CORSO TECNICO-PRATICO

CALCOLO PRESTAZIONE ENERGETICA EDIFICI

Giovedì 22 Settembre 2016

Ing. Sonia Subazzoli

FONDAZIONE ARCHITETTI PROVINCIA DI MODENA

ORDINE ARCHITETTI PPC PROVINCIA DI MODENA

eden edilizia energetica

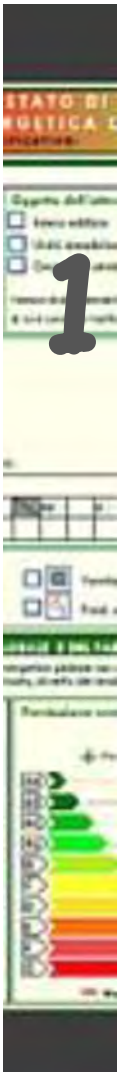
Programma della giornata

1 **INTRODUZIONE AL CORSO E INQUADRAMENTO LEGISLATIVO**
Presentazione del corso e della sua articolazione, cenni allo scenario legislativo e normativo europeo, nazionale e regionale

2 **IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO**
Cos'è un sistema edificio impianto, basi per il calcolo della prestazione energetica

3 **TRASMITTANZA E PONTI TERMICI**
Calcolo della trasmittanza termica, cenni ai Ponti Termici

4 **CENNI A VENTILAZIONE, APPORTI INTERNI E APPORTI SOLARI**
Calcolo da norma UNI TS 11300-1



CORSO sulla Certificazione Energetica

1

INTRODUZIONE AL CORSO E INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Presentazione del corso e della sua articolazione, cenni allo scenario legislativo e normativo europeo, nazionale e regionale

GAZZETTA UFFICIALE

DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA — Roma - Mercoledì, 15 luglio 2015 — SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

N. 39

MINISTERO
DELLO SVILUPPO ECONOMICO

DECRETO 26 giugno 2015.

Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

DECRETO 26 giugno 2015.

Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.

DECRETO 26 giugno 2015.

Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

INTRODUZIONE AL CORSO

Moduli e Argomenti del corso tecnico-pratico

MODULO 1 - Involucro invernale ed estivo	12 ore
1.1 Involucro regime invernale e UNI-TS parte 1	4 ore
- Il bilancio del sistema edificio-impianto: cos'è un sistema edificio impianto, basi per il calcolo della prestazione energetica - trasmissione del calore attraverso strutture opache e trasparenti - aspetti da considerare nel calcolo delle trasmittanze termiche - calcolo della trasmittanza termica di strutture di nuova realizzazione e esempi	Sonia Subazzoli
1.2 Involucro regime estivo e UNI-TS parte 1	4 ore
- comportamento estivo delle strutture opache: inerzia termica, sfasamento e smorzamento dell'onda termica, trasmittanza termica periodica - comportamento estivo delle strutture trasparenti - esempi per la protezione dall'irraggiamento e la realizzazione di involucri edilizi ad elevata prestazione	Emanuele Pifferi
1.3 Esempi di calcolo di prestazioni dell'involucro e fabbisogni con software di calcolo	4 ore
- calcolo del fabbisogno di un involucro edilizio con il software Termo - importazione dei materiali da archivio e creazione di materiali personalizzati, creazione di strutture (pareti, solai) di progetto, calcolo e analisi del comportamento estivo e invernale - creazione di finestre e assegnazione delle schermature solari, calcolo degli apporti gratuiti - inserimento dei dati geometrici di un edificio di esempio attraverso il layout grafico - calcolo dei fabbisogni energetici dell'involucro invernale ed estivo Test per la verifica dell'apprendimento	Sonia Subazzoli

INTRODUZIONE AL CORSO

Moduli e Argomenti del corso tecnico-pratico

MODULO 2 - Impianti di climatizzazione	12 ore
2.1 Impianti di riscaldamento tradizionale e UNI-TS parte 2	4 ore
- panoramica sulla norma di calcolo UNI TS 11300-2, cenni al calcolo dei rendimenti degli impianti termici per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria - sottosistemi di generazione e distribuzione, emissione e regolazione: calcolo dei rendimenti e aspetti da considerare per la scelta di un sottosistema	Sonia Subazzoli
2.2 Ventilazione e benessere indoor, illuminazione	4 ore
- calcolo del fabbisogno energetico per ventilazione da UNI TS 11300 - ventilazione meccanica controllata: metodo di calcolo ed inserimento della ventilazione per edifici con diverse destinazioni d'uso con software Termo - materiali e tecnologie, prestazioni energetiche sei componenti e dei sistemi impiantistici - calcolo del fabbisogno per illuminazione da norma 11300-2, esempi con software	Emanuele Pifferi
2.3 Calcolo della prestazione del sistema edificio-impianto, focus su impianti	4 ore
- calcolo della prestazione energetica di un sistema edificio-impianto con il software Termo - importazione e personalizzazione dei componenti impiantistici dei sottosistemi di generazione, distribuzione, emissione e regolazione - inserimento della ventilazione meccanica controllata per edifici con diverse destinazioni d'uso da Norma UNI 10339 - calcolo della prestazione energetica del sistema edificio-impianto Test per la verifica dell'apprendimento	Emanuele Pifferi

INTRODUZIONE AL CORSO

Moduli e Argomenti del corso tecnico-pratico

MODULO 3 - Fonti Energetiche Rinnovabili	12 ore
3.1 Fonti Energetiche Rinnovabili e norma UNI-TS parte 4	4 ore
- metodi di calcolo, dimensionamenti e requisiti per gli impianti a fonti rinnovabili da norma UNI TS 11300-4 - algoritmi di calcolo dei rendimenti impiantistici proposte dalla normativa e approccio metodologico - Cogeneratori, solare termico, fotovoltaico	Dario Vannini
3.2 Fonti energetiche rinnovabili: pompe di calore e impianti polivalenti da UNI-TS parte 4	4 ore
- pompe di calore, teleriscaldamento, generatori a biomasse - potenzialità e livelli ottimali di dimensionamento degli impiant - opportunità di integrazione con reti/impianti esistenti	Dario Vannini
3.3 Esempi di calcolo del contributo FER e della quota rinnovabile con software di calcolo	4 ore
- calcolo del contributo delle fonti energetiche rinnovabili con il software Termo - inserimento di generatori di calore non tradizionali: pompe di calore, teleriscaldamento, generatori a biomasse - inserimento di cogeneratori, solare termico e fotovoltaico - calcolo del contributo delle fonti rinnovabili e della quota rinnovabile Test per la verifica dell'apprendimento	Emanuele Pifferi

INTRODUZIONE AL CORSO

Moduli e Argomenti del corso tecnico-pratico

MODULO 4 - Legislazione e normativa - indicatori di prestazione - classi energetiche	12 ore
4.1 Legislazione e novità a livello nazionale e regionale – metodologie di calcolo della prestazione energetica e compilazione dell'APE	4 ore
- Direttiva Europea 2002/91/CE; Direttiva 2010/31/UE - La normativa nazionale: decreti ministeriali 16/06/2015 - La normativa regionale: DGR 1275/2015 sulla certificazione energetica e DGR 967/2015 Requisiti Minimi - Compilazione dell'APE	Emanuele Pifferi
4.2 Certificatore: professionalità etica contenziosi. Controlli e sanzioni	4 ore
- ruolo e funzione del soggetto certificatore: obblighi e responsabilità, modalità e requisiti per l'accreditamento regionale - aspetti giuridici e gestione del contenzioso: analisi delle problematiche legali e delle possibili soluzioni - controlli all'attività del certificatore in Emilia-Romagna, sanzioni	Emanuele Pifferi
4.3 Esempio di calcolo della prestazione energetica del un sistema-edificio impianto; analisi degli output e compilazione di un Attestato di Prestazione Energetica	4 ore
- calcolo della prestazione energetica di un edificio assegnato svolto in aula con il software Termo - analisi dei risultati ottenuti e degli indicatori di prestazione esportati - esportazione della Relazione di Calcolo con particolare attenzione al metodo di calcolo prescelto ed ai risultati ottenuti - esportazione del file .xml per l'importazione automatica dei dati sul sito della Regione Emilia-Romagna e compilazione di un Attestato di Prestazione energetica Test per la verifica dell'apprendimento	Sonia Subazzoli

INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Prima della Direttiva 2002/91/CE in Italia il tema dell'efficienza energetica in edilizia era stata affrontato dalla **Legge 373/76**, Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici, e dalla **Legge 10/91**, Norme transitorie per il contenimento dei consumi energetici

Superata dalla Direttiva 2010/31/CE

2002 — **16 Dicembre**

~~**Direttiva 2002/91/CE**~~
~~Rendimento energetico nell'edilizia~~
~~*EPBD Energy Performance Building Directive*~~

2003

2004

2005 — **19 Agosto**

DLgs 192/05
Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia

2006 — **29 Dicembre**

DLgs 311/06
Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192

2007

INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Efficienza energetica: da dove veniamo

2008

4 Marzo

DAL 156/08 Regione Emilia-Romagna
Approvazione atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici

Integrata da successive DGR, vedi 2015

Maggio

~~**Specifiche tecniche UNI TS 11300 – 1 e 2**~~
~~PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI~~
~~Parti 1 e 2 fabbisogno e climatizz. invernale~~

Superate dalle revisioni di Ottobre 2014

2009

2 Aprile

~~**DPR n. 59/09**~~
~~Regolamento di attuazione dell'art. 4 comma 1 lettere a) e b) del DLgs 192/05~~

26 Giugno

~~**DM 26/06/2009**~~
~~Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici~~

Superate dai 3 DM Del 26/06/2015

INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Efficienza energetica: da dove veniamo

2010

Maggio

Specifica tecnica UNI TS 11300 – 3
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI
Parti 3 – climatizzazione estiva

19 Maggio

Direttiva 2010/31/UE
sulla prestazione energetica nell'edilizia - recast della Direttiva 2002/91/CE

2011

3 Marzo

D. Lgs n. 28
sulle Fonti Energetiche Rinnovabili

Superata dalle DGR del 2015

26 Settembre

~~**DGR 1366/11 Regione Emilia-Romagna**~~
~~Proposta di modifica alla parte seconda – Allegati – della DAL 156/2008~~

Superate dalla revisione del 2016

2012

10 Maggio

~~**Specifica tecnica UNI TS 11300 - 4**~~
~~PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI~~
~~Parte 4: energie rinnovabili~~

INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Efficienza energetica: da dove veniamo

2013

3 Agosto

Legge 90
Recepimento della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica

2014

27 Giugno

Legge Regionale n. 7
Art. 25 -Attuazione della direttiva 2010/31/UE

2 Ottobre

Specifiche tecniche UNI TS 11300 – 1 e 2
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI
Parti 1 e 2 - Revisione

13 Ottobre

DGR 1577/2014
Modifiche Allegati 1, 2, 3 della DAL 156/08

INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Il 2015: un anno caldo per l'efficienza energetica in edilizia

2015

26 Giugno

3 DM 26/06/2015
Requisiti minimi – Certificazione Energetica – Relazione Tecnica

20 Luglio

DGR 967/2015
Requisiti minimi

7 Settembre

DGR 1275/2015
Certificazione energetica

2016

31 Marzo

Specifica tecnica UNI TS 11300 – 4
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI
Parte 4 – Revisione

Specifiche tecniche UNI TS 11300 – 5 e 6
PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI
Parti 5 e 6 – Nuova pubblicazione

Normativa Tecnica Nazionale - UNI TS 11300

La serie UNI TS 11300 – Prestazioni energetiche degli edifici

- **UNI TS 11300 – 1:2014** (pubbl. a ottobre 2014, sostituisce la UNI/TS 11300-1:2008)
  Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

- **UNI TS 11300 – 2:2014** (pubbl. a ottobre 2014, sostituisce la UNI/TS 11300-2:2008)
  Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali

- **UNI/TS 11300 – 3:2010** (pubblicata a marzo 2010 e attualmente in revisione)
  Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva

- **UNI/TS 11300 – 4:2016** (pubbl. a marzo 2016, , sostituisce la UNI/TS 11300-4:2012)
  Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria NEW

Normativa Tecnica Nazionale - UNI TS 11300

La serie UNI TS 11300 – Prestazioni energetiche degli edifici

- **UNI TS 11300 - 5:2016** (pubblicata a marzo 2016) NEW
  Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili

- **UNI TS 11300 – 6:2016** (pubblicata a marzo 2016) NEW
  Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

EMILIA ROMAGNA: LEGISLAZIONE REGIONALE

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA — Roma - Mercoledì, 15 luglio 2015 — SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DIREZIONE E REDAZIONE PRESSO IL MINISTERO DELLA GIUSTIZIA - UFFICIO PUBBLICAZIONE LEGGI E DECRETI - VIA ARENULA, 70 - 00186 ROMA
AMMINISTRAZIONE PRESSO L'ISTITUTO POLIGRAFICO E ZECCA DELLO STATO - VIA SALARIA, 1027 - 00138 ROMA - CENTRALINO 06-85081 - LIBRERIA DELLO STATO PIAZZA G. VERDI, 1 - 00198 ROMA

N. 39

MINISTERO
DELLO SVILUPPO ECONOMICO

DECRETO 26 giugno 2015.

Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

DECRETO 26 giugno 2015.

Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.

DECRETO 26 giugno 2015.

Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

DGR 967 del 20 Luglio 2015
Requisiti minimi

Decreto 26 giugno 2015
REQUISITI MINIMI

Decreto 26 giugno 2015
RELAZIONE TECNICA

DGR 1275 del 7 Sett 2015
Attestato Prest En

Decreto 26 giugno 2015
LINEE GUIDA
CERTIFICAZIONE ENERGETICA

DM 26/06/2015 | DGR 967 REQUISITI MINIMI

Decreto nazionale e DRG regionale

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA — Roma - Mercoledì, 15 luglio 2015 — SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DECRETO 26 giugno 2015.

Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

DM 26/06/2015
Requisiti minimi

REPUBBLICA ITALIANA
RegioneEmilia-Romagna
BOLLETTINO UFFICIALE

Parte seconda - N. 137

Anno 46 — 24 luglio 2015 — N. 184

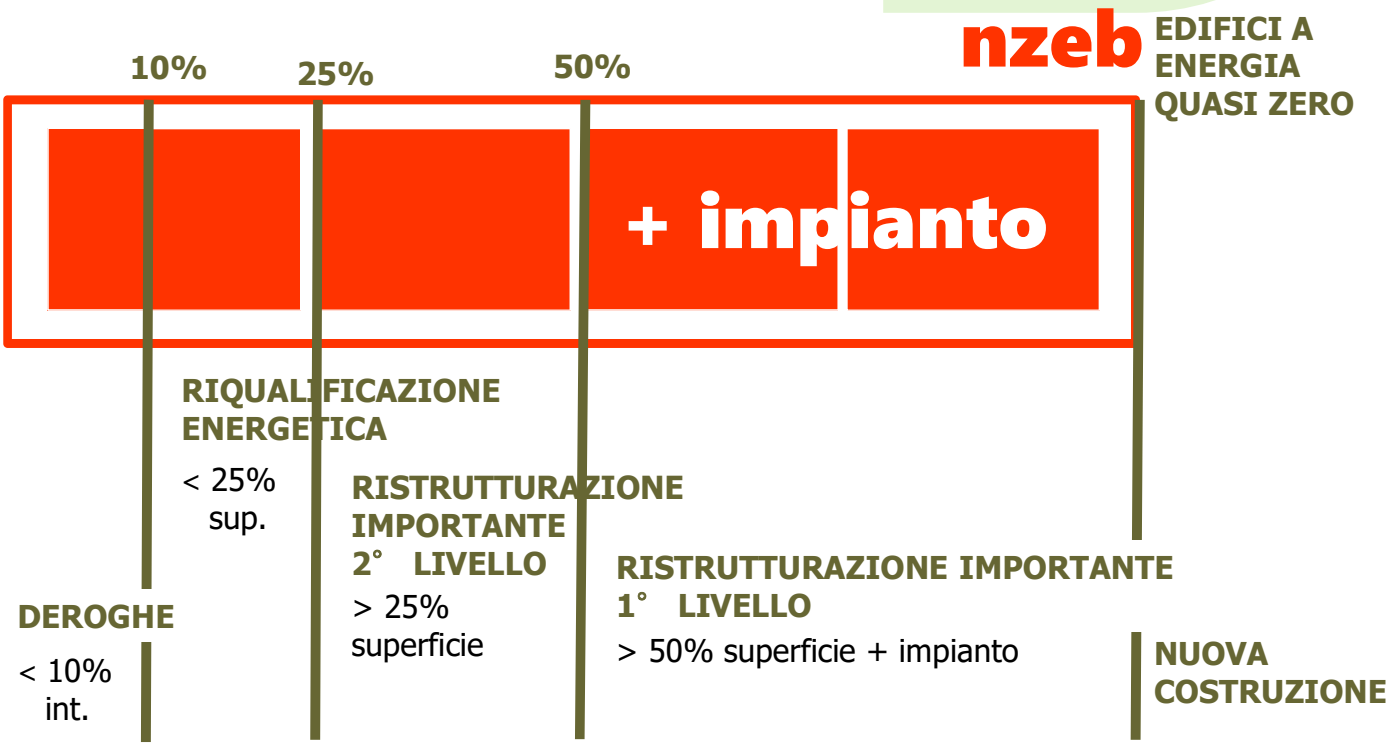
DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONALE 20 LUGLIO 2015, N. 967

Approvazione dell'atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici (artt. 25 e 25-bis L.R. 26/2004 e s.m.)

