



Università degli Studi della Basilicata
CORSO DI ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Diagnostica energetica

Metodi numerici avanzati

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

Programma

- **Metodo di calcolo dell'efficienza energetica del sistema edificio impianto in regime stazionario (UNI/TS 11300)**
- Classificazione energetica secondo la legislazione attualmente in vigore
- Metodo di calcolo dell'efficienza energetica del sistema edificio impianto in regime dinamico (metodo Energy Plus).

Metodo di calcolo dell'efficienza
energetica del sistema edificio impianto
in regime stazionario
Norma UNI TS 11300

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

CENNI NORMATIVI

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

Legislazione vigente sulla certificazione energetica e le FER

Direttive e Decisioni europee

- Direttiva 2002/91/CE (EPBD)
- Direttiva 2009/28/CE (RES detta direttiva 20-20-20)
- Direttiva 2010/31/CE (EPBD recast, recepita seduta CM del 31/05/2013)
- Direttiva 2012/27/CE (Attuazione direttiva 2010/31/CE)
- Decisione CE 01/03/13 (RES)

Legislazione e Normativa Italiana

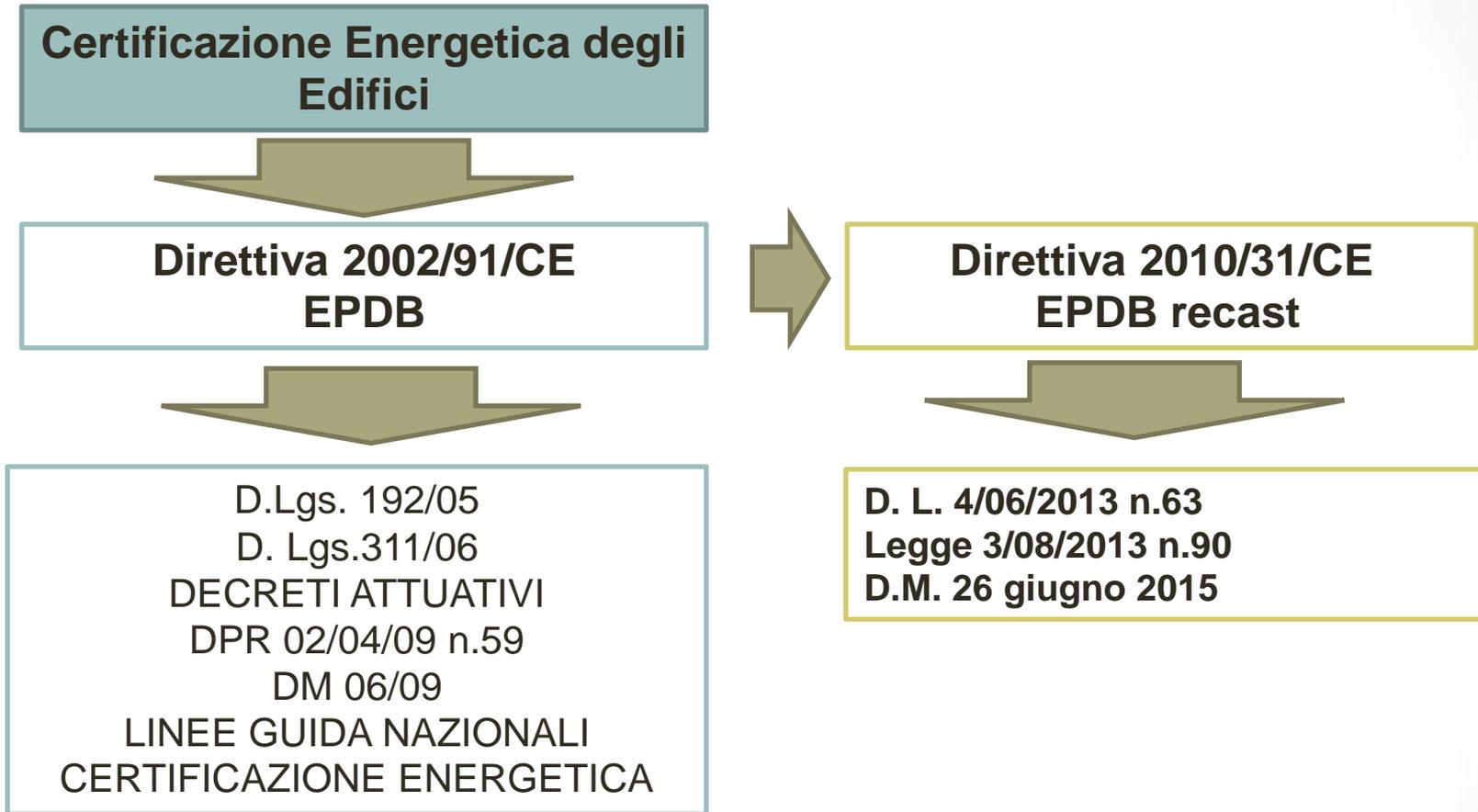
- D.Lgs. 192/05 (Recepimento EPBD)
- D.Lgs. 311/06 (Aggiornamento D.Lgs. 192/05)
- DPR 59/09 (Decreto di Attuazione D.Lgs. 192/05)
- DM 06/09 (Linee Guida Nazionali Certificazione Energetica)
- D.Lgs. 28/11 (Utilizzo delle FER)
- DM 290/12 (Formazione dei Certificatori)
- R 14/13 CTI (Certificazione Energetica e FER)
- D.Lgs. 75/2013 (Albo dei Certificatori)
- L. 90/2013 (Recepimento Direttiva 2010/31/CE)
- D.Lgs. 102/2014 (Attuazione nazionale della direttiva 2012/27/UE)
- **DM 26/06/2015 (Decreti Attuativi L 90/13, Requisiti Minimi Edifici, Nuova Certificazione Energetica)**



Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

Finalità delle direttive europee

Ridurre i consumi energetici per usi terziari, attualmente valutati in circa il 40% del totale.



Finalità delle direttive europee

Fonti di Energia Rinnovabili
(FER)

20-20-20 nel 2020



Nuova Direttiva RES 2013

40% → riduzione di CO2
20% → efficientamento energetico
27% → uso delle FER

D. Lgs. 28/2011

sinergico con le nuove norme
sulla certificazione energetica,

Finalità delle direttive europee

La nuova Direttiva 2010/31/CE introduce il concetto di edifici a **Quasi Zero Energia** a partire dal 2018 per gli edifici pubblici e dal 2020 per gli edifici privati.

**una sinergia nuova e forte fra la
progettazione architettonica e quella impiantistica.**

Al fine di **ridurre l'energia primaria richiesta dagli edifici** per i servizi energetici occorre procedere su più strade:

1. Ridurre i requisiti energetici agendo sulle proprietà dell'involucro edilizio;
2. Utilizzare componenti di impianti a più elevata efficienza energetica;
3. Utilizzare le fonti energetiche rinnovabili (FER).

LEGGE 90/2013

RECEPIMENTO DIRETTIVA 2010/31/CE

Disciplina in particolare:

- a) **la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici;**
- b) le prescrizioni e i requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici per:
 - 1) nuova costruzione;
 - 2) ristrutturazioni importanti;
 - 3) riqualificazione energetica.
- c) la definizione di un Piano di azione per la promozione degli edifici a “energia quasi zero”;
- d) l’attestazione della prestazione energetica degli edifici e delle unità immobiliari;
- e) lo sviluppo di strumenti finanziari e la rimozione di barriere di mercato per la promozione dell’efficienza energetica degli edifici;

LEGGE 90/2013

RECEPIMENTO DIRETTIVA 2010/31/CE

Disciplina in particolare:

- f) l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili negli edifici;
- g) la realizzazione di un sistema coordinato di ispezione periodica degli impianti termici negli edifici;
- h) i requisiti professionali e di indipendenza degli esperti o degli organismi cui affidare l'attestazione della prestazione energetica degli edifici e l'ispezione degli impianti di climatizzazione;
- i) la realizzazione e l'adozione di strumenti comuni allo Stato e alle Regioni e Province autonome per la gestione degli adempimenti a loro carico;
- j) la promozione dell'uso razionale dell'energia anche attraverso l'informazione e la sensibilizzazione degli utenti finali, la formazione e l'aggiornamento degli operatori del settore;
- k) la raccolta delle informazioni e delle esperienze, delle elaborazioni e degli studi necessari all'orientamento della politica energetica del settore.

