLO DEI PONTI TERMICI

## Definizione di Ponte Termico da norma 10211

Come riportato nella norma UNI EN ISO 10211:2008, un ponte termico è una parte dell'involucro edilizio dove la resistenza termica, altrove uniforme, cambia in modo significativo per effetto di:

- **compenetrazione** totale o parziale di **materiali con conduttività termica diversa** nell'involucro edilizio
- **variazione dello spessore** della costruzione
- **differenza tra l'area della superficie disperdente sul lato interno e quella del lato esterno**, come avviene per esempio in corrispondenza dei giunti tra parete e pavimento o parete e soffitto

I ponti termici possono essere pertanto **di forma, di struttura o misti**



# CALCOLO DEI PONTI TERMICI

## Calcolo e Abachi dei Ponti Termici

Per il calcolo della trasmittanza termica lineare o lineica  $\Psi$  le due alternative sono pertanto:

- Calcolarsi  $\Phi^{2D}$  attraverso un software di calcolo agli elementi finiti

Lawrence Berkeley National Laboratory - **THERM**

<http://windows.lbl.gov/software/therm/therm.html>

- 

➔ **Lez 1**

Utilizzare un abaco dei ponti termici calcolato in modo conforme alla norma ISO 10211

Atlante Nazionale dei ponti termici

**Abaco dei Ponti Termici CENED** - gratuito

Catalogo PT Svizzera - gratuito



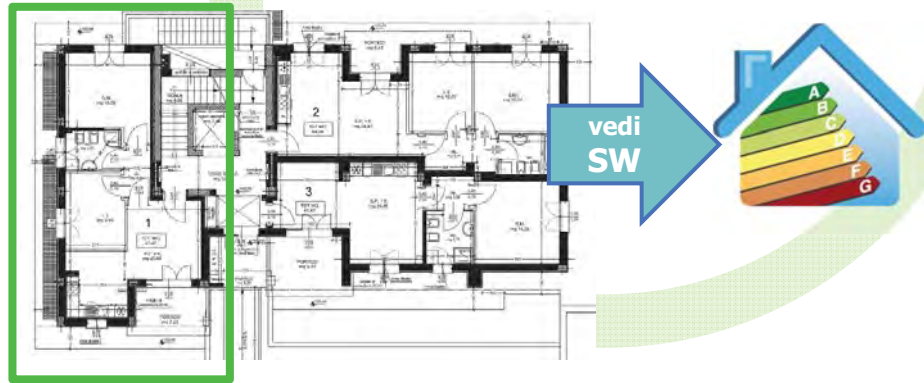




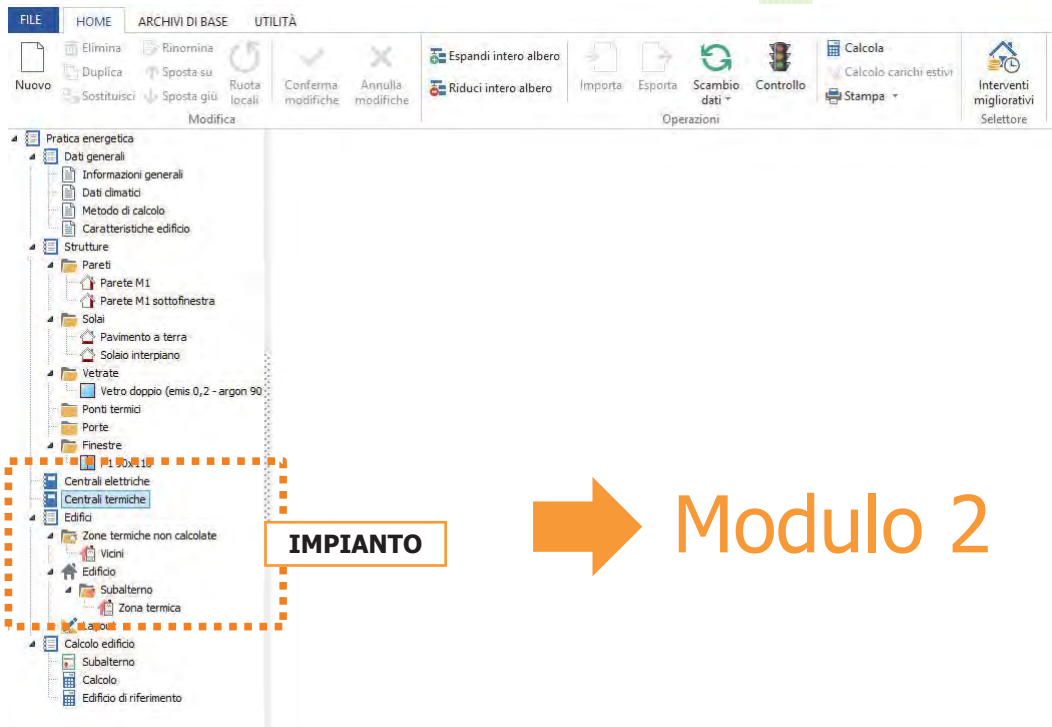
# CORSO sulla Certificazione Energetica

## LAYOUT E CALCOLO DEL FABBISOGNO ENERGETICO DELL'INVOLUCRO EDILIZIO

Inserimento dei dati geometrici di un edificio di esempio attraverso il layout grafico e calcolo dei fabbisogni energetici invernale ed estivo



## IL SOFTWARE TERMO



# IL SOFTWARE TERMO

The screenshot shows the software interface for energy practice. The 'Pratica energetica' section is active, with the 'Impianto' tab selected. The 'Classificazione zona termica' dropdown menu is highlighted with an orange circle and labeled 'ZONA TERMICA'. Other parameters visible include 'Temperatura di progetto invernale' (20.0 °C) and 'Temperatura di progetto estiva' (26.0 °C). The left sidebar shows a tree view of the project structure, including 'Pareti', 'Solai', 'Vetrate', 'Porte', 'Finestre', 'Centrali elettriche', and 'Edificio'. The 'Edificio' section is expanded, showing 'Zone termiche