DGR 967
del 20 Luglio 2015
Requisiti minimi

DM 26/06/2015 | DGR 967 REQUISITI MINIMI

Classificazione degli interventi



DM 26/06/2015 | DGR 967 REQUISITI MINIMI

Grandezze da calcolare e da verificare

U YIE

H'_T Riflettanza

Condensa

g_{gl+sh}

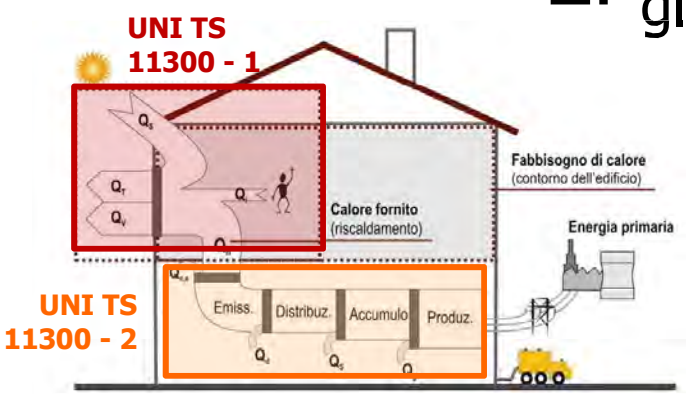
$A_{sol,est}$ / $A_{sup,utile}$

$EP_{C,nd}$

$EP_{H,nd}$

$EP_{gl,tot}$

AGGIORNAMENTO PER TECNICI CERTIFICATORI ENERGETICI



η_u EER

COP GUE

η_H η_W η_C

DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

Decreto nazionale e DRG regionale

GAZZETTA UFFICIALE
DELLA REPUBBLICA ITALIANA

PARTE PRIMA Roma - Mercoledì, 15 luglio 2015 SI PUBBLICA TUTTI I GIORNI NON FESTIVI

DECRETO 26 giugno 2015.

Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

DM 26/06/2015
Linee Guida
Certificazione

REPUBBLICA ITALIANA
Regione Emilia-Romagna
BOLLETTINO UFFICIALE

Progr.Num. 1275/2015

APPROVAZIONE DELLE DISPOSIZIONI REGIONALI IN MATERIA DI ATTESTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI (CERTIFICAZIONE ENERGETICA) (ART. 25-TER L.R. 26/2004 E S.M.)

DGR 1275
del 7 Settembre 2015
Certificazione

DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

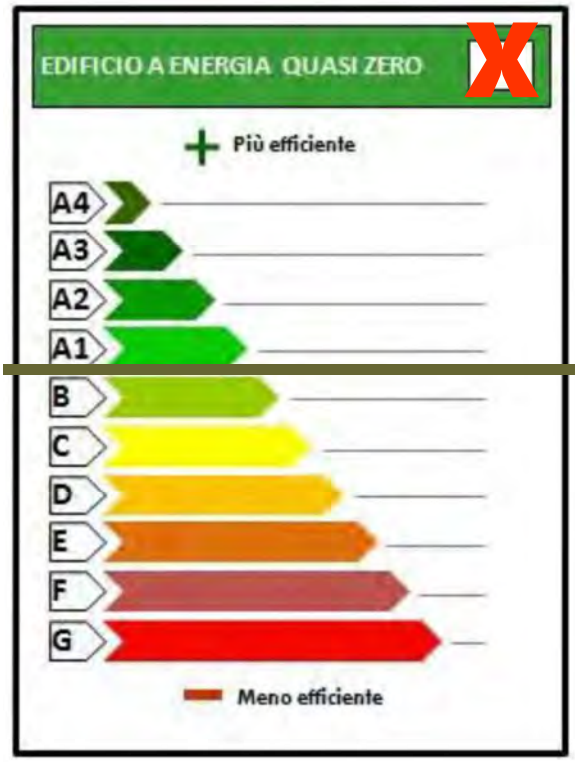
Servizi energetici compresi nel calcolo della prestazione energetica

Dal al 1° Ottobre 2015:

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

DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

Scala di classificazione



nzeb

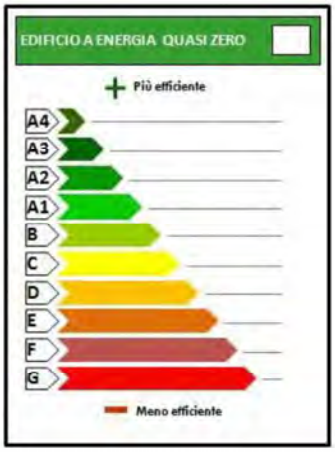
Classi non più fisse, ma che nascono dal confronto con EP dell'Edificio di Riferimento:

EDIFICIO DI RIFERIMENTO

- **$Ep_{gl,nren,rif,\ standard\ (2019/21)}$**
- **$Ep_{gl,nr,Lst}$**

DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

Scala di classificazione



	Classe A4	≤ 0,40 $EP_{gl,nr,Lst}$
0,40 $EP_{gl,nr,Lst}$ <	**Classe A3**	≤ 0,60 $EP_{gl,nr,Lst}$
0,60 $EP_{gl,nr,Lst}$ <	**Classe A2**	≤ 0,80 $EP_{gl,nr,Lst}$
0,80 $EP_{gl,nr,Lst}$<	**Classe A1**	≤ 1,00 $EP_{gl,nr,Lst}$
1,00 $EP_{gl,nr,Lst}$ <	**Classe B**	≤ 1,20 $EP_{gl,nr,Lst}$
1,20 $EP_{gl,nr,Lst}$<	**Classe C**	≤ 1,50 $EP_{gl,nr,Lst}$
1,50 $EP_{gl,nr,Lst}$ <	**Classe D**	≤ 2,00 $EP_{gl,nr,Lst}$
2,00 $EP_{gl,nr,Lst}$ <	**Classe E**	≤ 2,60 $EP_{gl,nr,Lst}$
2,60 $EP_{gl,nr,Lst}$ <	**Classe F**	≤ 3,50 $EP_{gl,nr,Lst}$
	Classe G	> 3.50 $EP_{gl,nr,Lst}$

DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

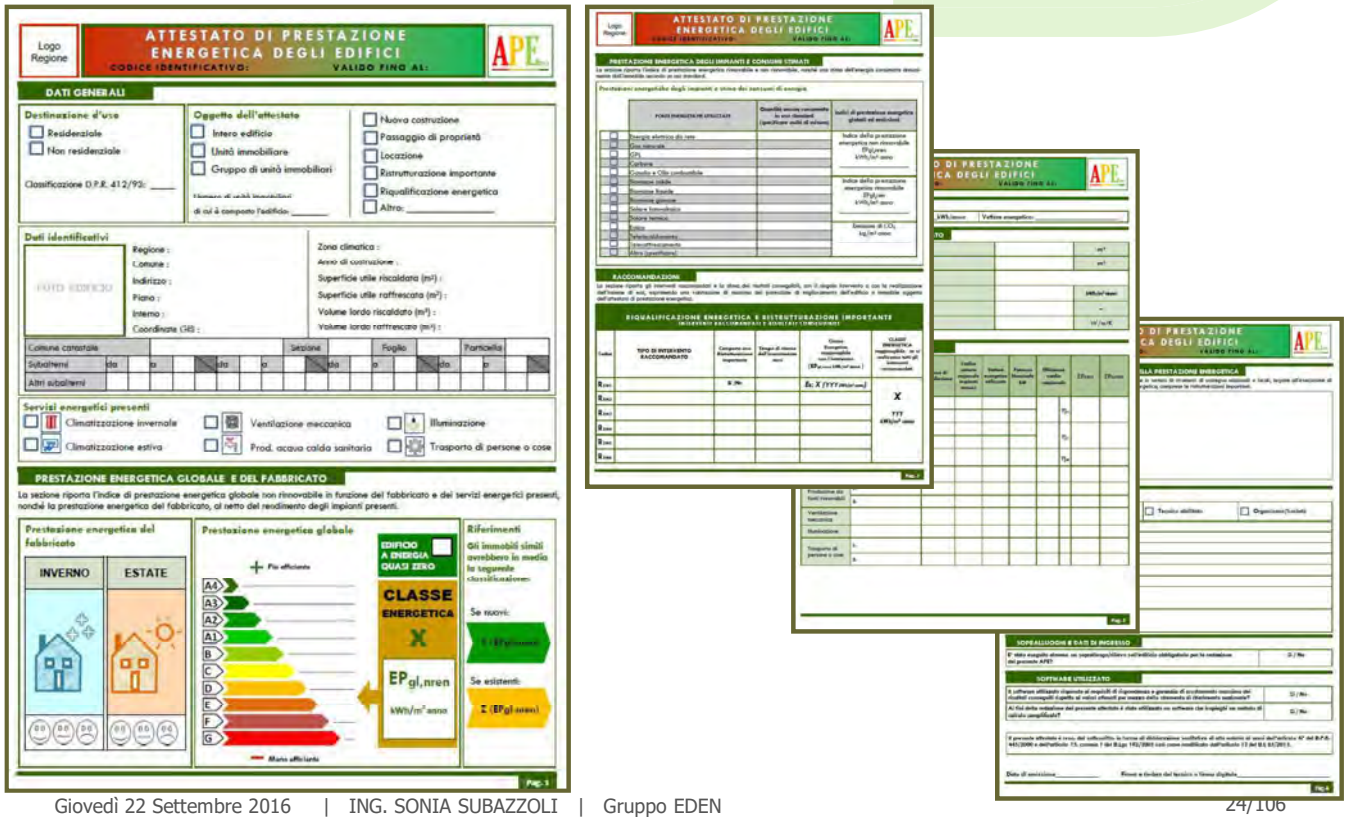
Edificio di Riferimento per la Classificazione

	Pareti	Solai	Pavimenti	Finestre	Divisori
	U (W/m^2K)	U (W/m^2K)	U (W/m^2K)	U (W/m^2K)	U (W/m^2K)
D	0,29	0,26	0,29	1,80	0,80
E	0,26	0,22	0,26	1,40	0,80
F	0,24	0,20	0,24	1,10	0,80

SERVIZIO	TIPOLOGIA IMPIANTISTICA	Rendimento generatore η_{gn}	Rendimento sottosistemi di utilizzazione η_u
Climatizzazione invernale H	Generatore a combustibile gassoso	0,95	distribuzione idronica 0,81
Climatizzazione estiva C	Macchina frigorifera a compressione di vapore a motore elettrico	2,50	distribuzione aeraulica 0,83
			distribuzione mista 0,82
Acqua calda sanitaria W	Generatore a combustibile gassoso	0,85	0,70

DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

Nuovo format dell'Attestato di Prestazione Energetica | APE



DM 26/06/2015 | DGR 1275 CERTIFICAZIONE

Prestazioni dell'involucro

Prestazione invernale dell'involucro	Qualità	Indicatore
$EP_{H,nd} \leq 1^* EP_{H,nd,Lst}$	alta	
$1^* EP_{H,nd,Lst} < EP_{H,nd} \leq 1.7^* EP_{H,nd,Lst}$	media	
$EP_{H,nd} > 1,7^* EP_{H,nd,Lst}$	bassa	

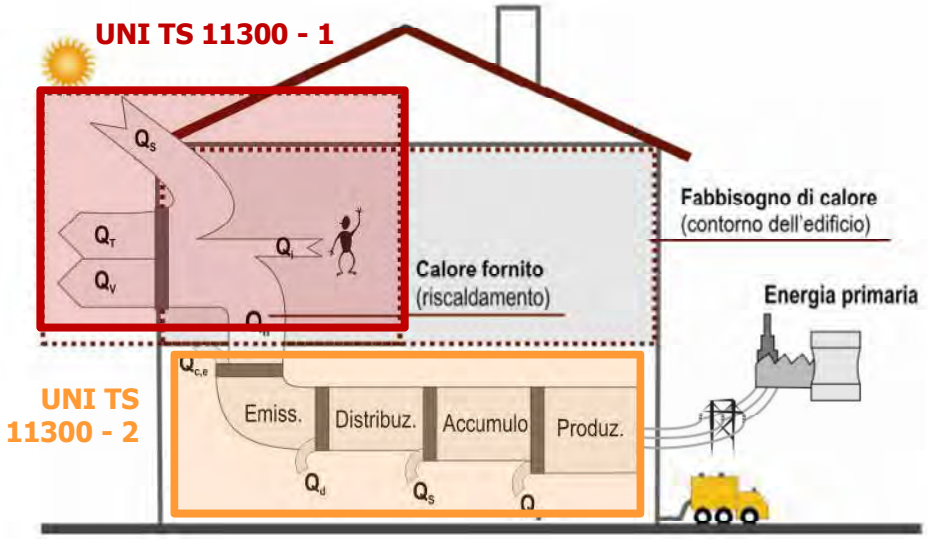
Prestazione estiva dell'involucro		Qualità	Indicatore
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} \leq 0,03$	$Y_{IE} \leq 0,14$	alta	
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} \leq 0,03$	$Y_{IE} > 0,14$	media	
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} > 0,03$	$Y_{IE} \leq 0,14$		
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} > 0,03$	$Y_{IE} > 0,14$	bassa	

CORSO sulla Certificazione Energetica

2

IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Cos'è un sistema edificio impianto, basi per il calcolo della prestazione energetica



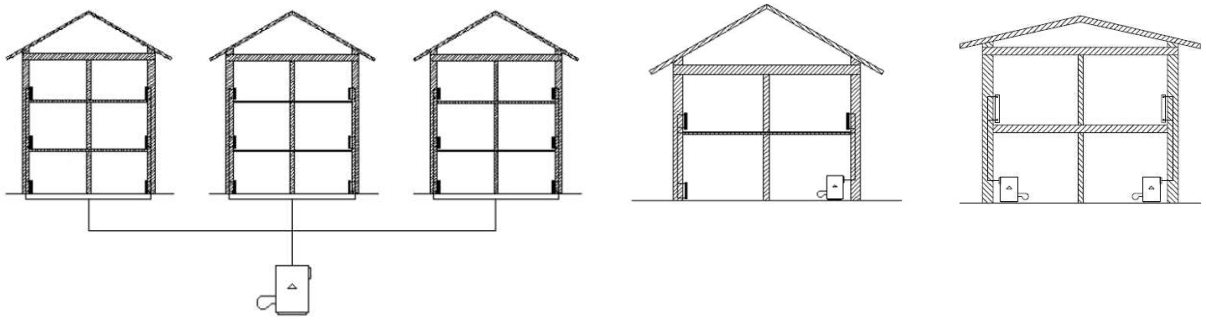
IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Zonizzazione e confini fra zone

UNI TS 11300-1 7

Individuazione del **sistema edificio-impianto**

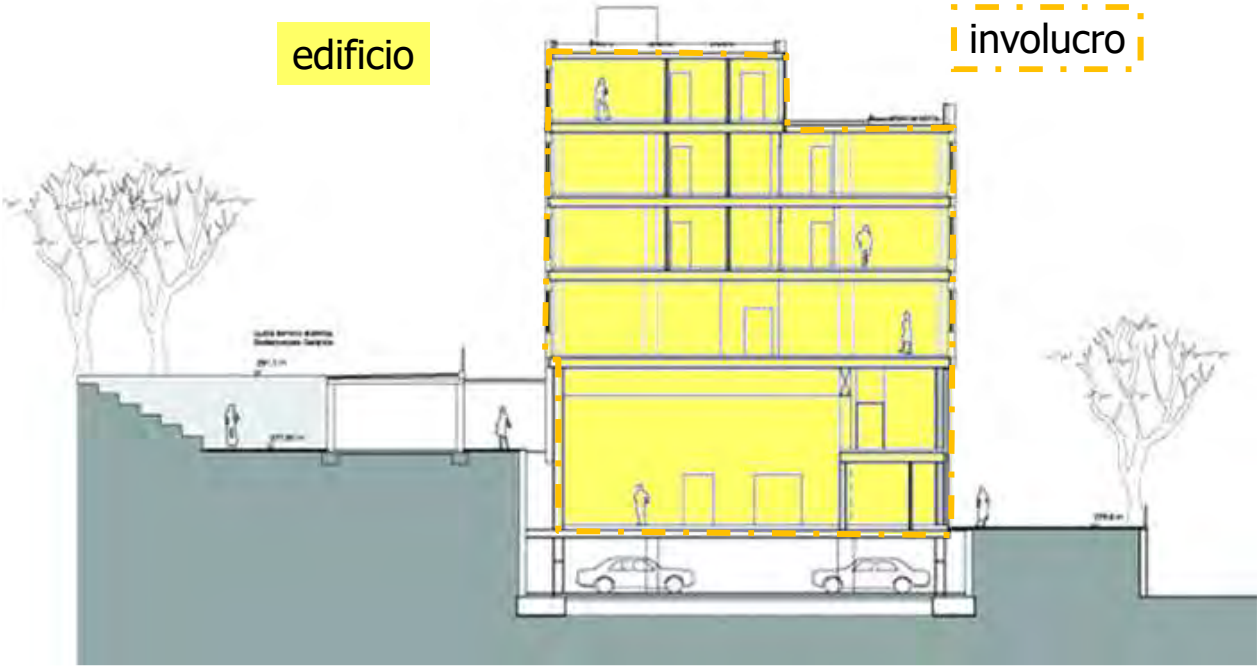
Ai fini dell'applicazione della presente specifica tecnica, il sistema edificio-impianto è costituito da uno o più edifici (involucri edilizi) o da porzioni di edificio, climatizzati attraverso un unico sistema di generazione.
Il volume climatizzato comprende gli spazi che si considerano riscaldati e/o raffrescati a date temperature di regolazione.



IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Involucro Fabbricato Edificio

DAL 156/08 E-R, Allegato 8



IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Temperatura interna

UNI TS 11300-1 8

Climatizzazione invernale

Per tutte le categorie di edifici ad esclusione delle categorie E.6(1), E.6(2) e E.8 (come definite nel DPR n. 412/93), si assume una temperatura interna costante pari a **20°**C.