D. M. 26/06/2015

DECRETI ATTUATIVI DELLA LEGGE 90/2013

Sono definiti:

- a) le **modalità di applicazione della metodologia di calcolo** delle prestazioni energetiche e l'utilizzo delle fonti rinnovabili negli edifici, tenendo conto dei seguenti criteri generali:
 - 1) la **prestazione energetica degli edifici** è determinata in conformità alla normativa tecnica UNI e CTI;
 - 2) il **fabbisogno energetico annuale globale si calcola per singolo servizio energetico, espresso in energia primaria, su base mensile**. Con le stesse modalità si determina l'energia rinnovabile prodotta all'interno del confine del sistema;
 - 3) si opera la compensazione mensile tra i fabbisogni energetici e l'energia rinnovabile prodotta all'interno del confine del sistema, per vettore energetico e fino a copertura totale del corrispondente vettore energetico consumato;
- b) l'applicazione di prescrizioni e **requisiti minimi, aggiornati ogni cinque anni**, in materia di prestazioni energetiche degli edifici e unità immobiliari sulla base dell'applicazione della metodologia comparativa di cui all'articolo 5 della direttiva 2010/31/UE

METODO DI CALCOLO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA IN REGIME STAZIONARIO

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

Concetto di prestazione ed efficienza

$$F_{gl} = F_H + F_C + F_W + F_V + F_L + F_T$$

**GARANTIRE I
LIVELLI DI
COMFORT**



T=20°C	CLIMATIZZAZIONE INVERNALE
T=26°C	CLIMATIZZAZIONE ESTIVA
T=45°	PRODUZIONE ACS
LUX=?	ILLUMINAZIONE
n=?	VENTILAZIONE
IE2-IE3	ASCENSORI SCALE MOBILI

Concetto di prestazione ed efficienza

$$F_{gl} = F_H + F_C + F_W + F_V + F_L + F_T$$

La prestazione energetica dipende dal fabbisogno energetico



Minore fabbisogno energetico

Prestazione energetica più elevata

Efficienza energetica più elevata

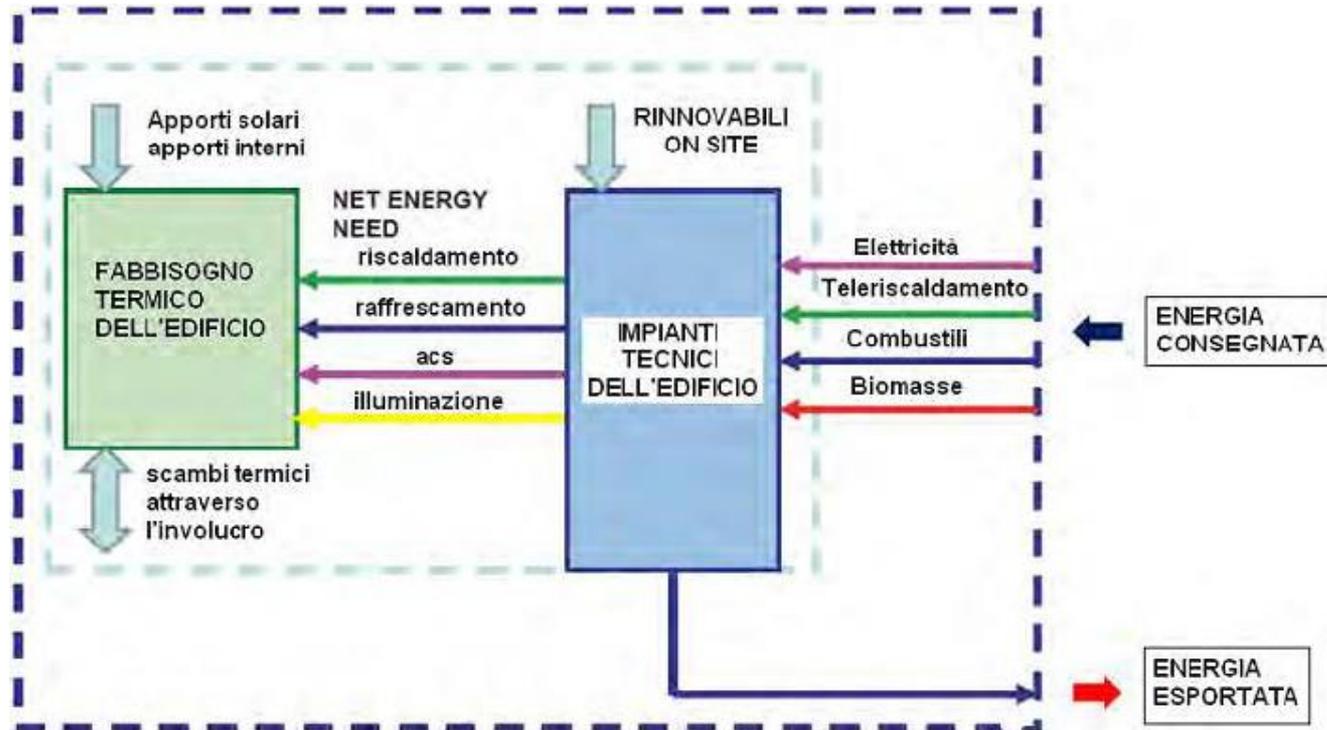


Efficienza energetica = $\frac{\text{prestazione di un bene o servizio}}{\text{energia necessaria per produrre un bene o servizio}}$

BILANCIO ENERGETICO DELL'EDIFICIO

La prestazione energetica globale di un edificio è espressa dal fabbisogno totale annuo di energia primaria non rinnovabile normalizzata

$$EP_{gl,nren} = EP_{H,nren} + EP_{C,nren} + EP_{W,nren} + EP_{V,nren} + EP_{L,nren} + EP_{T,nren} \quad [\text{kWh/m}^2 \text{ a}]$$



ENERGIA PRIMARIA= ENERGIA CONSEGNA TA - ENERGIA RINNOVABILE ESPORTATA

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

DEFINIZIONI

(DM 26/06/15–Decreti attuativi della L.90/2013)

Ai fini della **determinazione della prestazione energetica** si distingue tra:

- **Procedura:** attività di **reperimento** e di **scelta dei dati di ingresso**, di applicazione del corretto metodo di calcolo, di espressione degli indici di prestazione energetica in termini di energia primaria, e di individuazione degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica.
- **Metodo di calcolo:** **algoritmi**, stabiliti dalle norme tecniche di riferimento, utilizzati per calcolare gli indicatori numerici di prestazione energetica richiesti, a partire dagli opportuni dati di ingresso.

PROCEDURE PER LA DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI IMMOBILI (DM 26/06/15-DECRETI ATTUATIVI DELLA L.90/2013)

Procedura di calcolo di progetto o di calcolo standardizzato

Dati di ingresso relativi:

- al **clima e all'uso standard dell'edificio**;
- alle **caratteristiche dell'edificio e degli impianti**, così come rilevabili dal progetto energetico, previa verifica di rispondenza del costruito al progetto.

Procedura di calcolo da rilievo sull'edificio

Dati di ingresso rilevati direttamente sull'edificio esistente.

- a) basate su **procedure di rilievo**, supportate anche da indagini strumentali, sull'edificio e/o sui dispositivi impiantistici;
- b) **ricavate per analogia costruttiva** con altri edifici e sistemi impiantistici coevi, integrate da banche dati o abachi nazionali, regionali o locali.

Nell'ambito di tale procedura sono utilizzabili **metodi di calcolo semplificati**, nel rispetto dei limiti indicati nel decreto, nelle linee guida del DM 26/06/2015.

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

METODI DI CALCOLO

(DM 26/06/15–Decreti attuativi della L. 90/2013)

Metodo di calcolo di progetto

- a) **Raccomandazione CTI 14/2013** “Prestazioni energetiche degli edifici - Determinazione dell’energia primaria e della prestazione energetica EP per la classificazione dell’edificio”, sostituita dalla norma **UNI TS 11300-5:2016**;
- b) **UNI/TS 11300 – 1** Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva e invernale;
- c) **UNI/TS 11300 – 2** Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, la ventilazione e l’illuminazione;
- d) **UNI/TS 11300 – 3** Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- e) **UNI/TS 11300 – 4** Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria;
- f) **UNI EN 15193** - Prestazione energetica degli edifici - Requisiti energetici per illuminazione.

METODI DI CALCOLO

(DM 26/06/15–Decreti attuativi della L. 90/2013)

Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio

Rilievo in sito (metodo analitico e per analogia costruttiva)

Il metodo di calcolo è segue le medesime norme tecniche definite in precedenza, con riferimento alle relative **semplificazioni** ivi previste per gli edifici esistenti:

- determinazione dei dati descrittivi dell'edificio e degli impianti sotto forma di **abachi e tabelle** in relazione, a esempio, alle tipologie e all'anno di costruzione
- **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.