non calcolate', 'Vicini', 'Edificio', 'Subalterno', and 'Zona termica'. The 'Zona termica' is highlighted with an orange box and labeled 'ZONA TERMICA'. The main area displays various parameters such as 'Fattore di ripresa del riscaldamento' (0 W/m²), 'Volume lordo riscaldato' (226.873 m³), 'Superficie disperdente' (205.673 m²), and 'Superficie disperdente' (0.868 1/m).

## APPORTI INTERNI GRATUITI

Inserimento degli apporti gratuiti col sw



$$Q_{int} = \{ \sum_k \Phi_{int,mn,k} \} \cdot t + \{ \sum_l (1-b_{tr,l}) \cdot \Phi_{int,mn,u,l} \} \cdot t$$

espressi in funzione della destinazione d'uso secondo quanto riportato nel prospetto:

Categoria di edificio	Destinazione d'uso	Apporti termici sensibili $q_{st} / A$ W/m²	Portata di vapore acqueo $(\dot{G}_{v,0,0} + \dot{G}_{v,u,l}) / A$ $10^{-3} \text{ g/(h}\cdot\text{m}^2)$
E.1(1) – E.1(2)	Abitazioni	6	6
E.1(1)	Collegi, caserme, case di pena, conventi	6	6
E.1(3)	Edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari	6	5
E.2	Edifici adibiti a uffici e assimilabili	6	6
E.3	Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili	8	14
E.4(1)	Cinema e teatri, sale di riunione per congressi	8	27
E.4(2)	Mostre, musei	8	16
	Biblioteche,	8	12
E.4(3)	Luoghi di culto	8	16
	Bar	10	31
E.4(3)	Ristoranti	10	26
	Sale da ballo	10	31
E.5	Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili	8	9
E.6(1)	Piscine, saune e assimilabili	10	0
E.6(2)	Palestre e assimilabili	5	11
E.6(3)	Servizi di supporto alle attività sportive	4	8
E.7	Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	4	16
E.8	Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	6	0



# IL SOFTWARE TERMO

The screenshot shows the software interface with the 'Ventilazione' tab selected. The 'Tipo di ventilazione' is set to 'Naturale'. The 'Ventilazione di riferimento' section contains the following values:

Ricambi d'aria di progetto	0.500 vol/h
Efficienza convenzionale	0.800
Coefficiente correttivo per impianti misti	1.000
Fattore di correzione fve,t	0.60

An orange arrow points from the 'Riduci intero albero' button in the top toolbar to the 'Zona termica' folder in the left sidebar, which is highlighted with a dashed orange box and labeled 'ZONA TERMICA'. Another orange arrow points from this area to the text 'Modulo 2'.

Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

33/46

## BILANCIO: VENTILAZIONE

### Scambio termico per trasmissione

UNI TS 11300-1 5.2

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t$$

- $Q_{H,ve}$ : scambio termico per ventilazione in regime di riscaldamento [kWh oppure J]
- $H_{H,ve,adj}$ : coefficiente globale di scambio termico per ventilazione, corretto per tener conto della differenza di temperatura interno-esterno [W/K]
- $\theta_{int,set,H}$ : temperatura interna di set-point della zona considerata [°C]
- $\theta_e$ : valore medio mensile della temperatura media mensile esterna [°C]
- $t$ : la durata del mese considerato [h]



Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

34/46



# IL SOFTWARE TERMO

**Parametri locale**

Dati geometrici

Posizione: 15.056 , 19.005 m

Area netta 54.498 m<sup>2</sup>

Volume netto 170.033 m<sup>3</sup>

Dati strutturali

Nome locale

Locale 1

Zona termica

Zona termica

Temperatura interna 20.0 °C

Classe di vapore

Unione con locale superiore

Unione con locale inferiore

Dati ventilazione

Ricambi d'aria 0.50 vol/h

**INPUT GRAFICO**

Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SÓNIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

35/46

# LAYOUT DELL'EDIFICIO

Inserimento dei parametri geometrici dell'edificio



Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

36/46

# IL SOFTWARE TERMO

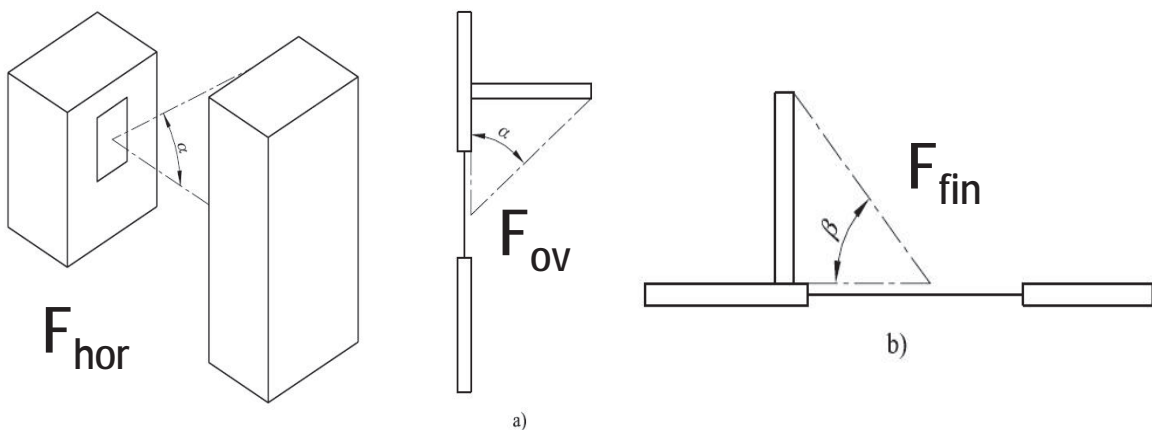
## BILANCIO: APPORTI SOLARI

### I fattori di ombreggiatura

UNI TS 11300-1 5.3



$$F_{sh,ob,k} = F_{hor} \cdot \min (F_{ov} , F_{fin})$$



# IL SOFTWARE TERMO

**RISULTATI DI CALCOLO**

Dati energetici edificio

Certificazione	EP <sub>H,nren</sub>	EP <sub>W,nren</sub>	EPC,nren	EPV,nren	EPL,nren	UM EP
Subalterno	123.1	67.4	0.0	0.0	0.0	kWh/m <sup>2</sup>

**EP<sub>H</sub>**

Fabbisogno riscaldamento della certificazione [kWh]