Per gli edifici di categoria E.6(1)
PISCINE, SAUNE E ASSIMILABILI- si assume una temperatura interna costante pari a **28 °**C

Per gli edifici di categoria E.6(2)
PALESTRE E ASSIMILABILI- e E.8 - EDIFICI ADIBITI AD ATTIVITÀ INDUSTRIALI ED ARTIGIANALI E ASSIMILABILI- si assume una temperatura interna costante pari a **18 °**C.

IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Dati climatici

UNI TS 11300-1 9

- I dati climatici devono essere conformi a quanto riportato nella UNI 10349.
- Nella valutazione di progetto o standard la durata della stagione di calcolo è determinata in funzione della zona climatica dipendente dai gradi giorno della località

Zona climatica	Inizio	Fine
A	1° dicembre	15 marzo
B	1° dicembre	31 marzo
C	15 novembre	31 marzo
D	1° novembre	15 aprile
E	15 ottobre	15 aprile
F	5 ottobre	22 aprile

IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Involucro edilizio – UNI TS 11300-1

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

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

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

Q_{ht}: scambio termico totale

Q_{tr}: scambio termico per trasmissione

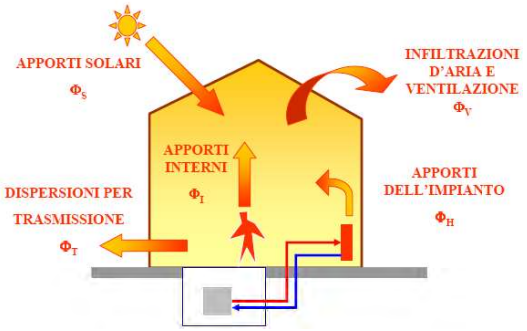
Q_{ve}: scambio termico per ventilazione

Q_{gn}: apporti termici totali

Q_{int}: apporti termici interni

Q_{sol}: apporti termici solari

DISPERSIONI



APPORTI GRATUITI

IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Bilancio energetico: riscaldamento invernale

UNI TS 11300-1 5.1

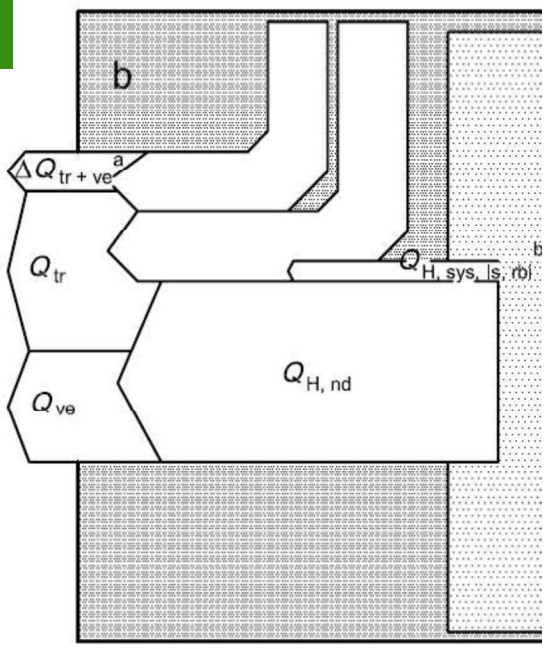
$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn}$$

$Q_{H,nd}$: fabbisogno energetico dell'involucro in regime di riscaldamento continuo, assunto maggiore o uguale a zero (nella UNI TS 11300 chiamato fabbisogno ideale di energia dell'edificio per il riscaldamento) [kWh oppure J]

$Q_{H,ht}$: scambio termico totale nel caso di riscaldamento

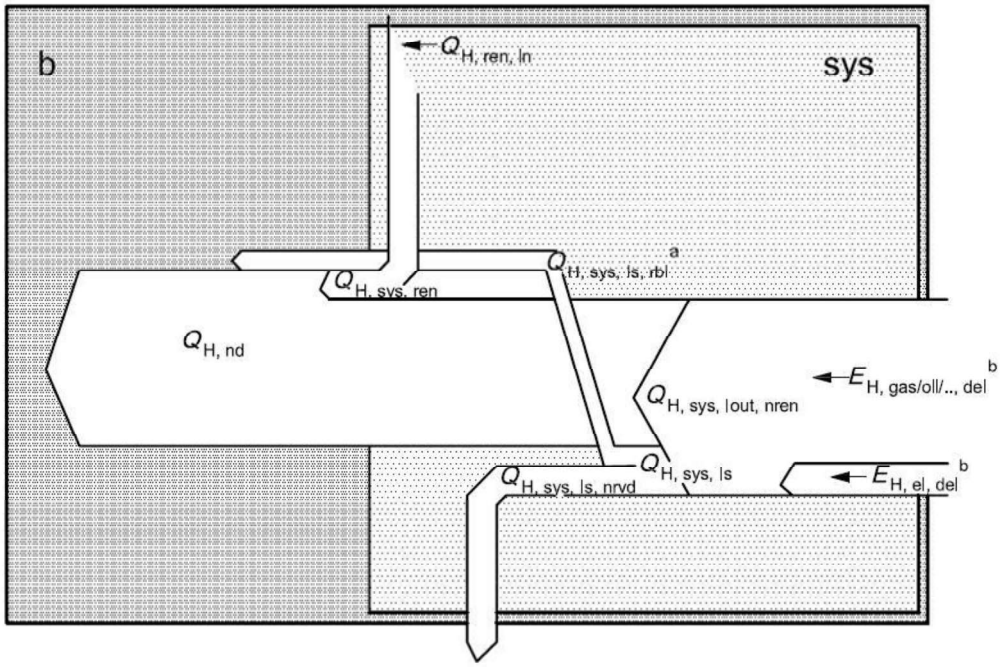
$\eta_{H,gn}$: fattore di utilizzazione degli apporti termici [-]

Q_{gn}: apporti termici totali



IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

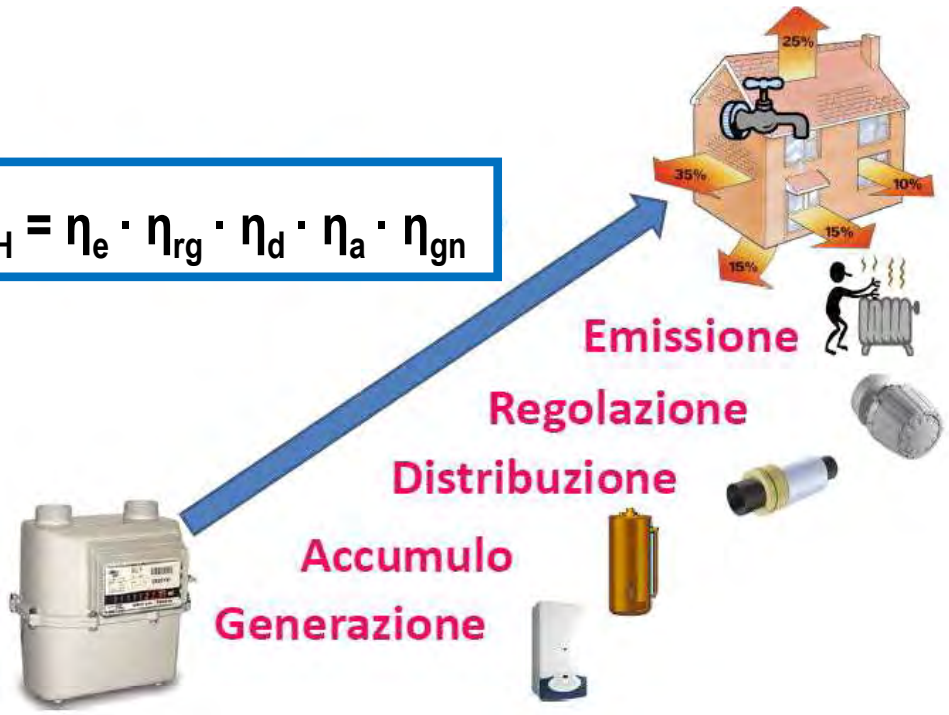
Riscaldamento – lato impianto



IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

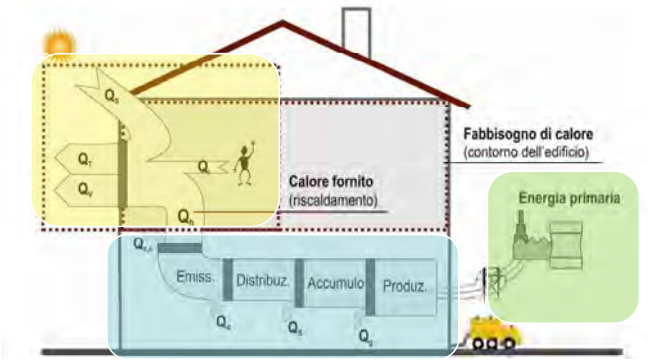
Impianto di riscaldamento – UNI TS 11300-2

$$\eta_H = \eta_e \cdot \eta_{rg} \cdot \eta_d \cdot \eta_a \cdot \eta_{gn}$$



IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Energia Primaria per il riscaldamento



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

Fabbisogno di ENERGIA TERMICA PRIMARIA per il riscaldamento

Fabbisogno di ENERGIA TERMICA dell'involucro

RENDIMENTO globale medio stagionale dell'impianto

IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Indice di prestazione energetica invernale

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

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

S_u 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_{tot} - CLASSIFICAZIONE

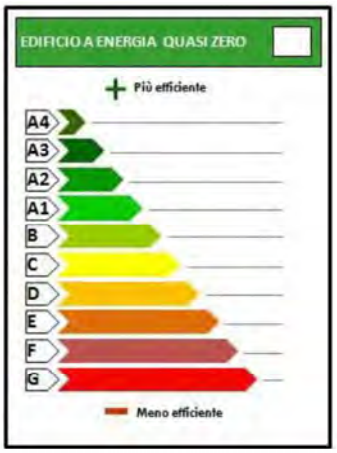
Dal 156/08 All. 9

$Ep_{gl,nr}$ INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO, espresso in energia primaria non rinnovabile (indice nr o nren)

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

$EP_{H,rn}$ INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA PER LA CLIMATIZAZIONE 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 (**$EP_{H,nd}$: indice di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale dell'edificio**) e dal rendimento dell'impianto di riscaldamento (**η_H: rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento**)

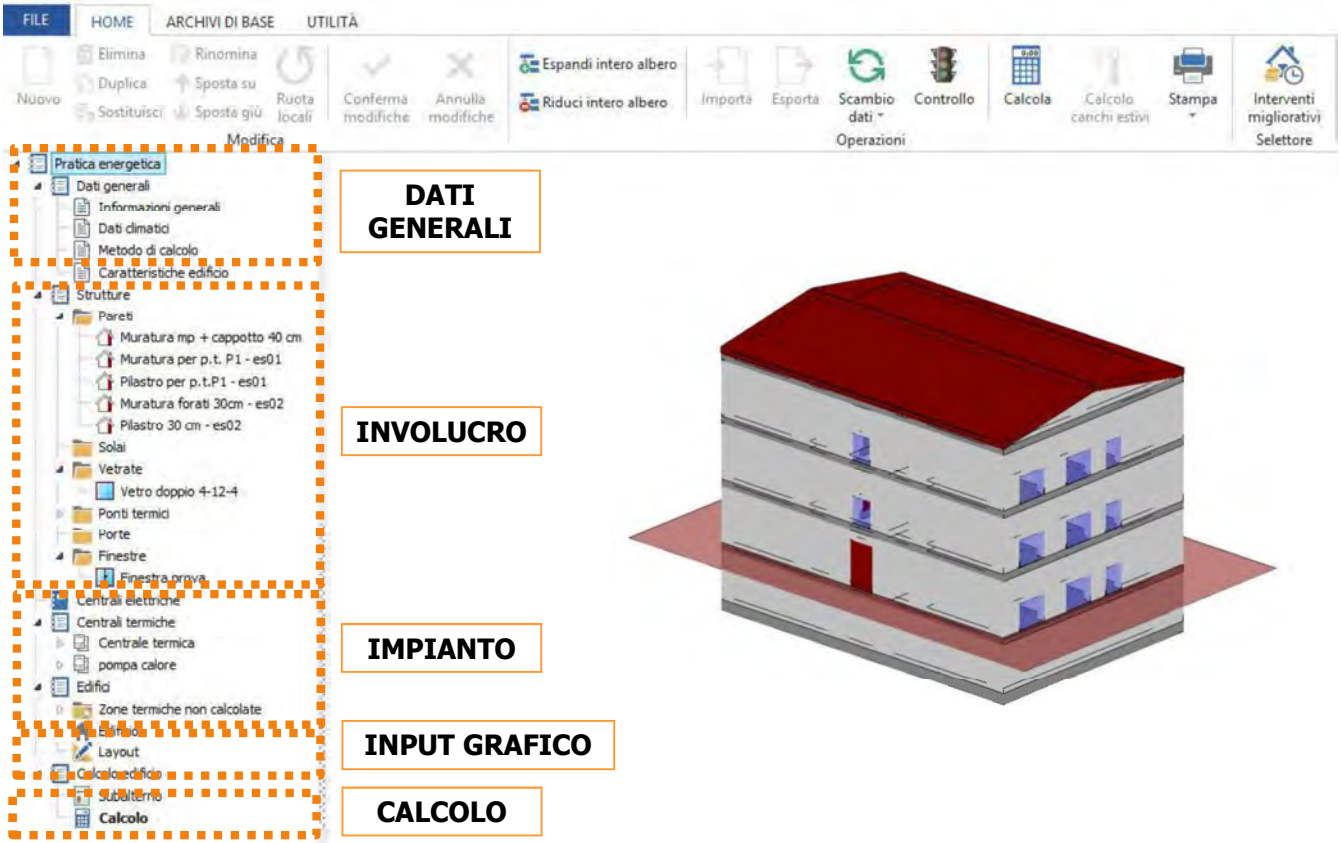


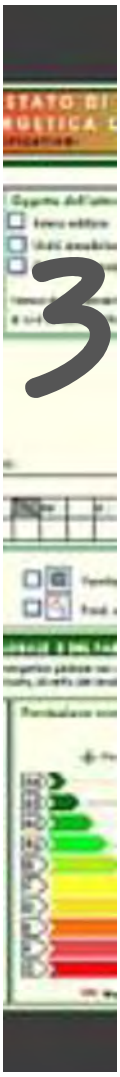
IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Gli applicativi informatici

http://www.edilizianamirial.it/
www.microsoftware.it/certificazione-energetica.asp

IL SOFTWARE TERMO



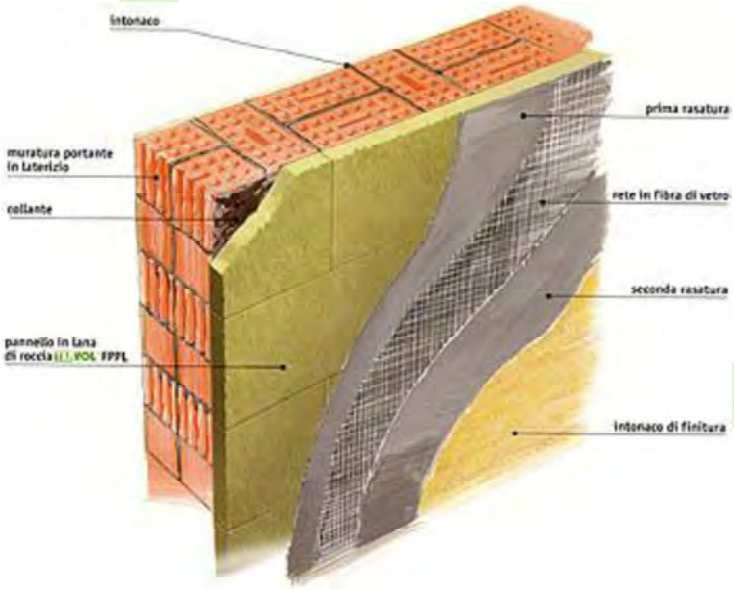


CORSO per Certificatore Energetico

3

TRASMITTANZA E PONTI TERMICI

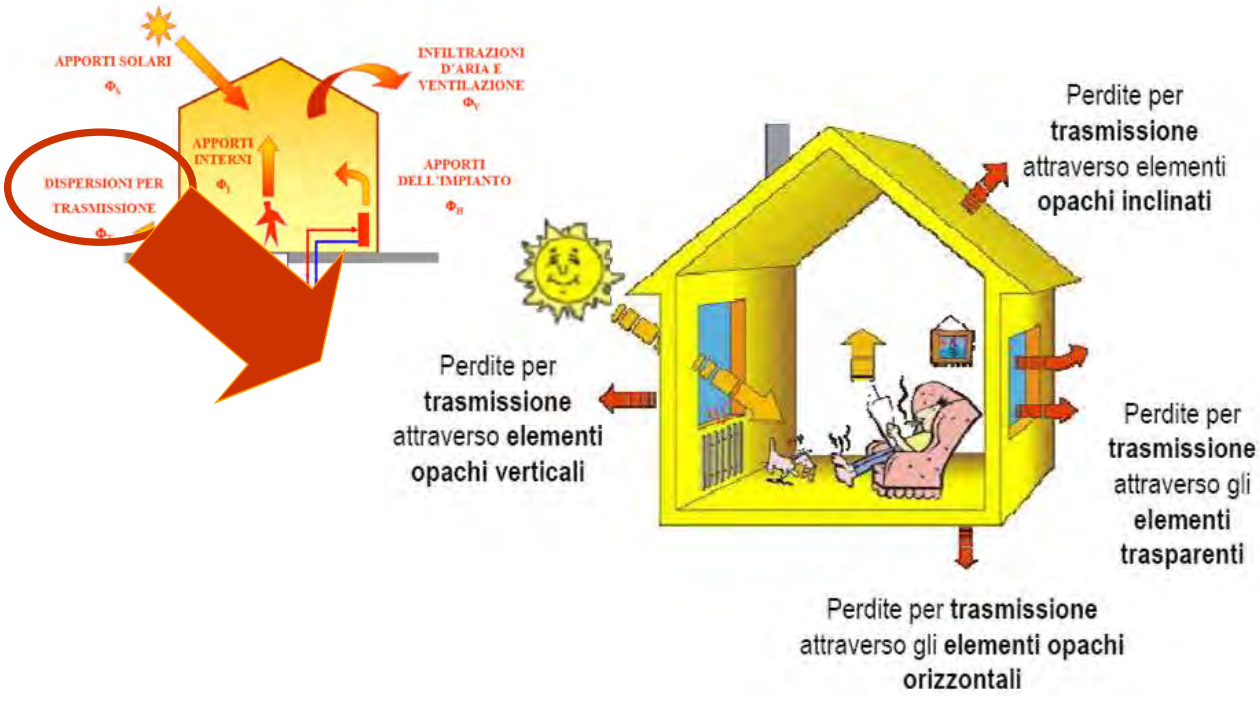
Calcolo della trasmittanza termica, cenni ai Ponti Termici