Applicabile esclusivamente agli edifici o alle **unità immobiliari residenziali esistenti, con superficie utile inferiore o uguale a 200 m²**, fatta eccezione per i casi in cui si rediga l'APE in conseguenza di una ristrutturazione importante.

METODI DI CALCOLO

(DM 26/06/15-Decreti attuativi della L. 90/2013)

Gli strumenti di calcolo e i software commerciali per l'applicazione dei metodi indicati garantiscono che i valori degli indici di prestazione energetica abbiano uno **scostamento massimo di $\pm 5\%$** rispetto ai corrispondenti parametri determinati con l'applicazione dello strumento nazionale di riferimento predisposto dal CTI.

Gli strumenti di calcolo e i software commerciali che utilizzino **metodi semplificati**, garantiscono uno **scostamento massimo ricompreso tra $+20\%$ e -5%** rispetto ai corrispondenti parametri determinati con l'applicazione dello strumento nazionale di riferimento predisposto dal CTI.



Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

UNI/TS 11300-5:2016

Calcolo dell'energia primaria e dalla quota di energia da fonti rinnovabili

UNI/TS 11300-5:2016

FINALITA'

Costituisce la norma cappello dell'intero pacchetto UNI TS 11300 e sostituisce la precedente Raccomandazione 14 del CTI.

La norma specifica in particolare:

- **I confini di valutazione dell'edificio**, esplicitando quali sono le fonti energetiche che possono essere considerate all'interno o all'esterno del medesimo.
- Le fonti di energia rinnovabili e non rinnovabili ed i vettori energetici interni o esterni al confine dell'edificio.
- Le **modalità di definizione degli indici di prestazione**.
- **I servizi inclusi nel calcolo dei fabbisogni di energia richiesti dall'edificio**: climatizzazione invernale ed estiva, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione e trasporto di cose e persone.
- Le **formule per la conversione in energia primaria dei contributi di energia consegnata all'edificio dai vettori energetici**
- Le modalità di ripartizione dei contributi di energia sui singoli servizi.
- La **modalità di valutazione delle quote di energia da fonte rinnovabile**, in ottemperanza a quanto richiesto dal Decreto Legislativo 28 del 3 marzo 2011 (allegato 3)

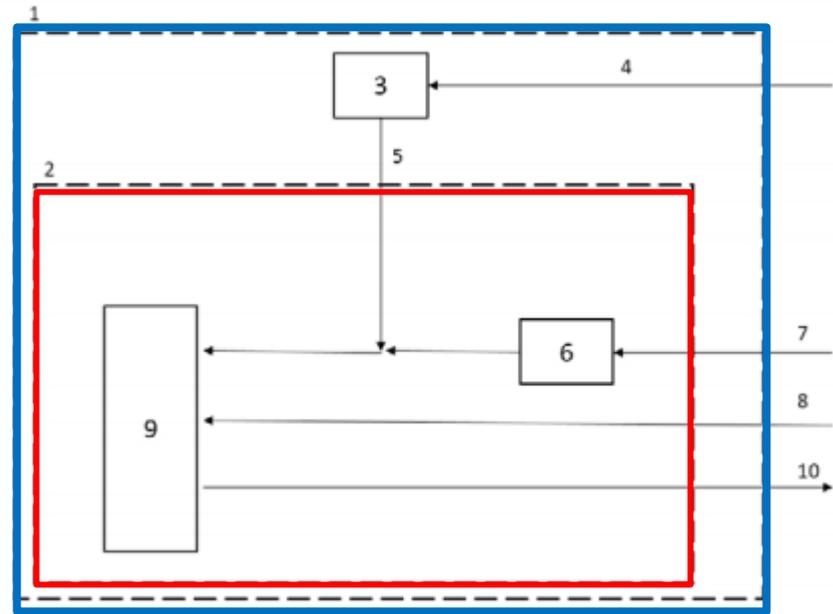
UNI/TS 11300-5:2016

IL CONFINE DELL'EDIFICIO

Viene definito il soggetto **edificio**:

- **confine di sistema** (che comprende anche le aree di pertinenza dell'edificio,
- **confine di valutazione** (relativo al confine per il quale si effettua il bilancio energetico).

La figura seguente schematizza i confini sopra definiti.



Legenda:

- 1 confine del sistema
- 2 confine di valutazione
- 3 sistemi che convertono l'energia da fonti rinnovabili in-situ
- 4 energia da fonti rinnovabili in-situ
- 5 energia prodotta da sistemi di conversione dell'energia da fonti rinnovabili in-situ
- 6 sistemi che convertono l'energia dei vettori energetici ex-situ
- 7 vettori energetici ex-situ che necessitano di conversione
- 8 vettori energetici ex-situ già in forma di energia utile
- 9 fabbisogni di energia finale
- 10 vettori energetici esportati

UNI/TS 11300-5:2016

CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA

Il fabbisogno di energia primaria è dato dalla **somma dei fabbisogni annuali di energia primaria dei servizi considerati**.

Il fabbisogno viene calcolato per i servizi sia in termini di energia rinnovabile che non rinnovabile totale. In particolare si ha:

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

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

$$EP_{gl} = EP_H + EP_C + EP_W + EP_V + EP_L + EP_T$$

$$EP_{gl,tot} = EP_{gl,nren} + EP_{gl,ren}$$

- Climatizzazione invernale;
- Climatizzazione estiva;
- Acqua Calda Sanitaria;
- Ventilazione;
- Illuminazione;
- Trasporto di persone

UNI/TS 11300-5:2016

CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA

I fabbisogni energetici dell'edificio sono calcolati secondo le indicazioni della seguente tabella.

Servizio energetico	1 - Fabbisogno di energia utile ideale (energy need)	2 - Perdite impianto (al netto dei recuperi)	3 - Fabbisogno di energia termica utile in uscita della generazione ^{a)}	4 - Fabbisogno di energia elettrica
Climatizzazione invernale	$Q_{H,nd}$ da UNI/TS 11300-1	$Q_{H,ls,ngn}$ da UNI/TS 11300-2	$Q_{H,gn,out}$ da UNI/TS 11300-2	$Q_{H,aux,el,ngn}$ da UNI/TS 11300-2
Climatizzazione estiva	$Q_{C,nd}$ Da UNI/TS 11300-1	$Q_{C,ls,ngn}$ ^{c)} da UNI/TS 11300-3	$Q_{C,gn,out}$ ^{d)} da UNI/TS 11300-3	$Q_{C,aux,el,ngn}$ ^{e)} da UNI/TS 11300-3
Acqua Calda Sanitaria	$Q_{W,nd}$ ^{f)} Da UNI/TS 11300-2	$Q_{W,ls,ngn}$ ^{g)} da UNI/TS 11300-2	$Q_{W,gn,out}$ da UNI/TS 11300-2	$Q_{W,aux,el,ngn}$ da UNI/TS 11300-2
Ventilazione	-	-	-	$Q_{ve,el}$ Fabbisogno elettrico degli apparecchi di movimentazione dell'aria per il rinnovo dell'aria negli ambienti UNI/TS 11300-2 Appendice C
Illuminazione	-	-	-	$Q_{lit,el}$ Fabbisogno elettrico degli apparecchi luminosi per l'illuminazione artificiale degli ambienti UNI/TS 11300-2 Appendice D
Trasporto di persone	-	-	-	E_T Fabbisogno elettrico degli impianti atti a soddisfare tale servizio UNI/TS 11300-6

a) comprese le perdite dell'eventuale accumulo
c) $Q_{C,ls,ngn}$ si ottiene dalla formula 3 della UNI/TS 11300-3 escludendo il termine $Q_{C,nd,K}$
d) $Q_{C,gn,out}$ equivale al termine $(Q_{Cr,k,x} + Q_{v,k,x})$ di cui alla formula 1 della UNI/TS 11300-3
e) $Q_{C,aux,el,ngn}$ equivale alla formula 9 della UNI/TS 11300-3 escludendo gli ausiliari elettrici della generazione
f) $Q_{W,nd}$ equivale al termine $Q_{h,w}$ utilizzato nella UNI/TS 11300-2
g) perdite di erogazione, distribuzione e accumulo della UNI/TS 11300-2

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

GENERATORI PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA TERMICA

L'energia termica utile netta richiesta in uscita dai generatori (inclusi generatori) si calcola deducendo il contributo da energia termica utile rinnovabile on site attribuito al k.mo servizio dal fabbisogno mensile, $Q_{k,i,in,i,m}$, del servizio energetico oggetto di calcolo:

$$Q_{k,i,gnout,net,m} = Q_{k,i,in,i,m} - Q_{k,del,os,m}$$

$Q_{k,i,in,i,m}$ è l'energia termica utile richiesta mensilmente per il vettore i ;

$Q_{k,del,os,m}$ è l'energia termica utile fornita mensilmente da fonte rinnovabile on site.