Mese	QHtr	QHve	QHint	QHsol,w	QHsol,op	QH,nd	QHgn,out	Qp,nren,H	Qp,ren,H	Qp,tot,H
Gennaio	825.5	202.8	245.8	46.7	25.0	738.2	886.1	1'818.9	438.4	2'257.3
Febbraio	660.4	165.2	222.1	67.5	34.8	540.6	644.7	1'323.3	318.9	1'642.2
Marzo	556.3	143.1	245.8	115.1	55.6	355.6	413.9	849.5	204.8	1'054.3
Aprile	199.9	53.1	119.0	68.1	30.9	88.0	96.9	198.1	47.7	245.8
Ottobre	175.2	45.2	126.9	44.1	22.9	71.9	75.7	155.5	37.5	192.9
Novembre	508.3	126.7	237.9	55.4	29.0	351.9	410.1	841.8	202.9	1'044.7
Dicembre	727.8	178.5	245.8	43.0	23.0	620.8	741.3	1'521.4	366.7	1'888.1

**Q<sub>H,nd</sub>**      **Q<sub>p,H</sub>**

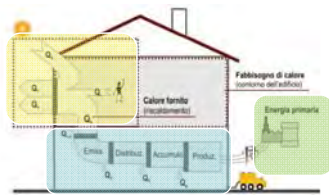
Riscaldamento: ACS   Raffrescamento   Ventilazione   Illuminazione   Energia elettrica prodotta

Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

39/46

# IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

## Indice di prestazione energetica invernale



$$Q_{p,H} = Q_{H,nd} / \eta_H$$

$$EP_H = Q_{p,H} / S_u \quad [\text{kWh} / \text{mq} \text{ anno}]$$

**INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE**, RIFERITO L'UNITÀ DI **SUPERFICIE UTILE ENERGETICA PER ANNO**

**S<sub>u</sub>** SUPERFICIE UTILE ENERGETICA: ai fini della determinazione degli indici di prestazione energetica, si intende la **superficie netta calpestabile** dell'area interessata dal funzionamento di ciascuno dei servizi energetici previsti in un edificio



# IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

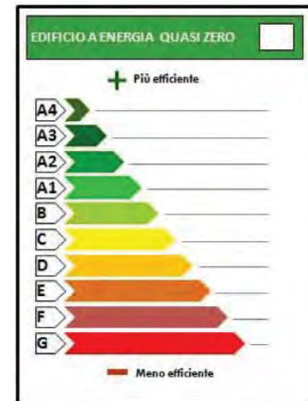
## EP<sub>tot</sub> - CLASSIFICAZIONE

- **EP<sub>gl,nr</sub>** INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO, espresso in energia primaria non rinnovabile (indice nr o nren)

$$EP_{gl,nr} = EP_{H,nr} + EP_{W,nr} + EP_{C,nr} + EP_{V,nr} + EP_{L,nr} + EP_{T,nr}$$

- **EP<sub>H,nr</sub>** INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE espresso in energia primaria non rinnovabile (indice nr o nren)

Deriva dall'indice della capacità dell'involucro edilizio nel contenere il fabbisogno di energia per il riscaldamento (**EP<sub>H,nd</sub>: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio**) e dal rendimento dell'impianto di riscaldamento (**η<sub>H</sub>: rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento**)



# IL SOFTWARE TERMO

**Pratica energetica**

- Dati generali
  - Informazioni generali
  - Dati climatici
  - Metodo di calcolo
  - Caratteristiche edificio
- Strutture
  - Pareti
    - Parete M1
    - Parete M1 sottofinestra
  - Solai
    - Pavimento a terra
    - Solaio interpiano
  - Vetrate
    - Vetro doppio (emis 0,2 - argon 90)
  - Ponti termici
    - F1 90x110
  - Centrali elettriche
  - Centrali termiche
  - Edifici
    - Zone termiche non calcolate
    - Vicini

**RISULTATI DI CALCOLO**

Risultati di calcolo

Dati energetici edificio

Certificazione	EP <sub>H,nren</sub>	EP <sub>W,nren</sub>	EP <sub>C,nren</sub>	EP <sub>V,nren</sub>	EP <sub>L,nren</sub>	UM EP
Subalterno	123,2	67,4	0,0	0,0	0,0	kWh/m <sup>2</sup>

Fabbisogno acqua calda sanitaria della certificazione [kWh]