BILANCIO: TRASMISSIONE

Scambio termico per TRASMISSIONE

UNI TS 11300-1 5.2



BILANCIO: TRASMISSIONE

Scambio termico per trasmissione

UNI TS 11300-1 5.2

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \cdot (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \cdot t + \{\Sigma_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k}\} \cdot t + \boxed{+ \{\Sigma_l (1 - b_{tr,l}) F_{r,l} \Phi_{r,mn,u,l}\} \cdot t} - \boxed{Q_{sol,op}}$$

NEW NEW

$H_{H,tr,adj}$: coefficiente globale di scambio termico per trasmissione, 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]

θ_e: valore medio mensile della temperatura media mensile esterna [°C]

t: la durata del mese considerato [h]

$F_{r,k}$: fattore di forma tra il componente edilizio e la volta celeste [-]

$\Phi_{r,mn,k}$: extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste del componente edilizio k-esimo, mediato sul tempo [W]

BILANCIO: TRASMISSIONE

Coefficiente globale di scambio termico per trasmissione

UNI TS 11300-1 5.2

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

$H_{H,tr,adj}$: coefficiente globale di scambio termico per trasmissione, corretto per tener conto della differenza di temperatura interno-esterno [W/K]

H_D: coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno

H_g: coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso il terreno

H_U: coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione attraverso gli ambienti non climatizzati

H_A: coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione varso altre zone climatizzate a temperatura diversa

$$H_X = b_{tr,x}[\Sigma_i A_i \cdot U_i + \Sigma_k l_k \cdot \Psi_k + \Sigma_j \chi_j]$$

UNI EN 13790 8.3.1

BILANCIO: TRASMISSIONE

Coefficiente globale di scambio termico per trasmissione

UNI TS 11300-1 11.1

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

$H_{tr,adj}$: 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^2]

U_i: trasmittanza termica di ciascun componente, i, termicamente uniforme, che separa l'ambiente climatizzato dall'ambiente esterno [W/(m^2 K)]

l_K: lunghezza del ponte termico lineare [m]

Ψ_k : trasmittanza termica lineare del ponte termico [W/mK]

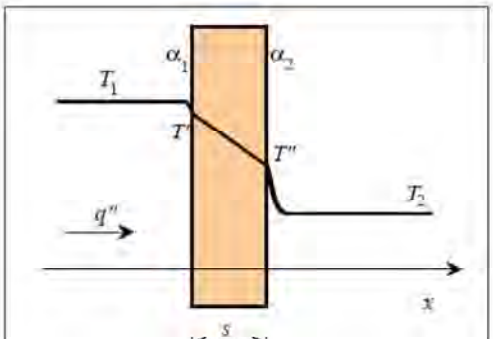
NEW **Sempre, anche per edifici esistenti**

χ_j : trasmittanza termica puntuale del ponte termico [W/K]

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

$$H_D = \Sigma_i A_i \cdot U_i + \Sigma_k l_k \cdot \Psi_k$$

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



- α_i adduttanza sulla superficie interna della struttura (coefficiente che considera gli effetti dello scambio termico per convezione e per irraggiamento) [W/(m² K)]
- α_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]
- λ_j conduttività di ogni strato componente la struttura opaca [W/(m K)]

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

Le resistenze superficiali

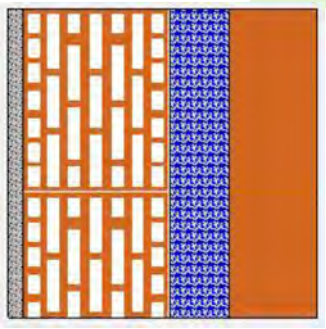
Resistenza superficiale convenzionale			
Resistenza superficiale (m²K)/W	Direzione del flusso termico		
	ascendente	orizzontale	discendente
R_{si}	0.10	0.13	0.17
R_{se}	0.04	0.04	0.04

Nota1 I valori indicati sono valori di progetto. Per la dichiarazione della trasmittanza termica di componenti e negli altri casi in cui sono richiesti valori indipendenti dalla direzione del flusso termico, o quando questo ultimo è noto possa variare, si raccomanda di utilizzare i valori corrispondenti al flusso termico orizzontale.

Nota 2 Le resistenze termiche superficiali si applicano a superfici a contatto con l'aria. Le resistenze termiche superficiali non si applicano a superfici a contatto con altri materiali.

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

Esempio di calcolo della trasmittanza



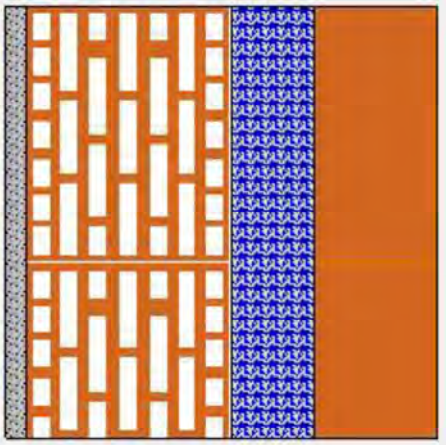
Esempio:
parete a cassa vuota con intercapedine isolata, con rivestimento esterno in mattoni pieni faccia a vista, di spessore complessivo 42 cm

Materiale	**Conducibilità termica λ** (W/mK)	**Spessore** (cm)	**Resistenza termica R** (m^2K/W)
Intonaco	0,7	2	0,029
Blocchi forati in laterizio	0,33	20	0,599
Isolante – polistirene espanso estruso	0,036	8	2,222
Mattoni pieni in laterizio	0,8	12	0,150

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

Esempio di calcolo della trasmittanza

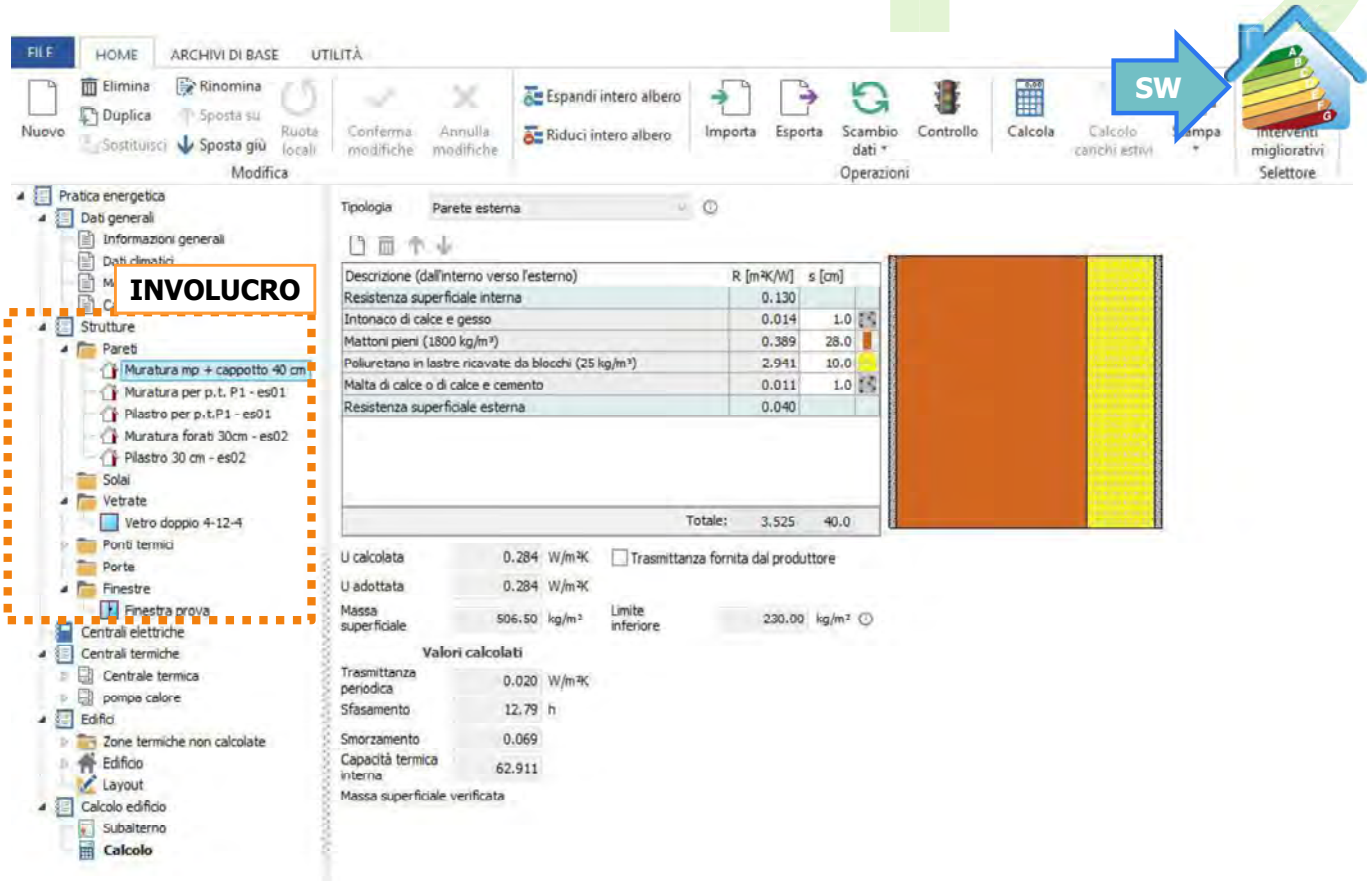
Descrizione (dall'interno verso l'esterno)	R [m²K/W]	s [cm]
Resistenza superficiale interna	0,130	
Intonaco di calce e gesso	0,029	2,0
Blocco forato di laterizio (250*200*250) spessore 200 (Foratura v	0,599	20,0
Polistirene espanso estruso, con pelle (30 kg/m³)	2,222	8,0
Mattone pieno di laterizio (250*120*50) spessore 120	0,150	12,0
Resistenza superficiale esterna	0,040	
Totale:	3,170	42,0



$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_j \frac{S_j}{\lambda_j} + R_{se}}$$

U= 0,315

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA



CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

La conducibilità termica λ di un materiale

KNAUF INSULATION

Pannelli isolanti in poliuretano espanso rigido - PIR

Polythan 023

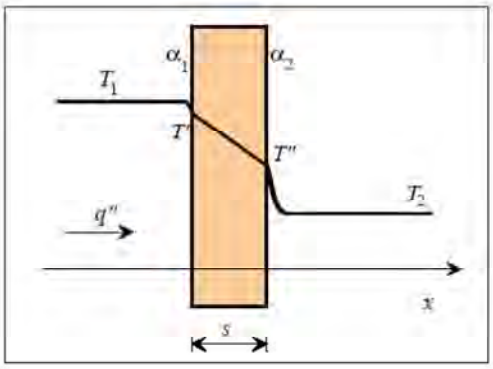
Pannello rigido in schiuma poliuretanica Knauf Insulation rivestito su entrambi i lati con rivestimento multistrato di carta metallizzata.

Caratteristiche	Valore	Unità di misura	Norma
Densità	36 ± 1,5	kg/m³	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 λ_D	0,023	W/mK	EN 13165
Resistenza termica dichiarata R_D			
Spessore (mm) 20	0,85	m²K/W	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		

BILANCIO: TRASMISSIONE

$$H_D = \Sigma_i A_i \cdot U_i + \Sigma_k l_k \cdot \Psi_k$$

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



Per il calcolo della trasmittanza termica dei componenti opachi, occorre che:

- le proprietà termofisiche dei materiali siano ricavate dai dati di accompagnamento della marcatura CE (ove disponibile), opportunamente corretti per tenere conto delle condizioni in cui si opera mediante il metodo descritto nella UNI EN ISO 10456, oppure da dati di progetto forniti dalla UNI EN ISO 10456 o dalla UNI 10351 o dalla UNI EN 1745;

λ corrette in base alle reali condizioni in opera NEW

BILANCIO: TRASMISSIONE

λ corrette in base alle reali condizioni in opera da norma UNI 10351 NEW

Conduttività indicativa di riferimento, λ_m

La colonna della conduttività indicativa di riferimento λ_m si riferisce alla conduttività apparente misurata o misurabile in laboratorio su campioni di spessore uguale o maggiore di 10 cm, alla temperatura media di 293 K, con le apparecchiature e i procedimenti indicati nelle UNI 7745 e UNI 7891. In aggiunta a quanto previsto dalle norme citate, la differenza di temperatura tra le facce delle provette deve essere maggiore di 15 K per materiali la cui massa volumica è minore di 300 kg/m^3, inoltre l'umidità percentuale in massa al termine della prova su materiali organici deve essere minore del 2%.
I valori numerici di λ_m definiscono il limite superiore della conduttività apparente misurata o misurabile nelle condizioni citate.
La differenza tra i valori di λ_m ed i valori delle medie aritmetiche dei dati riscontrabili nella produzione costante è compresa usualmente tra il 5% e il 50%.
I dati relativi a prodotti non costanti possono superare talvolta anche del 50% i valori di λ_m indicati nel prospetto.
I valori di λ_m hanno valore indicativo poiché non è possibile identificare tutte le tecnologie di produzione e tutti i tipi di materiali esistenti sul mercato.
Quando i valori di λ_m sono stati desunti da specificazioni UNI relative alla conduttività apparente del materiale, il numero della norma è citata nel prospetto.

BILANCIO: TRASMISSIONE

λ corrette in base alle reali condizioni in opera da norma UNI 10351

NEW

Maggiorazione percentuale, *m*

La colonna della maggiorazione percentuale, *m*, tiene conto, in condizioni medie di esercizio, del contenuto percentuale di umidità, espressa in massa di acqua riferita alla massa del materiale secco (minore dell'1% per laterizi, da 2 a 5% per calcestruzzi e malte, umidità di equilibrio con un ambiente a 293 K e 65% di umidità relativa per isolanti leggeri, salvo diversa indicazione data in prospetto); tiene conto inoltre dell'invecchiamento, del costipamento dei materiali sfusi, della manipolazione e della installazione eseguita a regola d'arte (è impossibile tenere conto dell'influenza di una cattiva manipolazione o di una cattiva installazione); tiene conto infine della tolleranza sullo spessore quando esso è uguale a 10 cm (è perciò necessario un calcolo della sua influenza effettiva per spessori minori di 10 cm). Non tiene invece conto delle tolleranze sulle masse volumiche nominali.
Se le effettive condizioni di esercizio del materiale o del manufatto non coincidono con quelle indicate, occorre ricalcolare i coefficienti di correzione *m*.
Quando lo spessore dell'isolante è minore di 10 cm, le maggiorazioni percentuali *m* possono essere modificate solo per tener conto della effettiva influenza delle tolleranze nello spessore, come accennato sopra. È invece possibile modificare la conduttività indicativa di riferimento λ_m in funzione dello spessore, se è nota la dipendenza di λ_m da questo parametro.
Quando sono reperibili dati di letteratura relativi ai soli dati di laboratorio o sono reperibili solo indicazioni di larga massima ai fini dei calcoli, il valore di *m* è stato omesso.