UNI/TS 11300-5:2016

CALCOLO DELLA QUOTA DI ENERGIA RINNOVABILE

Il calcolo della quota di energia da fonti rinnovabili può essere riferito a:

- Un solo servizio energetico dell'edificio (ad esempio per ACS);
- Più servizi energetici dell'edificio (riscaldamento, climatizzazione estiva e ACS).

La quota di energia da FER per i k servizi energetici considerati si calcola con la relazione:

$$QR = \frac{\sum_K E_{P,ren,k}}{\sum_k E_{P,tot,k}}$$

$$\sum_K E_{P,ren,k}$$

energia primaria rinnovabile del k.mo servizio energetico calcolata tenendo conto dei fattori di energia primaria rinnovabile, $f_{P,ren,i}$ per ciascun vettore energetico;

$$\sum_k E_{P,tot,k}$$

energia primaria totale del k.mo servizio energetico calcolata tenendo conto dei fattori di energia primaria totale, $f_{P,tot,i}$ per ciascun vettore energetico.

UNI/TS 11300-5:2016

FATTORI DI ENERGIA PRIMARIA CON I NUOVI DECRETI ATTUATIVI

Vettore energetico	$f_{P,ren}$	$f_{P,ren}$	$f_{P,tot}$
Gas naturale ⁽¹⁾	1,05	0	1,05
GPL	1,05	0	1,05
Gasolio e Olio combustibile	1,07	0	1,07
Carbone	1,10	0	1,10
Biomasse solide ⁽²⁾	0,20	0,80	1,00
Biomasse liquide e gassose ⁽²⁾	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete ⁽³⁾	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento ⁽⁴⁾	1,5	0	1,5
Rifiuti solidi urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento ⁽⁴⁾	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, Mini-eolico e mini-idraulico ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – free cooling ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – pompa di calore ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00

⁽¹⁾ I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.

⁽²⁾ Come definite dall'allegato X del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

⁽³⁾ I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.

⁽⁴⁾ Fattore assunto in assenza di valori dichiarati dal fornitore e asseverati da parte terza, conformemente al quanto previsto al paragrafo 3.2.

⁽⁵⁾ Valori convenzionali funzionali al sistema di calcolo.

NORMA UNI/TS 11300-1:2014

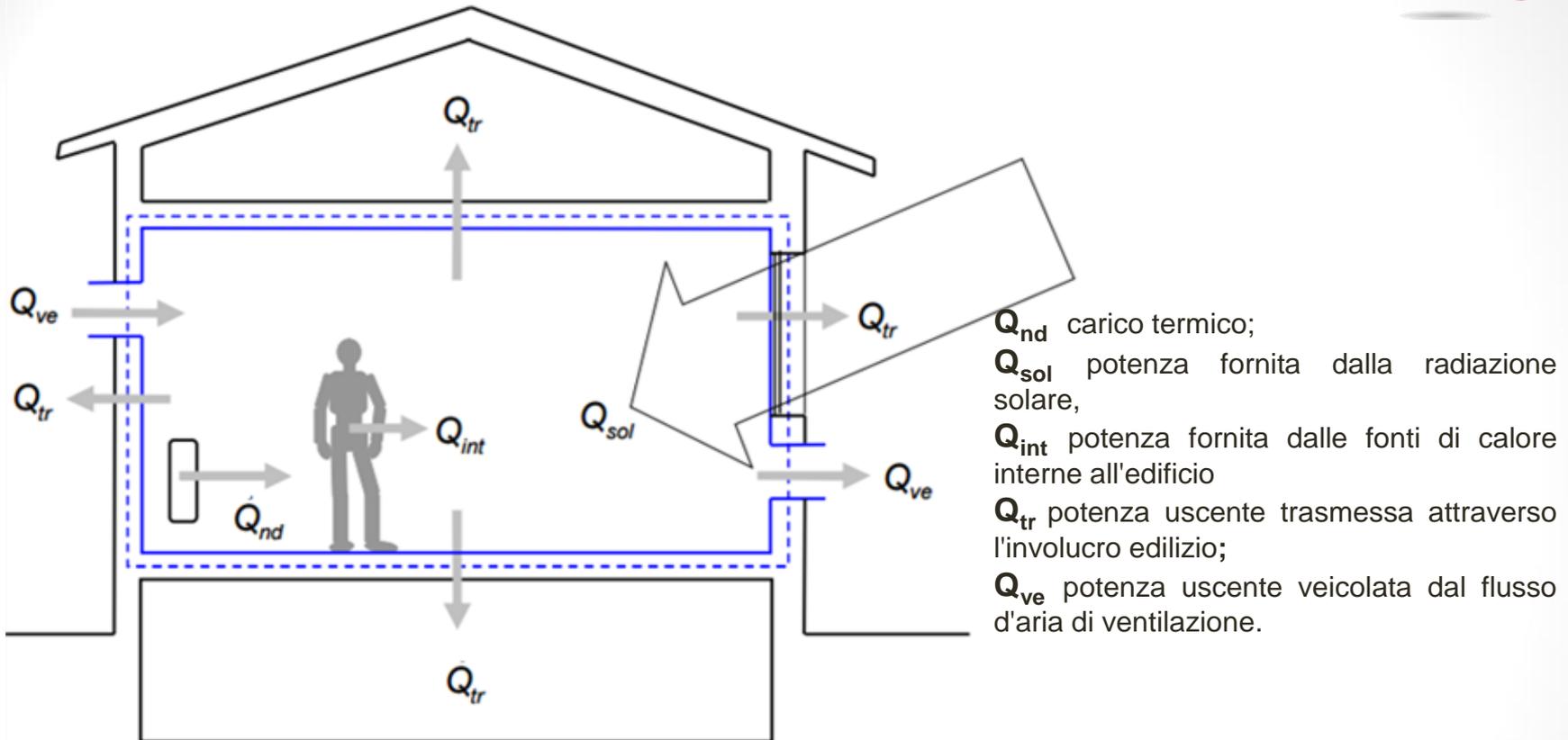
Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva e invernale



Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro



Bilancio energetico del sistema edificio-impianto



— confini del sistema aperto da considerare ai fini delle dispersioni da ventilazione, il cui volume di controllo contiene il volume dell'aria interna

- - - confini fisici della zona termica, comprendente anche le masse che concorrono alla sua capacità termica efficace.



Bilancio energetico del sistema edificio-impianto

$$Q_{nd} + Q_{sol} + Q_{int} + Q_{tr} + Q_{ve} = C \cdot \frac{dt}{d\tau}$$

- Q_{nd} carico termico;
 Q_{sol} potenza fornita dalla radiazione solare,
 Q_{int} potenza fornita dalle fonti di calore interne all'edificio (persone, lampade, macchine, ...),;
 Q_{tr} potenza uscente trasmessa attraverso l'involucro edilizio;
 Q_{ve} potenza uscente veicolata dal flusso d'aria di ventilazione.
 C capacità termica efficace, capacità termica di quella parte della massa dell'edificio che effettivamente immagazzina e/o restituisce energia termica nell'intervallo di tempo considerato

UNI/TS 11300-1:2014

Il **metodo di calcolo** previsto dall'attuale normativa italiana è su **base mensile**.

Le varie voci del bilancio energetico dell'edificio, dispersioni Q_{ls} e guadagni termici Q_{gn} e fabbisogni Q_{nd} , vengono calcolate in **termini di energia mensile** (MJ).

La domanda di energia per climatizzazione ($Q_{H,nd}$ in Inverno e $Q_{C,nd}$ in Estate) dell'edificio è calcolata in base ad un'equazione di bilancio diversa a seconda che ci si trovi nella **stagione di riscaldamento o di raffreddamento**.

Zona climatica	Durata stagione di riscaldamento
A	Dal 1° dicembre al 15 marzo
B	Dal 1° dicembre al 31 marzo
C	Dal 15 novembre al 31 marzo
D	Dal 1° novembre al 15 aprile
E	Dal 15 ottobre al 15 aprile
F	Dal 5 ottobre al 22 aprile

UNI/TS 11300-1:2014

TEMPERATURA INTERNA DI PROGETTO INVERNALE

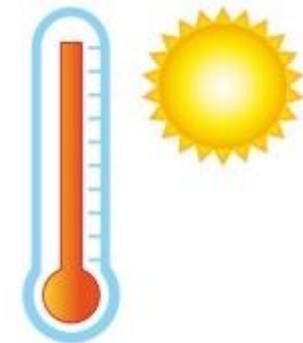


Si assume pari a **20 °C**.