Mese	Q <sub>W</sub>	Q <sub>Wgn,out</sub>	Q <sub>p,nren,W</sub>	Q <sub>p,ren,W</sub>	Q <sub>p,tot,W</sub>
Gennaio	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Febbraio	86.0	122.8	281.1	67.9	349.6
Marzo	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Aprile	92.1	131.6	301.8	72.8	374.6
Maggio	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Giugno	92.1	131.6	301.8	72.8	374.6
Luglio	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Agosto	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Settembre	92.1	131.6	301.8	72.8	374.6
Ottobre	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Novembre	92.1	131.6	301.8	72.8	374.6
Dicembre	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
<b>Totale</b>	<b>1'120.5</b>	<b>1'600.8</b>	<b>3'672.4</b>	<b>885.1</b>	<b>4'557.5</b>

Operazioni: Espandi intero albero, Riduci intero albero, Importa, Esporta, Scambio dati, Controllo, Calcola, Calcolo carichi estivi, Stampa, Interventi migliorativi, Selettore

Calcolo edificio: Subalterno, Calcolo, Edificio di riferimento

Riscaldamento ACS Raffrescamento Ventilazione

# IL SOFTWARE TERMO

**RISULTATI DI CALCOLO**

**Dati energetici edificio**

Certificazione	EPH,nren	EPW,nren	EPC,nren	EPV,nren	EPL,nren	UM EP
Subalterno	123.1	67.4	0.0	0.0	0.0	kWh/m²

**Fabbisogno raffrescamento della certificazione [kWh]**

Mese	QCtr	QCve	QCint	QCsol,w	QCsol,op	QC,nd	QCgn,out	Qp,nren,C	Qp,ren,C	Qp,tot,C
Maggio	57.0	16.0	39.7	31.6	13.7	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Giugno	237.3	71.0	237.9	198.2	82.9	131.4	0.0	0.0	0.0	0.0
Luglio	126.7	44.6	245.8	215.2	91.5	289.8	0.0	0.0	0.0	0.0
Agosto	164.2	52.3	245.8	187.1	83.0	216.6	0.0	0.0	0.0	0.0
Settembre	160.6	45.3	142.7	88.0	41.6	35.7	0.0	0.0	0.0	0.0

Summary values: 745.7, 912.0, 720.0, 311.6, 679.6, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0

Buttons: Riscaldamento ACS, Raffrescamento, Ventilazione, Illuminazione, Energia elettrica prodotta

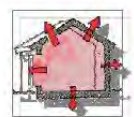
Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

43/46

## DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

**Servizi energetici compresi nel calcolo della prestazione energetica**

Dal al 1° Ottobre 2015:



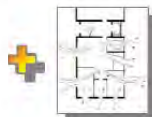
RISCALDAMENTO



ACQUA CALDA



RAFFRESCAMENTO



VENTILAZIONE



ILLUMINAZIONE



TRASPORTO

### RESIDENZIALE:

**SEMPRE**

**SE PRESENTI**

**MAI**

### NON RESIDENZIALE:

**SEMPRE**

**SE PRESENTI**

# IL SOFTWARE TERMO

The screenshot displays the software interface for energy performance calculations. On the left, a file explorer shows a tree structure under 'Pratica energetica', with a box labeled 'RISULTATI DI CALCOLO' highlighting the 'Calcolo edificio' folder. The main window shows the 'ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI' form, which includes sections for 'DATI GENERALI', 'DATI IDENTIFICATIVI', and 'PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE E DEL FABBRICATO'. The global performance section features a bar chart and a box indicating 'CLASSE ENERGETICA E' and 'EPg,Inhen 190.5 kWh/m²/anno'. On the right, a sidebar contains buttons for 'Calcola', 'Calcolo carichi estivi', 'Stampa', and 'Interventi migliorativi Selettore'. An orange arrow points from a box labeled 'APE' to the 'Calcola' button.

Giovedì 6 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

45/46

*Grazie  
per  
l'attenzione...*

**eden**  
edilizia energetica

Gruppo EDEN | Via della Barca, 24/3 - 40133 Bologna  
Tel. 051-7166459 | e-mail: [info@gruppoeden.it](mailto:info@gruppoeden.it)

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

*...e restiamo in contatto!*



Ing. Sonia Subazzoli

[sonia.subazzoli@gruppoeden.it](mailto:sonia.subazzoli@gruppoeden.it)

[www.facebook.com/gruppoeden](https://www.facebook.com/gruppoeden)