BILANCIO: TRASMISSIONE

λ corrette in base alle reali condizioni in opera da norma UNI 10351

NEW

Laterizi

Per mattoni forati la conduttività non è definibile né misurabile; i valori assegnati a λ_m e a λ devono intendersi pertanto solamente come grandezze dimensionalmente equivalenti a conduttività termiche e ricavabili dal prodotto delle conduttanze per lo spessore. Le masse volumiche e le conduttività indicative di riferimento λ_m si riferiscono al solo laterizio (includendo nel volume del laterizio fori e porosità), mentre le conduttività utili di calcolo si riferiscono alla muratura completa; ne consegue che la maggiorazione *m* non tiene solo conto degli usuali fattori di maggiorazione, ma con-

Materiale	ρ (kg/m³)	$\delta_a \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	$\delta_s \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	λ_m (W/mK)	*m* %	λ (W/mK)
globa anche l'effetto della presenza delle malte tra laterizio e laterizio. Le presenti indicazioni sono necessariamente di prima approssimazione; dati più rigorosi possono essere valutati conoscendo il tipo di laterizio e il tipo di malta che compongono la muratura. Per ulteriori informazioni vedere UNI 10355. Valori di calcolo relativi a pareti interne con umidità dello 0,5%[3]; per pareti esterne con umidità dell'1,5% raddoppiare i valori di *m*.						
— mattoni pieni, forati, leggeri, mattoni ad alta resistenza meccanica	600	18 a 36	18 a 36	0,13	90	0,25
	800			0,18	65	0,30
	1 000			0,24	48	0,36
	1 200			0,32	35	0,43
	1 400			0,40	25	0,50
	1 600			0,50	18	0,59
	1 800			0,63	14	0,72
	2 000			0,80	12	0,90

BILANCIO: TRASMISSIONE

λ corrette in base alle reali condizioni in opera da norma UNI 10351

NEW

(Polistirene)

Materiale	ϱ (kg/m³)	$\delta_a \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	$\delta_u \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	λ_m (W/mK)	m %	λ (W/mK)
— polistirene (contenuto di umidità in pareti interne[3]) da 1 a 2%; per applicazioni contro il terreno[4]) sino al 20%; per i prodotti estrusi i valori di umidità indicati devono essere circa dimezzati. La conduttività aumenta da 0,1 a 0,5% per ogni % di umidità)						
— espanso sinterizzato per alleggerimento strutture	15	3,6 a 9	3,6 a 9	0,041	10	0,045
— espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi (conforme a UNI 7891, le masse volumiche sono quelle nominali indicate nella norma; conduttività di riferimento ricalcolate a 293 K e per 10 cm di spessore)	20	2,5 a 6	2,5 a 6	0,037	10	0,041
	25			0,036	10	0,040
	30	1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,036	10	0,040
— espanso sinterizzato, in lastre ricavate da blocchi	10	3,6 a 9	3,6 a 9	0,051	10	0,059
	15	2,5 a 6	2,5 a 6	0,043	10	0,047
	20	1,8 a 4,5	1,8 a 4,5	0,040	10	0,044
	25			0,039	10	0,042
	30			0,038	10	0,042
— espanso, in lastre stampate per termocompressione	20			0,036	10	0,040
	25			0,035	10	0,039
	30			0,035	10	0,039
— espanso estruso, con pelle (valori di calcolo applicabili fino a 10 anni di esercizio anche all'esterno senza protezione dall'acqua; per invecchiamento a tempo indeterminato non sono disponibili dati convalidati sperimentalmente)	30			0,031	10	0,036
	35			0,030	10	0,035
— espanso estruso, senza pelle (valori di calcolo applicabili fino a 10 anni di esercizio, per invecchiamento a tempo indeterminato non sono disponibili dati convalidati sperimentalmente)	30	0,6 a 2,2	0,6 a 2,2	0,037	10	0,041
	50			0,028	20	0,034

BILANCIO: TRASMISSIONE

Caratterizzazione termica dei componenti d'involucro - opachi

In assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, i valori dei parametri termici dei componenti edilizi di edifici esistenti possono essere ricavati dalla UNI/TR 11552 o da letteratura tecnica in funzione della tipologia edilizia e del periodo di costruzione.

NEW

Introdotta una norma di supporto con gli abachi per gli edifici esistenti: UNI TR 11552:2014

Prospetto A.1 - Trasmittanza termica delle chiusure verticali opache[a)b)] [W/(m²K)].

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

a) I sottofinestra devono essere computati come strutture a parte.

b) In presenza di strutture isolate dall'esterno, la trasmittanza della parete può essere calcolata sommando alla resistenza termica della struttura non isolata, scelta dal prospetto A.1, la resistenza termica dello strato isolante aggiunto.

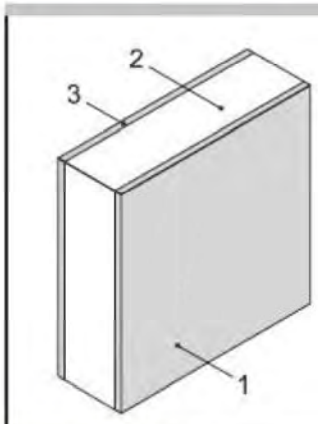
c) I valori della trasmittanza sono calcolati considerando la camera d'aria a tenuta.

Abrogate APPENDICI A e B UNI TS 11300:2008

BILANCIO: TRASMISSIONE

La Norma UNI TR 11552 – i nuovi abachi

MLP01 - Muratura in Mattoni Pieni [1]



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Intonaco interno	2	1400	1000	0,700	-
2 Mattoni pieni	12-64	1800	1000	0,720	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]	κ_i [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
2 - 12 - 2	2,58	**67,3**	**1,639**
2 - 25 - 2	1,76	**68,6**	**0,470**
2 - 38 - 2	1,34	**63,1**	**0,136**
2 - 51 - 2	1,08	**61,8**	**0,039**
2 - 64 - 2	0,90	**62,0**	**0,011**

BILANCIO: TRASMISSIONE

La Norma UNI TR 11552 – i nuovi abachi

ex Appendice A

prospetto 2 **Trasmittanza termica di chiusure verticali opache [W/(m² K)]a) b)**

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 c)
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.

BILANCIO: TRASMISSIONE

La Norma UNI TR 11552 – i nuovi abachi

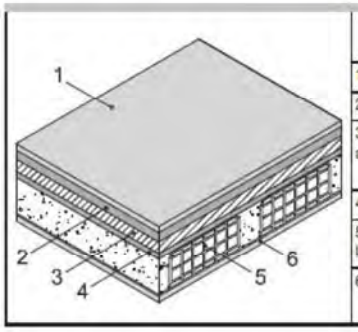
ex Appendice A

Spessore [m]	Zona Climatica			
	C - D		E - F	
	Anno di costruzione			
	1976-1985	1986-1991	1976-1985	1986-1991
Chiusure verticali opache coibentate verso l'esterno [W/(m² K)]				
0,25	1,20	0,81	0,81	0,61
0,30	1,15	0,79	0,79	0,60
0,35	1,10	0,76	0,76	0,59
0,40	1,10	0,76	0,76	0,59
Chiusure verticali opache coibentate verso ambienti non climatizzati o climatizzati a diversa temperatura [W/(m² K)]				
0,25	1,11	0,77	0,77	0,59
0,30	0,99	0,71	0,71	0,55
0,35	0,98	0,70	0,70	0,55

BILANCIO: TRASMISSIONE

La Norma UNI TR 11552 – i nuovi abachi

SOL02 - Solaio in laterocemento - blocchi collaboranti, esempio 1- [3]



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Pavimentazione interna - gres	1,5	1700	1000	1,470	-
2 Malta di cemento	2	2000	1000	1,400	-
3 Massetto in calcestruzzo alleggerito	2 6 12	400 900 1400	1000	0,580	-
4 Malta di cemento	2	2000	1000	-	0,300 a) 0,350 a)
5 Soletta (blocchi in laterizio+travetti in calcestruzzo)	16 24	900	1000		
6 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]			κ_i [kJ/(m² K)]	Y_{ie} [W/(m²K)]
	Fl.ascendente	Fl.discendente	Fl.orizzontale		
1,5 - 2 - 2 – (2+ 16)- 2	1,92	1,69	1,81		
1,5 - 2 - 2 – (2 +24) - 2	1,75	1,56	1,66		
1,5 - 2 - 6 – (2+16)- 2	1,69	1,51	1,61		
1,5 - 2 - 6 – (2 +24)- 2	1,56	1,41	1,49		
1,5 - 2 -12 – (2+16)- 2	1,44	1,31	1,38		
1,5 - 2 -12 – (2+24)- 2	1,34	1,23	1,29		

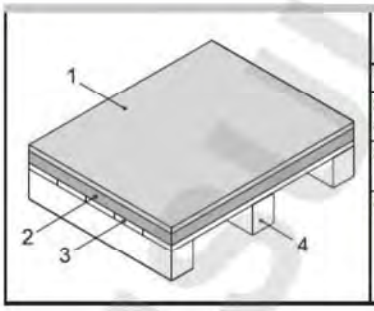
NOTA 1 A titolo esemplificativo si ipotizza una pavimentazione in gres ceramico.

a) Resistenza termica ricavata secondo la norma UNI 10355.

BILANCIO: TRASMISSIONE

La Norma UNI TR 11552 – i nuovi abachi

SOL11 - Solaio in legno, esempio 3 [3]



Strato	d [cm]	ρ [kg/m³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m²K/W]
1 Pavimentazione interna - gres	1,5	1700	1000	1,470	-
2 Massetto in calcestruzzo alleggerito	2-12	400-1400	1000	0,580	-
3 Assito in legno	3 6	710	2400 2700	0,180	-
4 Travi secondarie - legno					

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m² K)]			$\kappa_{i_{20}}$ [kJ/(m² K)]	$Y_{ie_{20}}$ [W/(m²K)]
	Fl.ascendente	Fl.discendente	Fl.orizzontale		
1,5 - 2 - 3	2,65	2,37	2,62		
1,5 - 6 - 3	2,38	2,04	2,22		
1,5 - 12 - 3	1,91	1,68	1,81		
1,5 - 2 - 6	1,93	1,70	1,83		
1,5 - 6 - 6	1,70	1,52	1,62		
1,5 - 12 - 6	1,45	1,32	1,39		

NOTA 1 A titolo esemplificativo si ipotizza una pavimentazione in gres ceramico.

NOTA 2 A titolo esemplificativo si ipotizza un assito in acero (con flusso perpendicolare alle fibre).

BILANCIO: TRASMISSIONE

La Norma UNI TR 11552 – i nuovi abachi

ex Appendice A

Strutture non coibentate		
Spessore [m]	Tetto a falda in laterizio	Tetto in legno
0,20	2,20	1,80
0,25	2,10	
0,30	1,80	
0,35	1,60	

Strutture coibentate				
Spessore [m]	Zona Climatica			
	C o D		E o F	
	Anno di costruzione			
	1976-1985	1986-1991	1976-1985	1986-1991
0,20	2,20	1,17	1,17	0,80
0,25	2,10	1,14	1,14	0,78
0,30	1,80	1,05	1,05	0,74
0,35	1,60	0,97	0,97	0,70

NOTA Per le coperture inclinate il comportamento dinamico della struttura dovrebbe essere valutato con metodi dinamici, in quanto occorre tener conto dell'effetto eventuale della ventilazione sotto tegola.

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA

Trasmittanza di una finestra

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

$U_g =$ trasmittanza termica dell'elemento vetrato

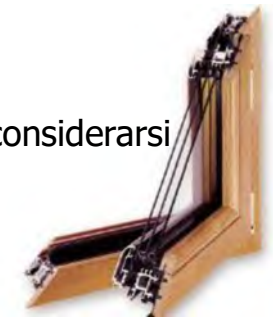
$U_f =$ trasmittanza termica del telaio

$\psi_g =$ trasmittanza lineare del giunto fra le lastre di vetro, da considerarsi solo in presenza di più vetri

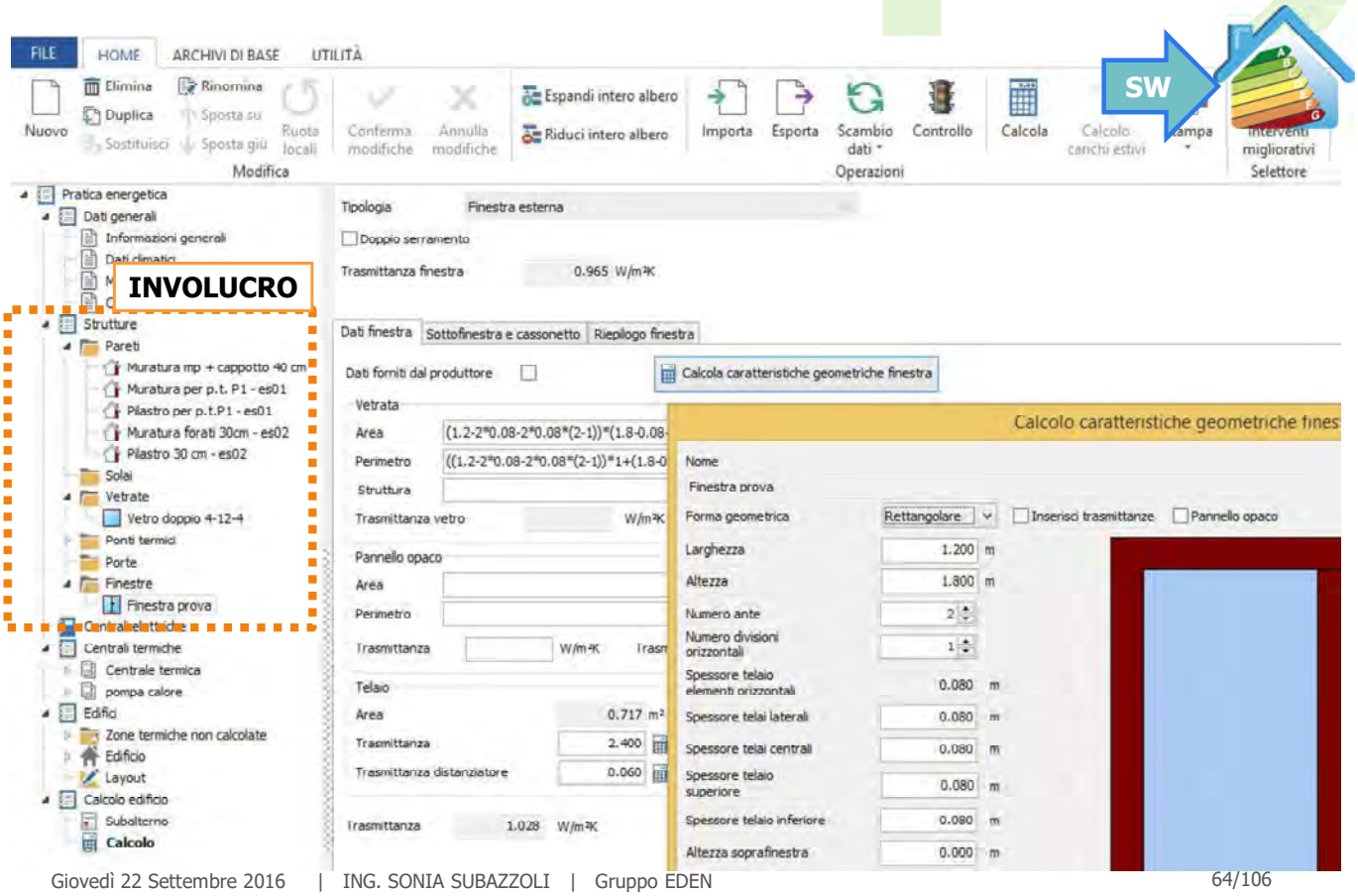
$L_g =$ perimetro della superficie vetrata

$A_g =$ area del vetro

$A_f =$ area del telaio (calcolata considerando la proiezione su un piano parallelo al vetro)



CALCOLO DELLA TRASMITTANZA



BILANCIO: TRASMISSIONE

Caratterizzazione termica dei componenti d'involucro - trasparenti

Prospetto C.1 – Trasmittanza termica di vetrate verticali doppie e triple riempite con diversi gas [W/(m²K)]

Vetrata				Tipo di gas nell'intercapedine (concentrazione del gas ≥ 90%)				
Tipo	Vetro	Emissività normale	Dimensioni mm	Aria	Argon	Krypton	SF_6	Xenon
Vetrata doppia	Vetro normale	0,89	4-6-4	3,3	3,0	2,8	3,0	2,6
			4-8-4	3,1	2,9	2,7	3,1	2,6
			4-12-4	2,8	2,7	2,6	3,1	2,6
			4-16-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
			4-20-4	2,7	2,6	2,6	3,1	2,6
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,20	4-6-4	2,7	2,3	1,9	2,3	1,6
			4-8-4	2,4	2,1	1,7	2,4	1,6
			4-12-4	2,0	1,8	1,6	2,4	1,6
			4-16-4	1,8	1,6	1,6	2,5	1,6
			4-20-4	1,8	1,7	1,6	2,5	1,7
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,15	4-6-4	2,6	2,3	1,8	2,2	1,5
			4-8-4	2,3	2,0	1,6	2,3	1,4
			4-12-4	1,9	1,6	1,5	2,3	1,5
			4-16-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
			4-20-4	1,7	1,5	1,5	2,4	1,5
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,10	4-6-4	2,6	2,2	1,7	2,1	1,4
			4-8-4	2,2	1,9	1,4	2,2	1,3
			4-12-4	1,8	1,5	1,3	2,3	1,3
			4-16-4	1,6	1,4	1,3	2,3	1,4
			4-20-4	1,6	1,4	1,4	2,3	1,4
	Una lastra con trattamento superficiale	≤0,05	4-6-4	2,5	2,1	1,5	2,0	1,2
			4-8-4	2,1	1,7	1,3	2,1	1,1
			4-12-4	1,7	1,3	1,1	2,1	1,2
			4-16-4	1,4	1,2	1,2	2,2	1,2
			4-20-4	1,5	1,2	1,2	2,2	1,2

Ripresa
APPENDICE C
UNI TS 11300:2008

Diventa
APPENDICE B
Confermato il prospetto sui vetri, ampliato quello relativo ai telai

BILANCIO: TRASMISSIONE

Materiale	Tipo	Trasmittanza termica U_f [W/(m²xK)]
Poliuretano	con anima di metallo e spessore di PUR ≥5 mm	2,8
PVC - profilo vuoto	con due camere cave	2,2
	con tre camere cave	2,0
	con cinque camere cave	1,2
	con sei camere cave	1,0
Legno duro (rovere, mogano, iroko)	spessore 50 mm	2,2
	spessore 60 mm	2,0
	spessore 70 mm	1,9
	spessore 90 mm	1,6
Legno tenero (pino, abete, larice, douglas, hemlock)	spessore 50 mm	2,0
	spessore 60 mm	1,8
	spessore 70 mm	1,6
	spessore 90 mm	1,3
Metallo	senza taglio termico	7,0
Metallo con taglio termico	dimensioni sezione: 45-55 mm lunghezza barrette taglio termico: 14-16 mm	2,8
	dimensioni sezione: 60-70 mm lunghezza barrette taglio termico: 22-28 mm	2,5
	dimensioni sezione: 70-75 mm lunghezza barrette taglio termico: 30-36 mm	2,2
	dimensioni sezione: 70-75 mm lunghezza barrette taglio termico: 36-42 mm riempimento della cavità tramite schiuma	1,6
	dimensioni sezione: 90 mm lunghezza barrette taglio termico: 52-58 mm riempimento della cavità tramite schiuma	1,1

Ripresa
APPENDICE C
UNI TS 11300:2008

~~Prospetto C.2 – Trasmittanza termica di telai per finestre, porte e porte finestre~~

Materiale	Tipo	Trasmittanza termica U_f [W/(m²K)]
Poliuretano	con anima di metallo e spessore di PUR ≥5 mm	2,8
PVC - profilo vuoto	con due camere cave	2,2
	con tre camere cave	2,0
Legno duro	spessore 70 mm	2,1
Legno tenero	spessore 70 mm	1,8
Metallo con taglio termico	distanza minima di 20 mm tra sezioni opposte di metallo	[illegible]

Diventa
APPENDICE B
Confermato il prospetto sui vetri, ampliato quello relativo ai telai

BILANCIO: TRASMISSIONE

$$H_{tr} = b_{tr,U} [\Sigma_i A_i \cdot U_i + \Sigma_k l_k \cdot \Psi_k]$$

Fattore di correzione $b_{tr,U}$ (da UNI EN 12831:2006)

Ambiente confinante	$b_{tr,U}$
Ambiente	
- con una parete esterna	0,4
- senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	0,5
- con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)	0,6
- con tre pareti esterne (per esempio vani scala esterni)	0,8
Piano interrato o seminterrato	
- senza finestre o serramenti esterni	0,5
- con finestre o serramenti esterni	0,8
Sottotetto	
- tasso di ventilazione del sottotetto elevato (per esempio tetti ricoperti con tegole o altri materiali di copertura discontinua) senza rivestimento con feltro o assito	1,0
- altro tetto non isolato	0,9
- tetto isolato	0,7
Aree interne di circolazione (senza muri esterni e con tasso di ricambio d'aria minore di 0,5 h^{-1})	0,0
Aree interne di circolazione liberamente ventilate (rapporto tra l'area delle aperture e volume dell'ambiente maggiore di 0,005 m^2/m^3)	1,0
Solette sospese (solette sopra vespaio)	0,8
Pavimento o parete controterra	0,45

Nella UNI TS 11300:2008 era tabella a parte per $b_{tr,g}$

I PONTI TERMICI

$$H_D = \Sigma_i A_i \cdot U_i + \Sigma_k l_k \cdot \Psi_k$$

I **ponti termici** sono punti di una costruzione che presentano flussi termici più rapidi rispetto alle parti circostanti e che provocano scambi di calore più accentuati.