Si assume **28 °C** per la categoria E6 (1), piscine saune e assimilabili, mentre per E6 (2), palestre , ed E8, edifici industriali, si assume una temperatura di **18 °C**.

In caso di edifici non riscaldati:

$$t_u = \frac{\Phi_{gn} + t_i H_{iu} + t_e H_{ue}}{H_{ue} + H_{iu}}$$



Φ_{gn} Flusso termico generato all'interno dell'ambiente non riscaldato, [W];

t_i Temperatura interna di progetto dell'ambiente riscaldato, [°C];

t_e Temperatura esterna media mensile [°C];

H_{iu} Coefficiente di scambio termico fra ambiente riscaldato e quello non riscaldato, [W/K];

H_{ie} Coefficiente di scambio termico fra l'ambiente riscaldato e ambiente esterno, [W/K];

Si ricordi che viene concessa una tolleranza di **±2 °C** per il controllo dell'umidità interna al fine di evitare la condensa superficiale.

Si ricorda che **20°C** è temperatura di confort invernale con metabolismo di 1 Met (58 W/m2)e resistenza del vestiario di 1,5 Clo.



VERIFICA ENERGETICA NELLA STAGIONE DI RISCALDAMENTO

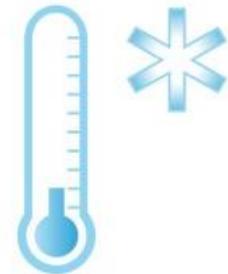
La verifica energetica nel periodo di riscaldamento va fatto fino a quando la temperatura esterna assume un valore:

$$t_e = t_i - \frac{Q_{gn}}{H \tau_{day}}$$

- t_e Temperatura esterna media mensile, °C;
 t_i Temperatura interna di progetto dell'ambiente riscaldato, °C;
 Q_{gn} Guadagni termici totali [kWh]
 H Somma dei coefficienti di scambio termico per trasmissione e ventilazione, W/K
 τ_{day} La durata del giorno in secondi (86400 s).;

TEMPERATURA INTERNA DI PROGETTO ESTIVA

- **28 °C**, Per le categorie E6(1)
- **24 °C** per la categoria E6(2)
- **26 °C** per tutte le altre categorie e per gli edifici adiacenti si assume.





FABBISOGNO IDEALE DI ENERGIA PER CLIMATIZZAZIONE INVERNALE $Q_{H,ND}$

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \cdot Q_{gn} \quad [MJ]$$

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} (Q_{int} + Q_{sol,w}) \quad [MJ]$$

$Q_{H,ht}$ scambio termico totale fra ambiente ed esterno per il riscaldamento, MJ

$Q_{H,tr}$ scambio per trasmissione fra ambiente ed esterno per il riscaldamento [MJ]

$Q_{H,ve}$ scambio per ventilazione fra ambiente ed esterno per il riscaldamento, MJ;

Q_{gn} guadagni termici totali [kWh]

Q_{int} guadagni termici interni, MJ;

$Q_{sol,w}$ apporti termici solari incidenti sui componenti finestrati, MJ

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



FABBISOGNO IDEALE DI ENERGIA PER CLIMATIZZAZIONE ESTIVA $Q_{C,ND}$

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \cdot Q_{C,ht} \quad [MJ]$$

$$Q_{C,nd} = (Q_{int} + Q_{sol,w}) - \eta_{C,ls} (Q_{C,tr} + Q_{C,ve}) \quad [MJ]$$

Q_{gn} guadagni termici totali [kWh]

Q_{int} guadagni termici interni, MJ;

$Q_{sol,w}$ apporti termici solari incidenti sui componenti finestrati, MJ

$Q_{C,ht}$ scambio termico totale fra ambiente ed esterno per il raffrescamento, MJ

$Q_{H,tr}$ scambio per trasmissione fra ambiente ed esterno per il raffrescamento [MJ]

$Q_{H,ve}$ scambio per ventilazione fra ambiente ed esterno per il raffrescamento, MJ;

$\eta_{C,ls}$ fattore di utilizzazione delle dispersioni termiche



Questi contributi si calcolano mediante la relazione:

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} (t_i - t_e) \tau + \left(\sum_k F_{r,k} \Phi_{r,k} \right) \tau - Q_{sol,op}$$

$H_{tr,adj}$ coefficiente globale di scambio termico della zona corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno – esterno, W/K;

t_i temperatura di set point interna della zona considerata, °C;

t_e Temperatura esterna media mensile, °C;

τ La durata del giorno in secondi (86400 s).;

$F_{r,k}$ fattore di forma fra il componente edilizie k.mo e la volta celeste

$\Phi_{r,t}$ flusso dovuta alla radiazione infrarossa verso la volta celeste del componente k.mo, MJ;

$Q_{sol,op}$ apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare incidente sui componenti opachi, in MJ.



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

H_D coefficiente di scambio termico per trasmissione verso l'ambiente esterno, W/K;

H_g coefficiente di scambio termico per trasmissione verso il terreno, W/K,

H_U coefficiente di scambio termico per trasmissione verso gli ambienti non climatizzati, W/K;

H_A coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone climatizzate a temperatura diversa,

Ciascun coefficiente di scambio è dato da una relazione del tipo:

$$H_x = b_{tr,x} \left(\sum_j U_i A_i + \sum_k \psi_{L,k} L_k \right)$$

$b_{tr,x}$ fattore di aggiustamento ≤ 1 quando la temperatura dell'ambiente confinato è diversa da quella esterna.

A_i area dell'elemento, m²;

U_i trasmittanza termica dell'elemento, W/(m²K);

L_k lunghezza del ponte termico lineare, m;

$\psi_{L,k}$ trasmittanza lineare del k.mo ponte termico, W/(mK);



Il flusso solare sulle pareti opache è calcolato con la relazione:

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

- $F_{sh,ob,k}$ fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k.ma;
- $A_{sol,w,k}$ area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k.ma con dato orientamento e angolo di inclinazione sul piano orizzontale, m², data da, per superfici finestrate
- $I_{sol,k}$ Irradianza solare considerato o della frazione di mese sulla superficie k.ma, con data inclinazione ed orientamento, W/m²

Irradianza è la potenza per unità di area proveniente direttamente o indirettamente dal Sole (W/m²)



Per **superfici finestrate**:

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

F_F frazione di area del telaio,

g_{gl} trasmittanza globale di energia solare,

$F_{sh,gl}$ fattore di riduzione degli apporti solari

$A_{w,p}$ area proiettata del componente finestrato;

Per **superfici opache**:

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

$\alpha_{sol,c}$ fattore di assorbimento solare del componente opaco,

R_{se} resistenza termica superficiale del componente opaco, W/(m²K),

$U_{c,eq}$ trasmittanza termica equivalente del componente opaco, W/(m²K);

A_c area proiettata del componente opaco, m²,



Per la ventilazione l'energia scambiata vale:

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} (t_i - t_e) \tau$$

Il coefficiente globale di scambio per ventilazione vale:

ove:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_{p,a} \left(\sum_k b_{ve,k} \dot{V}_{ve,k,mn} \right)$$

$\rho_a c_{p,a}$ capacità termica dell'aria, 1200 J/(m³K);

$b_{ve,k}$ fattore di correzione della temperatura per il flusso dell'aria.

$\dot{V}_{ve,k,mn}$ portata volumetrica dell'aria, m³/s;

La portata d'aria si calcola imponendola pari a **0,3 Vol/h** ovvero **15 m³/h** per persona.



Le nuove norme del 2014 introducono per la prima volta la **necessità del calcolo del calore latente sia per il riscaldamento che per il condizionamento.**

Per ogni zona termica dell'edificio, se è presente un **impianto di climatizzazione che controlla anche l'umidità ambiente**, i fabbisogni di energia latente per umidificazione, $Q_{H,hum,nd}$, e deumidificazione, $Q_{C,dhum,nd}$, si calcolano con le relazioni:

$$Q_{H,hum,nd} = -\min \left[0; Q_{wv,int} - Q_{H,wv,ve} \right]$$

$$Q_{C,dhum,nd} = -\min \left[0; Q_{wv,int} - Q_{C,wv,ve} \right]$$

$Q_{H,hum,nd}$ Entalpia netta di vapore di acqua introdotta nella zona dagli scambi d'aria con l'ambiente circostante per infiltrazione, aereazione e/o ventilazione nel periodo di riscaldamento, MJ;

$Q_{C,dhum,nd}$ Entalpia netta di vapore di acqua introdotta nella zona dagli scambi d'aria con l'ambiente circostante per infiltrazione, aereazione e/o ventilazione nel periodo di raffrescamento, MJ;

$Q_{wv,int}$ Entalpia del vapore di acqua prodotto all'interno della zona da persone e processi e sorgenti varie (cottura, lavaggi, ...), MJ.