- d'inverno conduce calore dall'interno di una casa verso l'esterno;
- d'estate veicola calore dall'esterno all'interno.

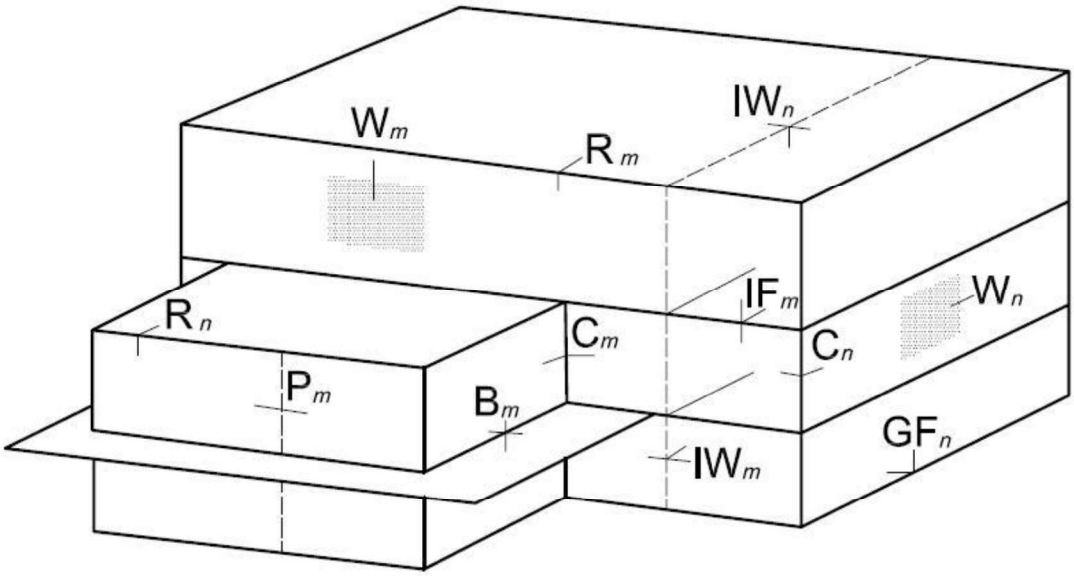
Portano ad un incremento delle perdite di calore e possono provocare la diminuzione di temperatura della superficie interna dell'edificio tale da causare rischi di condensazione superficiale.

I PONTI TERMICI

Immagini termografiche

I PONTI TERMICI

Ponti termici: norma EN ISO 14683



Key

B_m, C_m, C_n, GF_n, IF_m, IW_m, IW_n, P_m, R_m, R_n, W_m, W_n locations of the thermal bridge

BILANCIO: TRASMISSIONE

$$H_D = \Sigma_i A_i \cdot U_i + \Sigma_k l_k \cdot \Psi_k$$

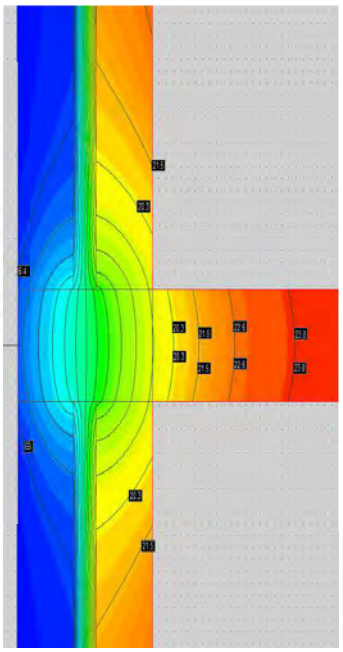
Ponti termici

Lo scambio di energia termica per trasmissione attraverso i ponti termici deve essere calcolato secondo il punto 5 della UNI EN ISO 14683:2008.

Nella valutazione sul progetto i valori di trasmittanza termica lineare devono essere determinati esclusivamente attraverso il calcolo numerico in accordo alla UNI EN ISO 10211 oppure attraverso l'uso di atlanti di ponti termici conformi alla UNI EN ISO 14683.

Per gli edifici esistenti è ammesso in aggiunta l'uso di metodi di calcolo manuali conformi alla UNI EN ISO 14683. È sempre da escludersi l'utilizzo dei valori di progetto della trasmittanza termica lineare riportati nell'allegato A della UNI EN ISO 14683:2008.

Nel caso in cui il ponte termico si riferisca ad un giunto tra due strutture che coinvolgono due zone termiche diverse, il valore della trasmittanza termica lineare, dedotto dalla UNI EN ISO 14683, deve essere ripartito in parti uguali tra le due zone interessate[15].



BILANCIO: TRASMISSIONE

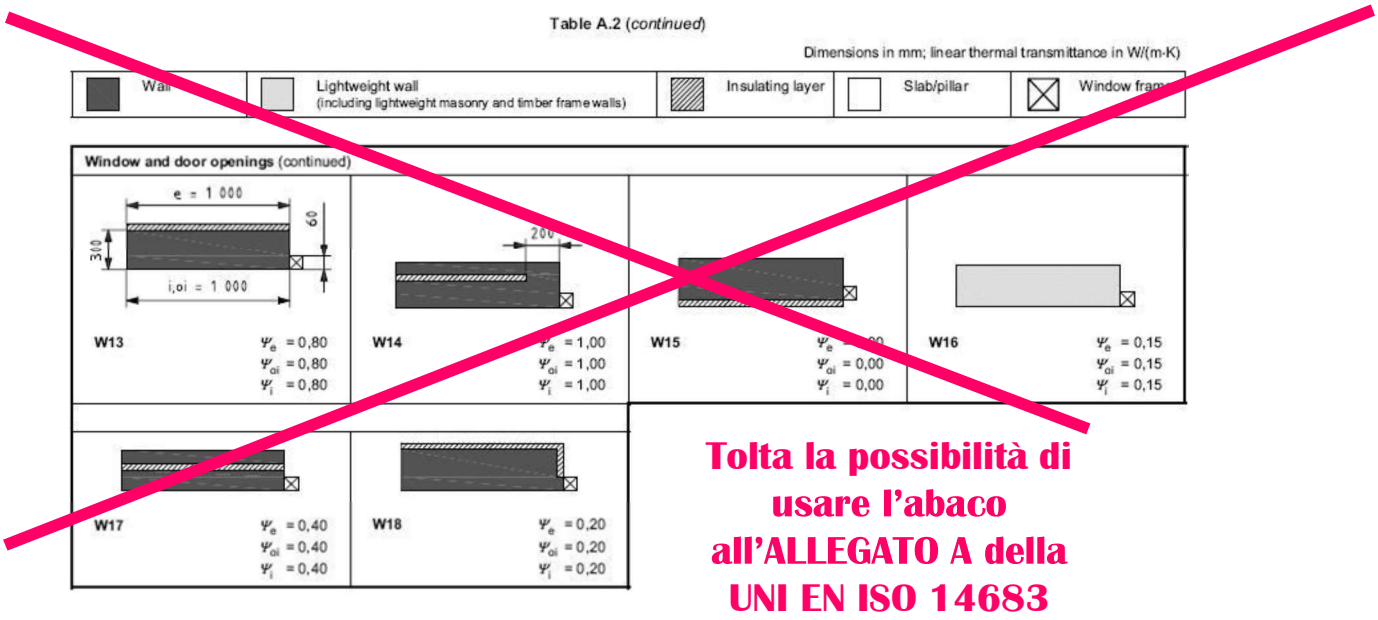
$$H_D = \Sigma_i A_i \cdot U_i + \Sigma_k l_k \cdot \Psi_k$$

Descrizione della struttura	Maggiorazione[11]
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) senza aggetti/balconi e ponti termici corretti	5
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto) con aggetti/balconi	15
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra (senza isolante)	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati (senza isolante)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico corretto)	10
Parete a cassa vuota con isolamento nell'intercapedine (ponte termico non corretto)	20
Pannello prefabbricato in calcestruzzo con pannello isolante all'interno	30

Tolta la possibilità di calcolare i Ponti Termici come maggiorazione percentuale delle trasmittanze per gli edifici esistenti!

BILANCIO: TRASMISSIONE

$$H_D = \Sigma_i A_i \cdot U_i + \Sigma_k l_k \cdot \Psi_k$$



Tolta la possibilità di usare l'abaco all'ALLEGATO A della UNI EN ISO 14683

CALCOLO DEI PONTI TERMICI

Calcolo e Abachi dei Ponti Termici

Per il calcolo della trasmittanza termica lineare o lineica **Ψ** le due alternative sono pertanto:

- Calcolarsi Φ^{2D} attarverso un software di calcolo agli elementi finiti

  Lawrence Berkeley National Laboratory - **THERM**
  http://windows.lbl.gov/software/therm/therm.html

- 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

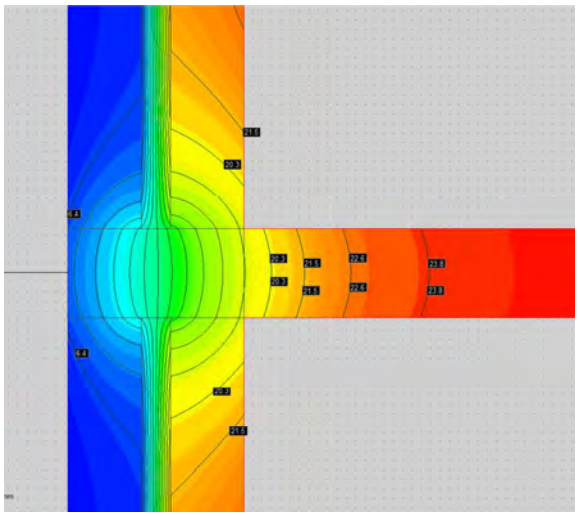
CALCOLO DEI PONTI TERMICI

Calcolo agli elementi finiti da ISO 10211

Come riportato nella norma UNI EN ISO 10211:2008, la trasmittanza termica lineare o lineica Ψ è pari:

- all'**incremento di flusso termico Φ^{2D}** rispetto al valore ottenuto con il calcolo monodimensionale **Φ^{1D}**, che si ha per lo **sviluppo di un campo termico bi-tri dimensionale**, in regime stazionario
- diviso per una **lunghezza caratteristica** del ponte termico **L_{PT}**
- diviso per la differenza di temperatura tra gli ambienti posti a ciascun lato **Δθ**

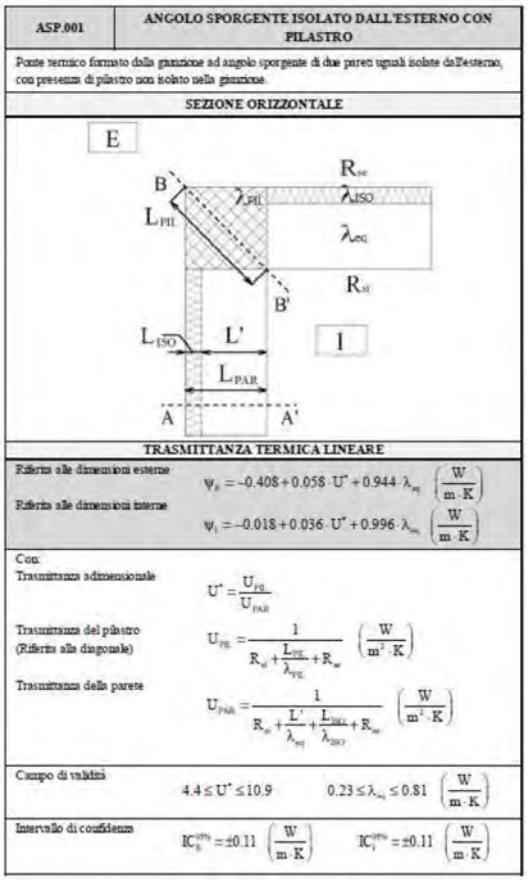
$$\Psi = \frac{\Phi^{2D} - \sum_i^N \Phi_i^{1D}}{L_{PT} \cdot \Delta\theta}$$



PONTI TERMICI – ABACO CENED

Come è costruito l'Abaco CENED

- Una scheda per ogni Ponte Termico codificato, 90 schede in totale, contenenti:
- Disegno bidimensionale del nodo con dimensioni caratteristiche per il calcolo del ponte termico
- Formule semplificate per il calcolo delle trasmittanze lineiche Ψ_I e Ψ_E in funzione di quattro semplici parametri di calcolo
- Campo di validità dell'Abaco, ottenuto in base



ASP.001	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO DALL'ESTERNO CON PILASTRO

Ponte termico formato dalla giunzione ad angolo sporgente di due pareti uguali isolate dall'esterno, con presenza di pilastro non isolato nella giunzione.

SEZIONE ORIZZONTALE

TRASMITTANZA TERMICA LINEARE

Riferita alle dimensioni esterne

$$\Psi_E = -0.408 + 0.058 \cdot U^* + 0.944 \cdot \lambda_{eq} \quad \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$$

Riferita alle dimensioni interne

$$\Psi_I = -0.018 + 0.036 \cdot U^* + 0.996 \cdot \lambda_{eq} \quad \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$$

Con:

Trasmittanza adimensionale

$$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$$

Trasmittanza del pilastro (Riferita alla diagonale)

$$U_{PIL} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L_{PIL}}{\lambda_{PIL}} + R_{se}} \quad \left(\frac{W}{m^2 \cdot K}\right)$$

Trasmittanza della parete

$$U_{PAR} = \frac{1}{R_{si} + \frac{L'}{\lambda_{eq}} + \frac{L_{ISO}}{\lambda_{ISO}} + R_{se}} \quad \left(\frac{W}{m^2 \cdot K}\right)$$

Campo di validità

$$4.4 \le U^* \le 10.9 \qquad 0.23 \le \lambda_{eq} \le 0.81 \quad \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$$

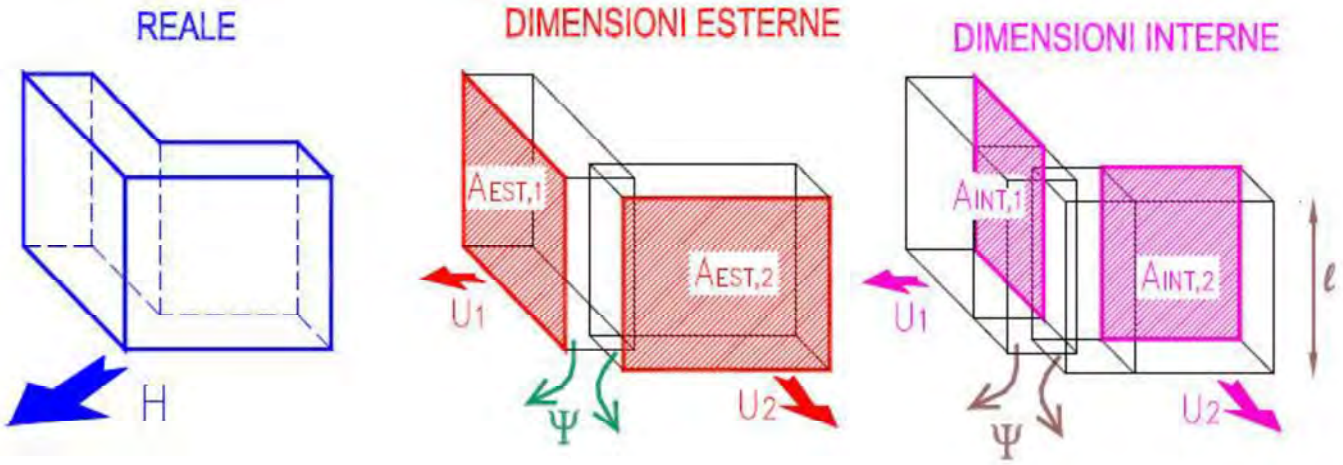
Intervallo di confidenza

$$IC_E^{\Psi_E} = \pm 0.11 \quad \left(\frac{W}{m \cdot K}\right) \qquad IC_I^{\Psi_I} = \pm 0.11 \quad \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$$

CALCOLO DEI PONTI TERMICI

Calcolo agli elementi finiti da ISO 10211

E' sempre necessario **specificare quali dimensioni (per esempio interne o esterne) sono utilizzate**, in quanto per diversi tipi di ponti termici il valore della trasmittanza termica lineare dipende da questa scelta (Ψ_I e Ψ_E).



PONTI TERMICI – ABACO CENED

Abaco CENED – Grandezze di riferimento

RESISTENZA TERMICA	$R_i = \frac{s}{\lambda}$	Resistenze termiche di ciascuno strato. Rapporto tra lo spessore del rispettivo strato di materiale e la sua conduttività termica
CONDUCIBILITA' TERMICA	λ	Rapporto, in condizioni stazionarie, fra il flusso di calore e il gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore. Attitudine di una sostanza a trasmettere il calore
CONDUCIBILITÀ TERMICA EQUIVALENTE DEL PACCHETTO TECNOLOGICO, ESCLUDENDO L'ISOLANTE	$\lambda_{eq} = C \cdot L$	Dove: $C = \frac{1}{\sum \frac{L_i}{\lambda_i}}$ Conduttanza del pacchetto tecnologico escluso l'ISOLANTE. $L = \sum L_i$ Spessore del pacchetto tecnologico escluso l'ISOLANTE

PONTI TERMICI – ABACO CENED

Abaco CENED – Grandezze di riferimento

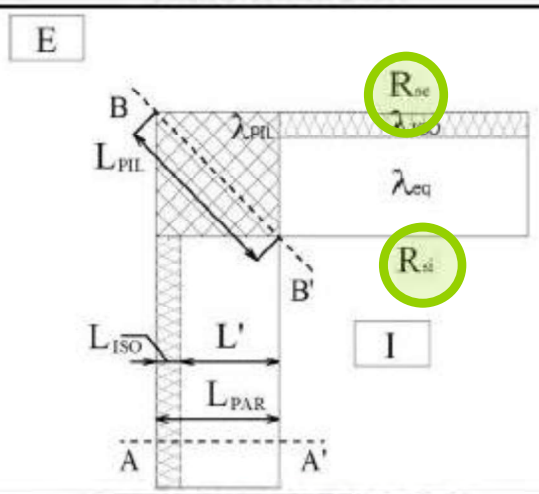
RESISTENZA TERMICA SUPERFICIALE INTERNA	$R_{si} = \frac{1}{h_i}$	Resistenza superficiale interna. Inverso del coefficiente di scambio termico interno
RESISTENZA TERMICA SUPERFICIALE INTERNA	$R_{se} = \frac{1}{h_e}$	Resistenza superficiale esterna. Inverso del coefficiente di scambio termico esterno
RESISTENZA TERMICA TOTALE	$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \ldots R_n + R_{se}$	Indica la difficoltà del calore nell'attraversare un mezzo solido
TRASMITTANZA TERMICA	$U = \frac{1}{R_T}$	Definisce la capacità isolante di un elemento ed è l'inverso della resistenza
TRASMITTANZE TERMICHE di progetto	U_{PAR} U_{PIL} U_{TR} U_{TFL} U_{SOL}	Trasmittanze termiche del relativo pacchetto tecnologico considerato (incluso l'ISOLANTE)

PONTI TERMICI – ABACO CENED

Abaco CENED

ASP.001	ANGOLO SPORGENTE ISOLATO DALL'ESTERNO CON PILASTRO

SEZIONE ORIZZONTALE



TRASMITTANZA TERMICA LINEARE

Riferita alle dimensioni esterne

$$\psi_e = -0.408 + 0.058 \cdot U^* + 0.94 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$$

Riferita alle dimensioni interne

$$\psi_i = -0.018 + 0.036 \cdot U^* + 0.996 \cdot \lambda_{eq} \left(\frac{W}{m \cdot K}\right)$$

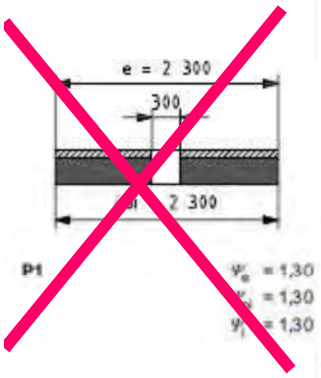
Con:

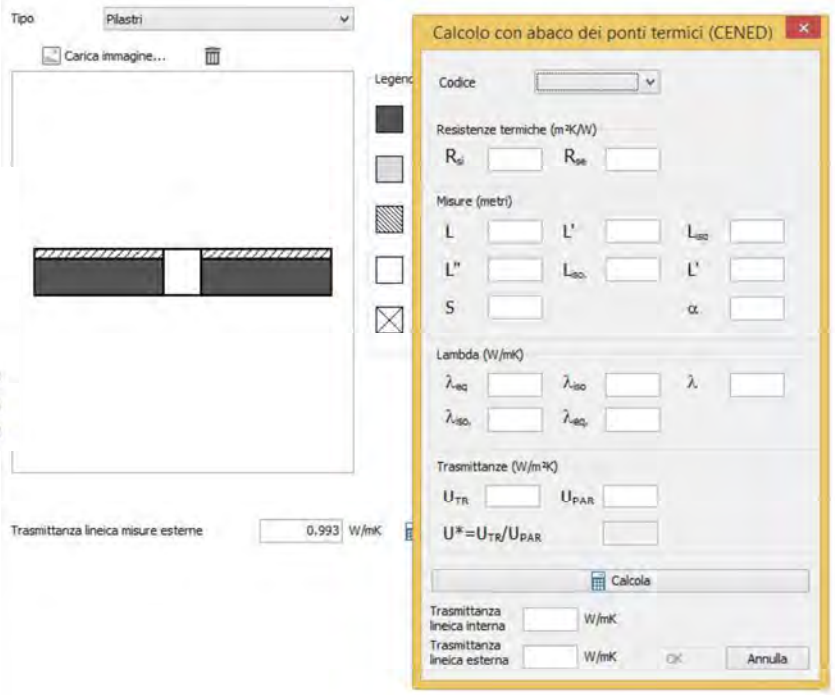
Trasmittanza adimensionale

$$U^* = \frac{U_{PIL}}{U_{PAR}}$$

PONTI TERMICI – ESEMPIO

Esempio di calcolo con sw Termo

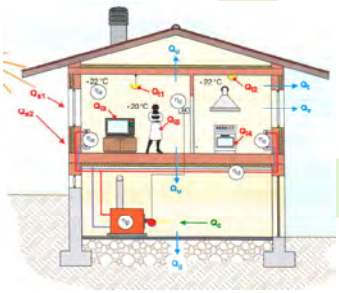


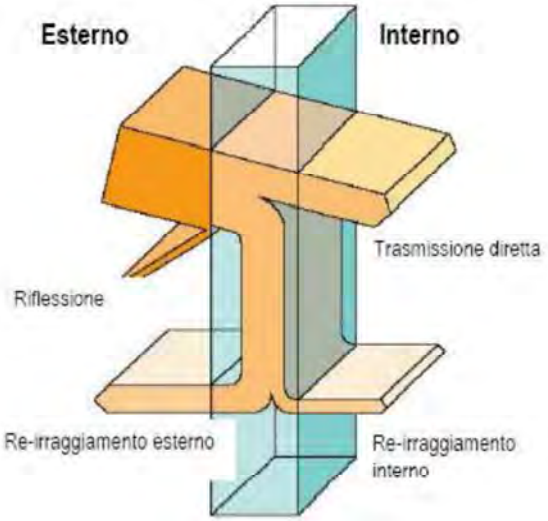


CORSO sulla Certificazione Energetica

4 VENTILAZIONE, APPORTI INTERNI E APPORTI SOLARI

Calcolo da norma UNI TS 11300-1

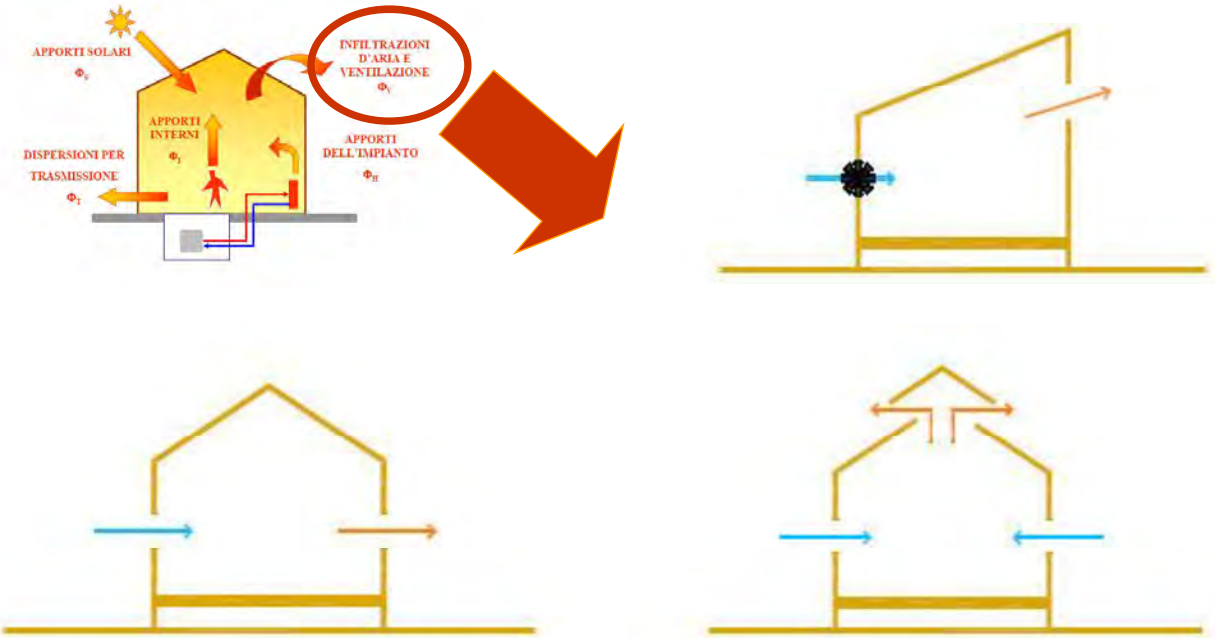




BILANCIO: VENTILAZIONE

Scambio termico per VENTILAZIONE

UNI TS 11300-1 5.2



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]

θ_e: valore medio mensile della temperatura media mensile esterna [°C]

t: la durata del mese considerato [h]

BILANCIO: VENTILAZIONE

Coefficiente globale di scambio termico per ventilazione

UNI TS 11300-1 5.2

$$H_{ve,adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot \{\Sigma_k b_{ve,k} \cdot q_{ve,k,mn}\}$$

$H_{H,ve,adj}$: coefficiente globale di scambio termico per ventilazione, corretto per tener conto della differenza di temperatura interno-esterno [W/K]

ρ_a c_a : capacità termica volumica dell'aria [1200 J/(m^3 K) o 0,34 Wh/(m^3 K)]

$b_{ve,k}$: è il fattore di correzione della temperatura per il flusso d'aria k-esimo ($b_{ve,k} \neq 1$ se la temperatura di mandata non è uguale alla temperatura dell'ambiente esterno, come nel caso di pre-riscaldamento, pre-raffrescamento o di recupero termico dell'aria di ventilazione) [-]

$q_{ve,k,mn}$: è la portata mediata sul tempo del flusso d'aria k-esimo [m^3/h]

BILANCIO: VENTILAZIONE

La portata di ventilazione

UNI TS 11300-1 12

$q_{ve,k,mn}$

Portata di ventilazione $q_{ve,k,mn}$: nel caso di **aerazione o ventilazione naturale**

– per gli edifici residenziali si assume un tasso di ricambio d'aria pari a **0,3 vol/h**;

– per tutti gli altri edifici si assumono i tassi di ricambio d'aria riportati nella **UNI 10339**. I valori degli indici di affollamento sono assunti pari al 60% di quelli riportati nella suddetta norma ai fini della determinazione della portata di progetto.

Nella UNI TS 11300:2008 punto 12 di 2 pagine

Nella versione UNI TS 11300-1:2014 punto 12 di 10 pagine + APPENDICI E e F

BILANCIO: VENTILAZIONE

Le nuove definizioni introdotte dalla norma

UNI TS 11300-1:2014, punto 3

NEW

ventilazione: Immissione e/o estrazione progettata di aria in e/o da uno spazio chiuso allo scopo di mantenervi condizioni di salubrità. Si suddivide in ventilazione naturale, ventilazione meccanica, ventilazione ibrida.

ventilazione ibrida: Ventilazione dove la ventilazione naturale può almeno per un certo periodo essere supportata o sostituita dalla ventilazione meccanica.

ventilazione meccanica: Ventilazione tramite l'ausilio di sistemi di movimentazione dell'aria che richiedano potenza. Si suddivide in ventilazione per immissione, ventilazione per estrazione, ventilazione bilanciata.

ventilazione meccanica indipendente: Ventilazione meccanica in zone climatizzate con impianto in tutto indipendente dall'impianto di climatizzazione, compresa la generazione per preriscaldamento dell'aria.

ventilazione naturale: Ventilazione dell'edificio che dipende dalle differenze di pressione e/o temperatura, senza l'ausilio di sistemi di movimentazione dell'aria che richiedano potenza. Si suddivide in aerazione, ventilazione termica, ventilazione trasversale.

BILANCIO: VENTILAZIONE

Calcolo della portata di ventilazione in condizioni di riferimento

UNI TS 11300-1:2014, 12.2

La portata di ventilazione in condizioni di riferimento (**ventilazione per sola areazione**), utilizzata per il calcolo della **prestazione termica del fabbricato**, si calcola applicando un fattore di correzione alla portata minima di progetto di aria esterna.

$q_{ve,0}$ calcolato da norma

$f_{ve,t}$ da tabella

$$q_{ve,k,mn} = q_{ve,0,k} \times f_{ve,t,k}$$

dove:

$q_{ve,0,k}$ è la portata minima di progetto di aria esterna, espressa in m^3/s;

$f_{ve,t,k}$ fattore di correzione che rappresenta la frazione di tempo in cui si attua il flusso d'aria *k*-esimo e che tiene conto dell'effettivo profilo di utilizzo e delle infiltrazioni che si hanno quando non si opera l'areazione. I valori del fattore di correzione $f_{ve,t,k}$ sono riportati nel prospetto E.2 in funzione della destinazione d'uso.

BILANCIO: VENTILAZIONE

Calcolo per edifici residenziali

UNI TS 11300-1:2014, 12.2

Nel caso di abitazioni civili (E.1) la portata minima di progetto di aria esterna $q_{ve,0}$ si calcola assumendo un **tasso di ricambio d'aria di progetto n pari a 0,5 h^{-1}.**

Considerando che la formula per il calcolo di $q_{ve,0}$ è la seguente:

$$q_{ve,0} = n \times V/3600$$

è interessante dunque notare come, nel caso di areazione, per gli edifici residenziali **si hanno in sostanza gli stessi tassi di ricambi d'aria della precedente norma (0,3 vol/h).**

per edifici residenziali

$$q_{ve,0} = 0,5 \text{ vol/h}$$

$$f_{ve,t} = 0,6$$

e quindi

$$q_{ve,k,mn} = 0,3 \text{ vol/h}$$

BILANCIO: VENTILAZIONE

Calcolo della portata di ventilazione in condizioni di riferimento

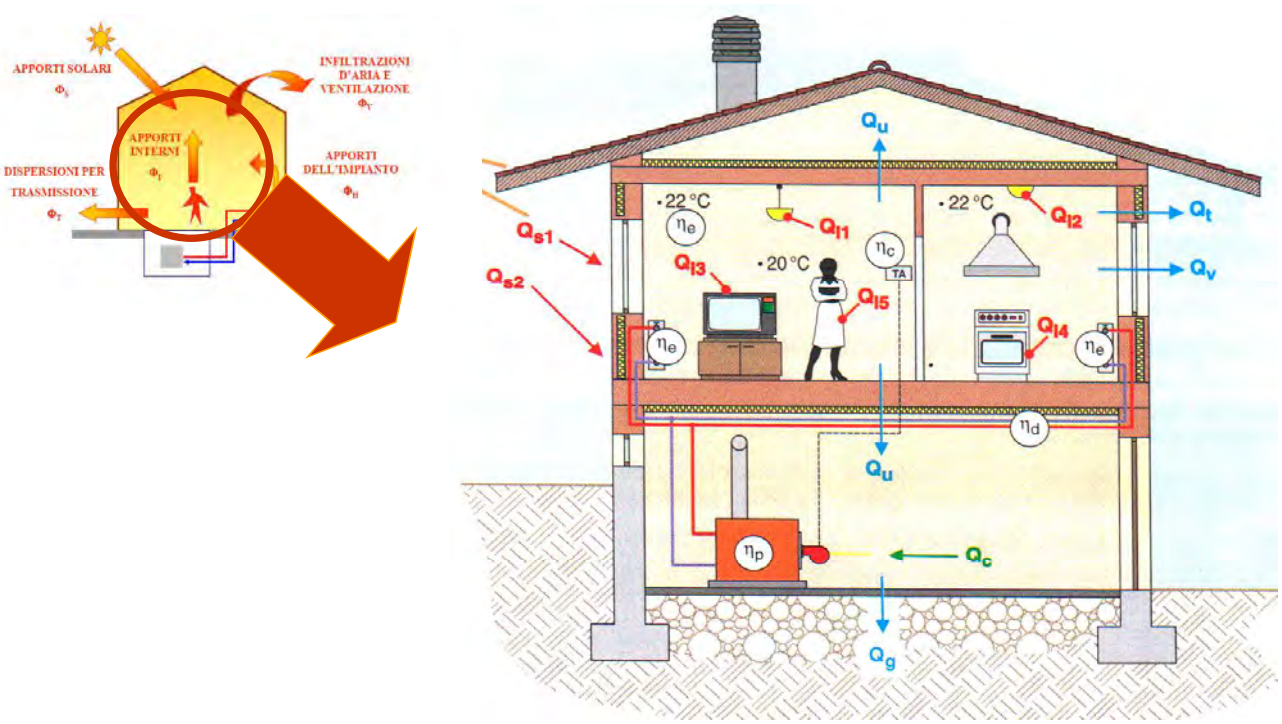
UNI TS 11300-1:2014, tabella E2

Categoria di edificio	Sottocategoria di edificio	Destinazione d'uso	$f_{ve,t}$
E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili	E.1.1 Residenze a carattere continuativo	Abitazioni civili[a]	0,60
		Collegi, luoghi di ricovero, case di pena, caserme, conventi	
		Sale riunioni	0,51
		Dormitorio/camera	1,00
		Servizi igienici con estrazione	0,08
	E.1.2 Residenze occupate saltuariamente	Vale quanto prescritto per le residenze a carattere continuativo	0,60
	E.1.3 Alberghi pensioni e attività similari	Ingresso, soggiorni	1,00
		Sale conferenze/auditori (piccoli)	0,47
		Sale da pranzo	0,34
		Camere da letto	0,26
E.2 Edifici per uffici e assimilabili		Uffici singoli	0,59
		Uffici open space	0,59
		Call-Center/centro inserimento	0,59
		Locali riunione	0,51