Per gli **apporti interni di vapore** prodotto da persone e/o processi interni agli ambienti si utilizza la relazione:

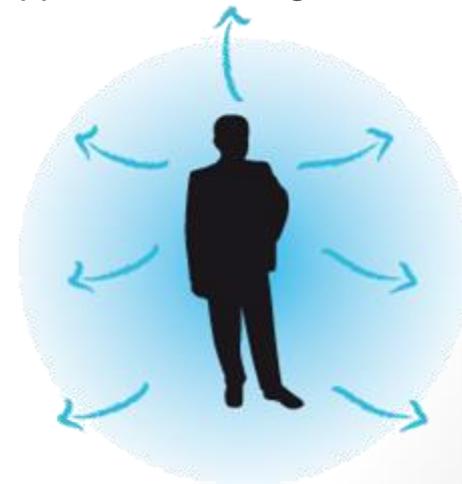
$$Q_{wv,int} = h_{wv} \cdot (G_{wv,Oc} + G_{wv,A}) \cdot \frac{t}{3600}$$

h_{wv} entalpia specifica del vapore di acqua, convenzionalmente posta pari a 2544 J/g;

$G_{wv,Oc}$ portata massica di vapore d'acqua dovuta alle persone, g/h;

$G_{wv,A}$ portata massica di vapore di acqua dovuta alla presenza di apparecchiature, g/h.

Nelle appendici della nuova UNI TS 11300 parte 1° vi sono numerose tabelle per il calcolo delle grandezze sopra indicate.





Si ha la seguente definizione:

$$Q_{H/C, wv, ve} = \rho_a \cdot h_{wv} \left[\sum_k q_{ve, k, mn} \cdot (x_{int} - x_k) \right] t$$

ρ_a Massa volumica dell'aria pari a 1.2 kg/m³;

h_{wv} entalpia specifica del vapore di acqua, convenzionalmente posta pari a 2544 J/g;

$q_{ve, k, mn}$ Portata mediata nel tempo del flusso d'aria k.mo dovuta a ventilazione naturale o aereazione o infiltrazione p ventilazione meccanica, solo se distinta dalla portata d'aria di processo per il controllo dell'umidità dell'aria, m³/s;

x_{int} umidità massica media dell'aria uscente con il ricambio k.mo, che si assume pari al valore dell'umidità prefissata per l'aria della zona termica, g/kg;

x_k umidità massica media del mese considerato del flusso d'aria k.mo, g/kg;

t Durata del mese considerato, pari a 0.0864 N con N numero di giorni del mese, Ms.

UNI/TS 11300-1:2014

ZONIZZAZIONE



Definizione: Ogni porzione di edificio, climatizzata ad una determinata temperatura con identiche modalità di regolazione, costituisce una zona termica.

Nel caso di edifici esistenti l'area netta di ciascuna zona si può calcolare con la relazione:

$$A_f = A_{f,G} \cdot f_n$$

$$f_n = 0.9761 - 0.3055 \cdot d_m$$

d_m spessore medio delle pareti esterne

Il volume netto di ciascuna zona si ottiene moltiplicando l'area netta per l'altezza netta della zona. belle per il calcolo delle grandezze sopra indicate.

UNI/TS 11300-1:2014

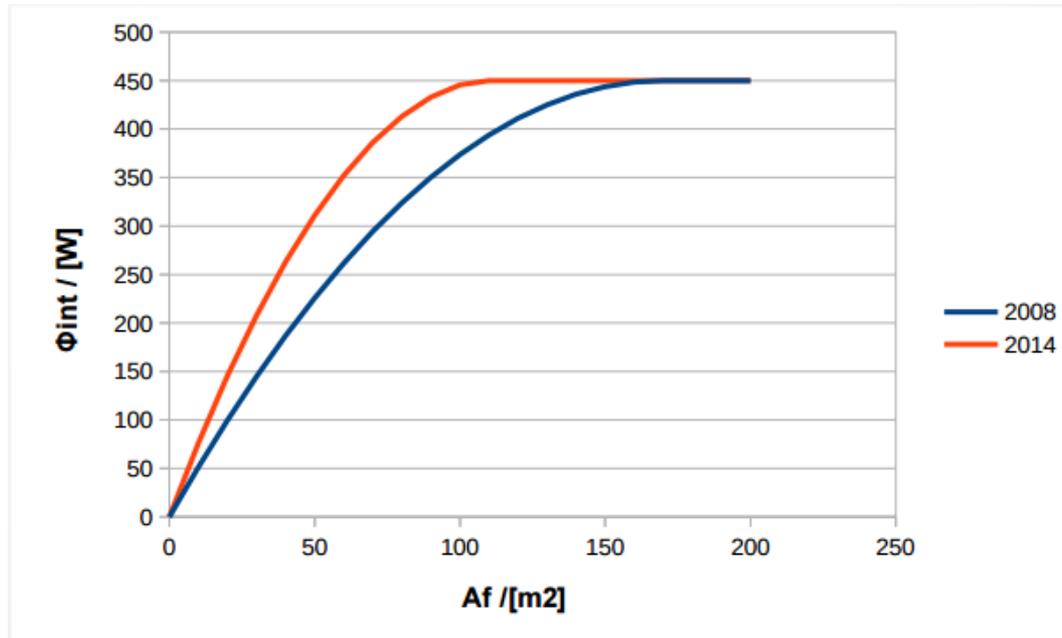
APPORTI TERMICI INTERNI



Per gli edifici di categoria E1(1) ed E1(2) aventi superficie di pavimento A_f minore di 120 m² il valore globale degli apporti interni, in W, è dato dalla relazione:

$$\Phi_{\text{int}} = 7.987 A_f - 0.0353 A_f^2$$

Per superficie > 120 m² si assume il flusso interno pari a **450 W/m²**.



UNI/TS 11300-1:2014

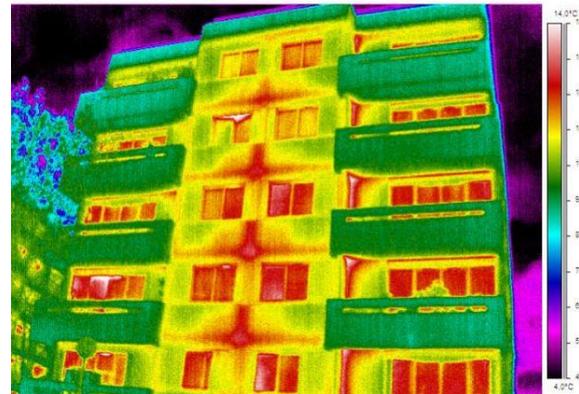
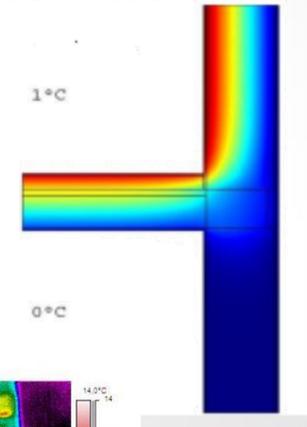
PONTI TERMICI

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.

La normativa sui ponti termici è costituita dalle seguenti norme:

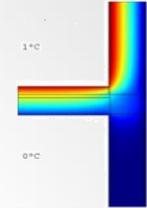
- UNI EN ISO 6946
- UNI EN ISO 10211-1
- UNI EN ISO 10211-2
- UNI EN ISO 14683

Queste norme forniscono sia i metodi di calcolo bidimensionali e tridimensionali per i ponti termici che un metodo tabellare utile per l'applicazione manuale delle norme.



UNI/TS 11300-1:2014

Ponti termici: Norma UNI ENI ISO 10211-1



I ponti termici, generalmente localizzati in corrispondenza delle giunzioni tra gli elementi edilizio dove la composizione degli stessi elementi edilizi si modifica, producono due effetti:

- a) Una modifica del flusso termico
- b) Una modifica della temperatura interna superficiale rispetto ai componenti privi di ponti termici.