BILANCIO: APPORTI INTERNI

Gli APPORTI INTERNI GRATUITI

UNI TS 11300-1 5.3



BILANCIO: APPORTI INTERNI

Gli apporti termici interni

UNI TS 11300-1 5.3

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

Q_{int}: apporti termici interni [kWh oppure J]

$\Phi_{int,mn,k}$: flusso termico prodotto dalla k-esima sorgente di calore interna, mediato sul tempo [W]

$b_{tr,l}$: fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente la sorgente di calore interna l-esima [-]

$\Phi_{int,mn,u,l}$: flusso termico prodotto dalla l-esima sorgente di calore interna nell'ambiente non climatizzato adiacente u, mediato sul tempo [W]

t: la durata del mese considerato [h]

BILANCIO: APPORTI INTERNI

Calcolo per edifici residenziali

$$\Phi_{int} = 7{,}987 \cdot A_f - 0{,}0353 \cdot A_f^2$$

Calcolo più generoso per gli edifici residenziali

Apporti interni sensibili

Valutazione sul progetto o standard

Nei casi di valutazione sul progetto o di valutazione standard gli apporti termici interni sono espressi, per gli edifici diversi dalle abitazioni, in funzione della destinazione d'uso secondo quanto riportato nel prospetto E.3.

Per le abitazioni di categoria E.1 (1) e E.1 (2), aventi superficie utile di pavimento, A_f, minore o uguale a 120 m^2, il valore globale degli apporti interni sensibili, espresso in W, è ricavato come:

$$\Phi_{int} = 7{,}987\, A_f - 0{,}0353 \times A_f^2 \qquad (48)$$

era $\Phi_{int} = 5{,}294 \cdot A_f - 0{,}01557 \cdot A_f^2$

Per superficie utile di pavimento maggiore di 120 m^2 il valore di Φ_{int} è pari a 450 W.

era 170 m^2

BILANCIO: APPORTI INTERNI

Apporti interni per difici non residenziali

Categoria di edificio	Destinazione d'uso	Apporti termici sensibili Φ_{int}/A_f W/m^2	Portata di vapore acqueo $(G_{w,Oc}+G_{w,A})/A_f$ 10^{-3}·g/(h·m^2)
E.1(1) – E.1(2)	Abitazioni	a)	b)
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
	Luoghi di culto	8	16
E.4 (3)	Bar	10	31
	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	c)
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	c)

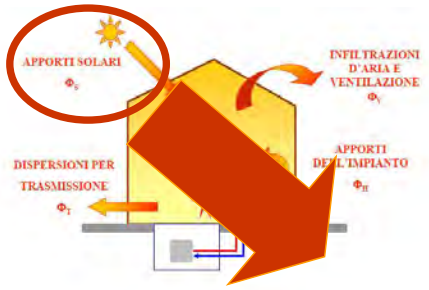
Nella UNI TS 11300:2008 era prospetto 8

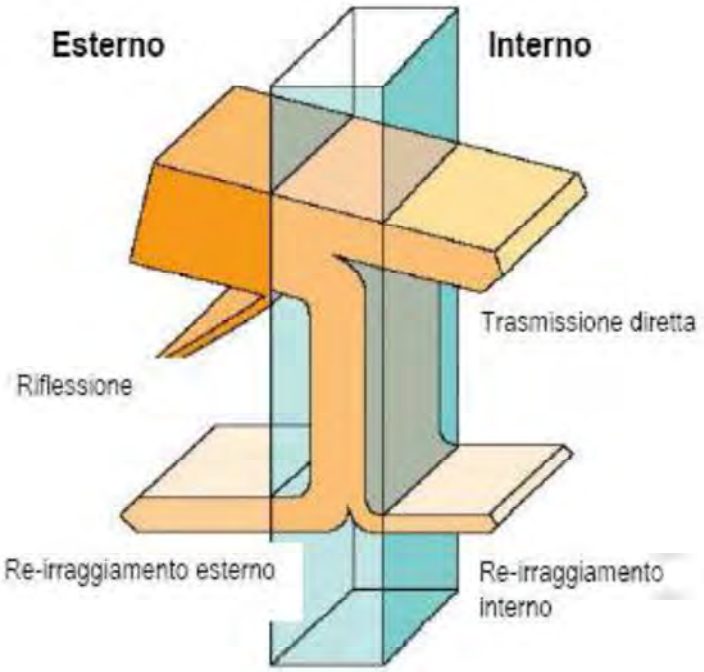
Valori analoghi

BILANCIO: APPORTI SOLARI

Gli APPORTI SOLARI GRATUITI

UNI TS 11300-1 5.3





BILANCIO: APPORTI SOLARI

Gli apporti termici solari

UNI TS 11300-1 5.3

$$Q_{sol,w} = \{\Sigma_k \Phi_{sol,w,mn,k}\} \cdot t + \Sigma_j Q_{sd,w,j}$$ NEW

Introdotti gli apporti diretti e indiretti dovuti a una serra adiacente

$$Q_{sol,\,op} = \{\Sigma_k \Phi_{sol,op,mn,k}\} \cdot t + \{\Sigma_l (1-b_{tr,l}) \cdot \Phi_{sol,mn,u,l}\} \cdot t + \Sigma_j (Q_{sd,op,j} + Q_{si})$$ NEW

Q_{sol}: apporti termici solari [kWh oppure J]

$\Phi_{sol,mn,k}$: flusso termico k-esimo di origine solare, mediato sul tempo [W]

t: la durata del mese considerato [h]

BILANCIO: APPORTI SOLARI

Flusso termico di origine solare

UNI TS 11300-1 5.3

$$\Phi_{sol,w/op,k} = F_{sh,ob,k} \cdot A_{sol,k} \cdot I_{sol,k}$$

$\Phi_{sol,mn,k}$: flusso termico k-esimo di origine solare, mediato sul tempo [W]

$F_{sh,ob,k}$: è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k–esima [-]
Il fattore di riduzione per ombreggiatura $F_{sh,ob}$ può essere calcolato come prodotto dei fattori di ombreggiatura relativi ad ostruzioni esterne, ad aggetti orizzontali e verticali

$A_{sol,k}$: è l'area di captazione solare effettiva della superficie k–esima con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato [m^2]

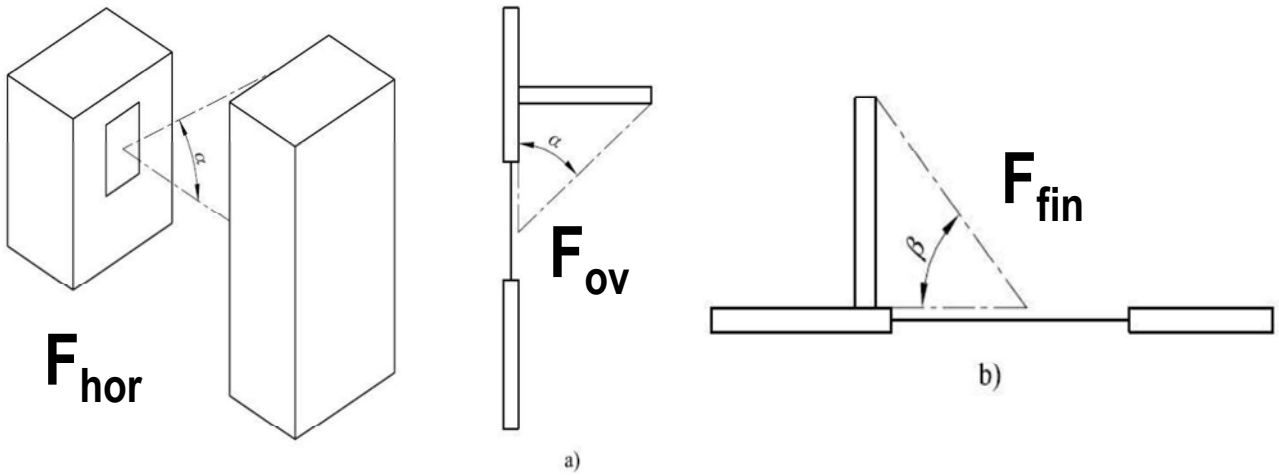
$I_{sol,k}$: è l'irradianza solare media mensile, sulla superficie k–esima, con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale [W/m^2]

BILANCIO: APPORTI SOLARI

I fattori di ombreggiatura

UNI TS 11300-1 5.3

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



BILANCIO: APPORTI SOLARI

I fattori di ombreggiatura

Il calcolo degli angoli caratterizzanti le ombreggiature si effettua secondo la seguente procedura:

- componenti vetrati:
  - considerare la superficie esterna degli elementi comprensiva del telaio;
  - trovare il baricentro di tale superficie e da esso determinare la distanza (d) e la profondità (h) dell'aggetto, fermandosi all'intradosso dell'aggetto stesso;
  - analogamente calcolare l'angolo formato dalle ostruzioni partendo sempre dal baricentro dell'intero componente finestrato;
- superfici opache:
  - considerare la superficie esterna;
  - trovare il baricentro di tale superficie e da esso determinare la distanza (d) e la profondità (h) dell'aggetto, fermandosi all'intradosso dell'aggetto stesso;
  - analogamente calcolare l'angolo formato dalle ostruzioni partendo sempre dal baricentro della superficie opaca.

Sia per i componenti vetrati sia per quelli opachi, in caso di presenza di più aggetti od ostruzioni della stessa tipologia, si considera solo quello che determina l'angolo maggiore o comunque quello che per esposizione incide maggiormente.

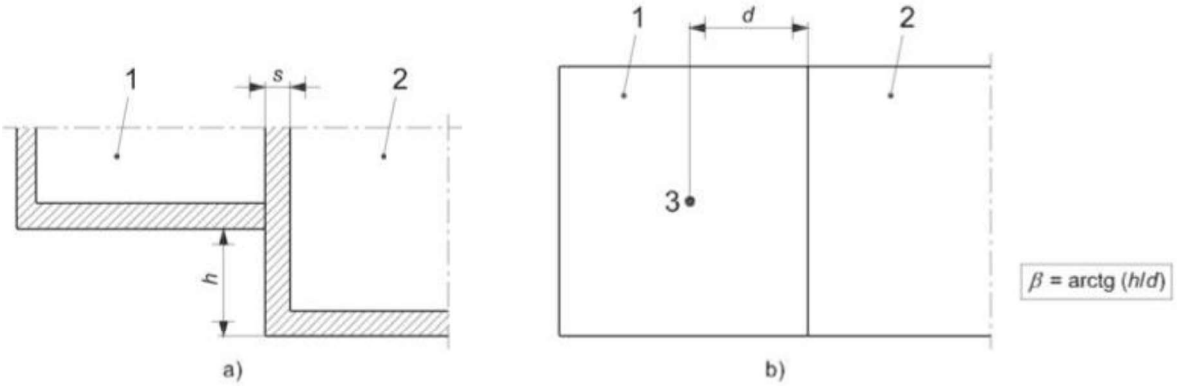
BILANCIO: APPORTI SOLARI

I fattori di ombreggiatura

figura 8 **Determinazione dell'angolo β che caratterizza un aggetto verticale su parete opaca**

Legenda

a)	Pianta
b)	Prospetto
1	Edificio oggetto del calcolo
2	Altro edificio
3	Baricentro della parete
h	Profondità dell'aggetto
d	Distanza dal baricentro della parete



BILANCIO: APPORTI SOLARI

Area di captazione per componenti opachi

UNI TS 11300-1 14

Sono funzione del fattore di assorbimento solare del componente opaco, della resistenza termica superficiale esterna, della trasmittanza termica e dell'area proiettata.

$$A_{sol,op} = \alpha_{sol,c} \cdot R_{se} \cdot U_{c,eq} \cdot A_c$$

Il fattore di assorbimento solare $\alpha_{sol,c}$, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, può essere assunto pari a 0,3 per colore chiaro della superficie esterna, 0,6 per colore medio e 0,9 per colore scuro.

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**

- **$F_{sh,gl}$** fattiore di riduzione relativo all'utilizzo di **schermature mobili**

- **$A_{w,p}$** area proiettata totale del componente vetrato

BILANCIO: APPORTI SOLARI

Apporti solari sui componenti trasparenti

$g_{gl,n}$

Tipo di vetro	$g_{gl,n}$
Vetro singolo	0,85
Doppio vetro normale	0,75
Doppio vetro con rivestimento basso-emissivo	0,67
Triplo vetro normale	0,70
Triplo vetro con doppio rivestimento basso-emissivo	0,50
Doppia finestra	0,75

Uguale alla UNI TS 11300:2008 ma ora in APPENDICE C

F_w nella UNI TS 11300:2008 sempre 0,9

prospetto 20 **Fattore di esposizione, F_w**

	Vetro singolo				Doppio vetri			
Mese	S	E/O	N	Orizz.	S	E/O	N	Orizz.
Gen.	0,984	0,902	0,932	0,876	0,978	0,861	0,901	0,812
Feb.	0,967	0,923	0,932	0,902	0,950	0,890	0,901	0,851
Mar.	0,933	0,932	0,931	0,931	0,897	0,904	0,901	0,895
Apr.	0,888	0,938	0,921	0,949	0,833	0,912	0,890	0,923
Mag.	0,852	0,941	0,895	0,955	0,787	0,916	0,854	0,933
Giu.	0,838	0,941	0,877	0,955	0,770	0,915	0,831	0,934
Lug.	0,835	0,941	0,877	0,956	0,766	0,915	0,831	0,935
Ago.	0,861	0,940	0,905	0,952	0,797	0,915	0,870	0,928
Set.	0,911	0,935	0,930	0,940	0,865	0,907	0,899	0,909
Ott.	0,957	0,925	0,931	0,912	0,933	0,894	0,900	0,865
Nov.	0,981	0,912	0,931	0,880	0,971	0,876	0,901	0,818
Dic.	0,987	0,903	0,932	0,858	0,982	0,862	0,901	0,789

IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Involucro edilizio – UNI TS 11300-1

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

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

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

Q_{ht}: scambio termico totale

Q_{tr}: scambio termico per trasmissione

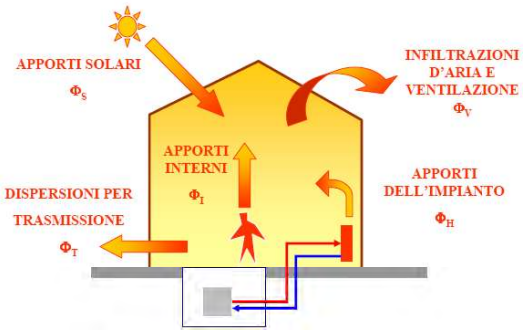
Q_{ve}: scambio termico per ventilazione

Q_{gn}: apporti termici totali

Q_{int}: apporti termici interni

Q_{sol}: apporti termici solari

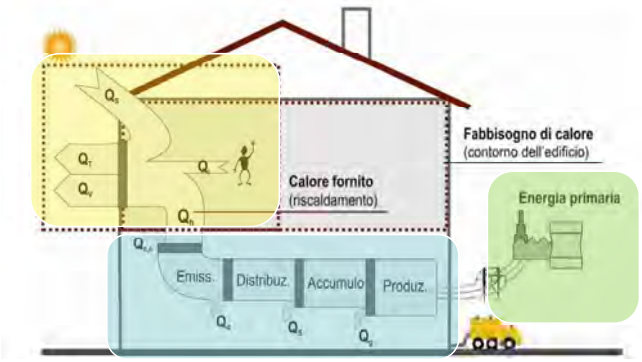
DISPERSIONI



APPORTI GRATUITI

IL BILANCIO DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Energia Primaria per il riscaldamento



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

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

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

Grazie per l'attenzione...

eden
edilizia energetica
Gruppo EDEN | Via della Barca, 24/3 - 40133 Bologna
Tel. 051-7166459 | e-mail: info@gruppoeden.it
www.ediliziaenergetica.it

...e restiamo in contatto!

Ing. Sonia Subazzoli
sonia.subazzoli@gruppoeden.it
www.facebook.com/gruppoeden

Questa presentazione è messa a disposizione sulla base dei termini della licenza Creative Commons Public License; Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 2.5 Versione italiana