Metodi di classe A: metodi numerici di calcolo dettagliati per ponti termici che determinano flussi termici tridimensionali o bidimensionali.

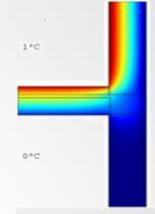
Metodi di classe B: metodi numerici meno dettagliati per ponti termici che determinano flussi termici bidimensionali.

Metodo di calcolo semplificati: EN ISO 14683 – Ponti termici nelle costruzioni edilizie-
Trasmittanza termica lineica - Metodi semplificati e valori di progetto (ISO/DIS14683:1995)

Metodi	Incertezza prevista ψ
Calcolo numerico	$\pm 5\%$
Atlante dei ponti termici	$\pm 20\%$
Calcoli manuali	$\pm 20\%$
Valori di progetto	Da 0% a +50%

UNI/TS 11300-1:2014

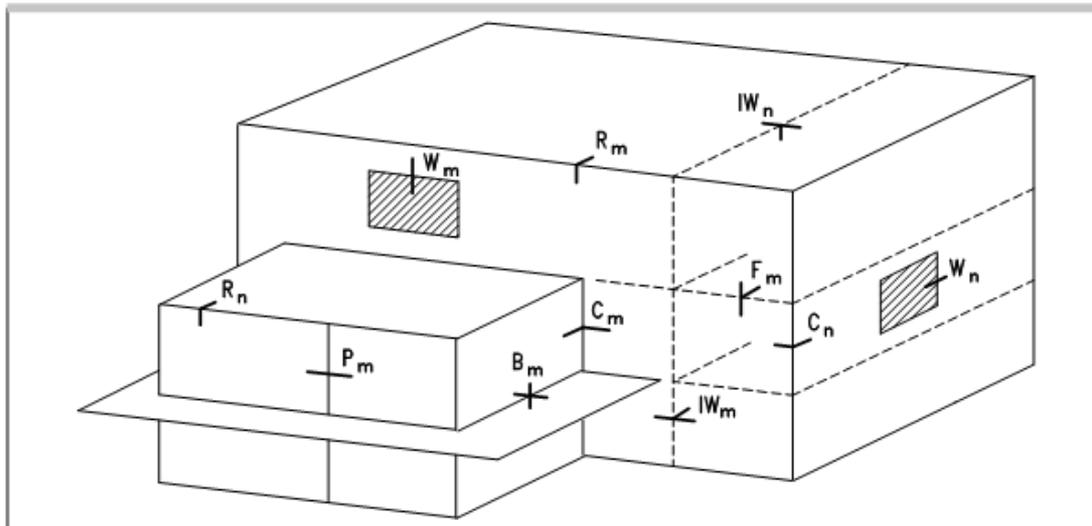
Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Atlanti dei ponti termici

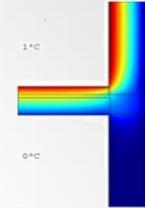
Gli esempi delle tipologie edilizie riportati negli atlanti di ponti termici presentano essenzialmente alcuni **parametri prefissati** (per esempio dimensioni e materiali) e così sono meno flessibili rispetto ai calcoli.

Il valore di Ψ , preso dall'atlante, può essere utilizzato a condizione che le **dimensioni e le proprietà termiche** dell'esempio dell'atlante siano **simili** a quelle del dettaglio considerato o termicamente meno favorevoli di quelle del dettaglio considerato.



UNI/TS 11300-1:2014

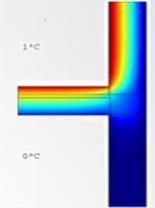
Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Coperture				
<p>R1</p> <p>$\Psi_e = 0,55$ $\Psi_{oi} = 0,70$ $\Psi_i = 0,70$</p> <p>$L^{2D} = 1,42$</p>	<p>R2</p> <p>$\Psi_e = 0,50$ $\Psi_{oi} = 0,65$ $\Psi_i = 0,65$</p> <p>$L^{2D} = 1,38$</p>	<p>R3</p> <p>$\Psi_e = 0,40$ $\Psi_a = 0,55$ $\Psi_i = 0,55$</p> <p>$L^{2D} = 1,28$</p>	<p>R4</p> <p>$\Psi_e = 0,30$ $\Psi_{oi} = 0,50$ $\Psi_i = 0,50$</p> <p>$L^{2D} = 1,25$</p>	
<p>R5</p> <p>$\Psi_e = 0,55$ $\Psi_{oi} = 0,70$ $\Psi_i = 0,70$</p> <p>$L^{2D} = 1,42$</p>	<p>R6</p> <p>$\Psi_e = 0,40$ $\Psi_{oi} = 0,55$ $\Psi_i = 0,55$</p> <p>$L^{2D} = 1,29$</p>	<p>R7</p> <p>$\Psi_e = 0,55$ $\Psi_a = 0,75$ $\Psi_i = 0,75$</p> <p>$L^{2D} = 1,44$</p>	<p>R8</p> <p>$\Psi_e = 0,35$ $\Psi_{oi} = 0,55$ $\Psi_i = 0,55$</p> <p>$L^{2D} = 1,28$</p>	
Parete	Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)	Strato isolante	Soletta/Pilastro	Telaio
<p>Nota - Le linee con le notazioni i, oi ed e indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.</p>				
<p>segue nella pagina successiva</p>				

UNI/TS 11300-1:2014

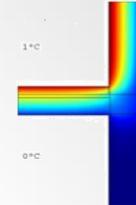
Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Coperture				
continua dalla pagina precedente				
<p>R9</p> <p>$\Psi_e = -0,05$ $\Psi_a = 0,15$ $\Psi_i = 0,15$</p> <p>$L^{2D} = 0,84$</p>	<p>R10</p> <p>$\Psi_e = 0,00$ $\Psi_a = 0,20$ $\Psi_i = 0,20$</p> <p>$L^{2D} = 0,92$</p>	<p>R11</p> <p>$\Psi_e = 0,05$ $\Psi_a = 0,20$ $\Psi_i = 0,20$</p> <p>$L^{2D} = 0,93$</p>	<p>R12</p> <p>$\Psi_e = 0,10$ $\Psi_a = 0,30$ $\Psi_i = 0,30$</p> <p>$L^{2D} = 1,02$</p>	
Balconi, poggiali				
<p>B1</p> <p>$\Psi_e = 0,85$ $\Psi_a = 0,85$ $\Psi_i = 0,90$</p> <p>$L^{2D} = 1,57$</p>	<p>B2</p> <p>$\Psi_e = 0,80$ $\Psi_a = 0,80$ $\Psi_i = 0,85$</p> <p>$L^{2D} = 1,56$</p>	<p>B3</p> <p>$\Psi_e = 0,75$ $\Psi_a = 0,75$ $\Psi_i = 0,80$</p> <p>$L^{2D} = 1,50$</p>	<p>B4</p> <p>$\Psi_e = 0,70$ $\Psi_a = 0,70$ $\Psi_i = 0,75$</p> <p>$L^{2D} = 1,49$</p>	
Parete	Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)	Strato isolante	Soletta/Pilastro	Telaio
<p>Nota - Le linee con le notazioni i, o ed e indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.</p>				
segue nella pagina successiva				

UNI/TS 11300-1:2014

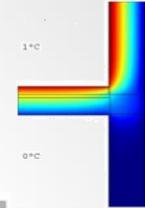
Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Angoli				
continua dalla pagina precedente				
<p>$e = 1,3$ $i, oi = 1,0$</p>				
<p>C1</p> <p>$L^{2D} = 0,84$</p> <p>$\psi_e = -0,05$ $\psi_{oi} = 0,15$ $\psi_i = 0,15$</p>	<p>C2</p> <p>$L^{2D} = 0,79$</p> <p>$\psi_e = -0,10$ $\psi_{oi} = 0,10$ $\psi_i = 0,10$</p>	<p>C3</p> <p>$L^{2D} = 0,70$</p> <p>$\psi_e = -0,20$ $\psi_{oi} = 0,00$ $\psi_i = 0,00$</p>	<p>C4</p> <p>$L^{2D} = 0,81$</p> <p>$\psi_e = -0,15$ $\psi_{oi} = 0,05$ $\psi_i = 0,05$</p>	
<p>$e = 1,0$ $i, oi = 1,3$</p>				
<p>C5</p> <p>$L^{2D} = 0,71$</p> <p>$\psi_e = 0,00$ $\psi_{oi} = -0,20$ $\psi_i = -0,20$</p>	<p>C6</p> <p>$L^{2D} = 0,77$</p> <p>$\psi_e = 0,10$ $\psi_{oi} = -0,15$ $\psi_i = -0,15$</p>	<p>C7</p> <p>$L^{2D} = 0,83$</p> <p>$\psi_e = 0,15$ $\psi_{oi} = -0,05$ $\psi_i = -0,05$</p>	<p>C8</p> <p>$L^{2D} = 0,82$</p> <p>$\psi_e = 0,05$ $\psi_{oi} = -0,15$ $\psi_i = -0,15$</p>	
Parete	Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)	Strato isolante	Soletta/Pilastro	Telaio
<p>Nota - Le linee con le notazioni i, oi ed e indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.</p>				
				segue nella pagina successiva

UNI/TS 11300-1:2014

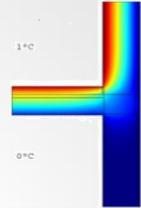
Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Pavimenti				
continua dalla pagina precedente				
<p>F1</p> <p>$\Psi_e = 0,00$ $\Psi_{ai} = 0,00$ $\Psi_i = 0,05$</p> <p>$L^{2D} = 0,74$</p>	<p>F2</p> <p>$\Psi_e = 0,80$ $\Psi_{ai} = 0,80$ $\Psi_i = 0,90$</p> <p>$L^{2D} = 1,56$</p>	<p>F3</p> <p>$\Psi_e = 0,75$ $\Psi_{ai} = 0,75$ $\Psi_i = 0,80$</p> <p>$L^{2D} = 1,50$</p>	<p>F4</p> <p>$\Psi_e = 0,55$ $\Psi_{ai} = 0,55$ $\Psi_i = 0,60$</p> <p>$L^{2D} = 1,36$</p>	
<p>F5</p> <p>$\Psi_e = 0,60$ $\Psi_{ai} = 0,60$ $\Psi_i = 0,65$</p> <p>$L^{2D} = 1,33$</p>	<p>F6</p> <p>$\Psi_e = 0,65$ $\Psi_{ai} = 0,65$ $\Psi_i = 0,70$</p> <p>$L^{2D} = 1,40$</p>	<p>F7</p> <p>$\Psi_e = 0,65$ $\Psi_{ai} = 0,65$ $\Psi_i = 0,70$</p> <p>$L^{2D} = 1,41$</p>	<p>F8</p> <p>$\Psi_e = 0,20$ $\Psi_{ai} = 0,20$ $\Psi_i = 0,30$</p> <p>$L^{2D} = 0,99$</p>	
Parete	Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)	Strato isolante	Soletta/Pilastro	Telaio
<p>Nota - Le linee con le notazioni <i>i</i>, <i>o</i> ed <i>e</i> indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.</p>				
segue nella pagina successiva				

UNI/TS 11300-1:2014

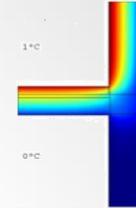
Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Pareti interne				
continua dalla pagina precedente				
<p>IW1 $\Psi_e = 0,00$ $\Psi_{oi} = 0,00$ $\Psi_i = 0,05$ $L^{2D} = 0,74$</p>	<p>IW2 $\Psi_e = 0,50$ $\Psi_o = 0,50$ $\Psi_i = 0,55$ $L^{2D} = 1,26$</p>	<p>IW3 $\Psi_e = 0,50$ $\Psi_{oi} = 0,50$ $\Psi_i = 0,55$ $L^{2D} = 1,22$</p>	<p>IW4 $\Psi_e = 0,00$ $\Psi_{oi} = 0,00$ $\Psi_i = 0,05$ $L^{2D} = 0,81$</p>	
<p>IW5 $\Psi_e = 0,00$ $\Psi_{oi} = 0,00$ $\Psi_i = 0,05$ $L^{2D} = 0,74$</p>	<p>IW6 $\Psi_e = 0,00$ $\Psi_o = 0,00$ $\Psi_i = 0,05$ $L^{2D} = 0,79$</p>			
Parete	Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)	Strato isolante	Soletta/Pilastro	Telaio
<p>Nota - Le linee con le notazioni i, oi ed e indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.</p>				
<p>segue nella pagina successiva</p>				

UNI/TS 11300-1:2014

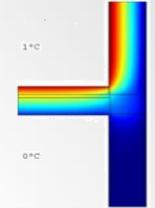
Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Pilastrini				
continua dalla pagina precedente				
P1 $L^{2D} = 2,09$	P2 $L^{2D} = 2,01$	P3 $L^{2D} = 1,83$	P4 $L^{2D} = 1,76$	
$\psi_e = 1,30$ $\psi_{oi} = 1,30$ $\psi_i = 1,30$	$\psi_e = 1,20$ $\psi_a = 1,20$ $\psi_i = 1,20$	$\psi_e = 1,05$ $\psi_a = 1,05$ $\psi_i = 1,05$	$\psi_e = 0,90$ $\psi_{oi} = 0,90$ $\psi_i = 0,90$	
Parete	Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)	Strato isolante	Soletta/Pilastro	Telaio
Nota - Le linee con le notazioni i , oi ed e indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.				
segue nella pagina successiva				

UNI/TS 11300-1:2014

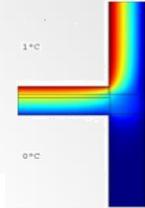
Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Serramenti di porte e finestre					
continua dalla pagina precedente					
<p>$e = 1,0$ $i, oi = 1,0$</p>	<p>0,2</p>			<p>W1</p> <p>$\Psi_e = 0,00$ $\Psi_{oi} = 0,00$ $\Psi_i = 0,00$</p> <p>$L^{2D} = 0,36$</p>	<p>W2</p> <p>$\Psi_e = 0,65$ $\Psi_{oi} = 0,65$ $\Psi_i = 0,65$</p> <p>$L^{2D} = 1,00$</p>
				<p>W3</p> <p>$\Psi_e = 0,45$ $\Psi_{oi} = 0,45$ $\Psi_i = 0,45$</p> <p>$L^{2D} = 0,81$</p>	<p>W4</p> <p>$\Psi_e = 0,05$ $\Psi_{oi} = 0,05$ $\Psi_i = 0,05$</p> <p>$L^{2D} = 0,41$</p>
				<p>W5</p> <p>$\Psi_e = 0,05$ $\Psi_{oi} = 0,05$ $\Psi_i = 0,05$</p> <p>$L^{2D} = 0,40$</p>	<p>W6</p> <p>$\Psi_e = 0,10$ $\Psi_{oi} = 0,10$ $\Psi_i = 0,10$</p> <p>$L^{2D} = 0,44$</p>
Parete	Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)	Strato isolante	Soletta/Pilastro	Telaio	
<p><i>Nota - Le linee con le notazioni i, oi ed e indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.</i></p>					
segue nella pagina successiva					

UNI/TS 11300-1:2014

Ponti termici: Norma EN ISO 14683



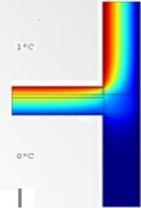
Serramenti di porte e finestre

continua dalla pagina precedente

<p>W7</p> <p>$\Psi_e = 0,35$ $\Psi_{oi} = 0,35$ $\Psi_i = 0,35$</p> <p>$L^{2D} = 0,70$</p>	<p>W8</p> <p>$\Psi_e = 0,60$ $\Psi_{oi} = 0,60$ $\Psi_i = 0,60$</p> <p>$L^{2D} = 0,95$</p>	<p>W9</p> <p>$\Psi_e = 0,20$ $\Psi_{oi} = 0,20$ $\Psi_i = 0,20$</p> <p>$L^{2D} = 0,56$</p>	<p>W10</p> <p>$\Psi_e = 0,00$ $\Psi_{oi} = 0,00$ $\Psi_i = 0,00$</p> <p>$L^{2D} = 0,39$</p>	
<p>W11</p> <p>$\Psi_e = 0,00$ $\Psi_{oi} = 0,00$ $\Psi_i = 0,00$</p> <p>$L^{2D} = 0,36$</p>	<p>W12</p> <p>$\Psi_e = 0,05$ $\Psi_{oi} = 0,05$ $\Psi_i = 0,05$</p> <p>$L^{2D} = 0,41$</p>			
Parete	Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)	Strato isolante	Soletta/Pilastro	Telaio
<p>Nota - Le linee con le notazioni i, oi, ed indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.</p>				<p>segue nella pagina successiva</p>

UNI/TS 11300-1:2014

Ponti termici: Norma EN ISO 14683



Serramenti di porte e finestre

continua dalla pagina precedente

<p>W13</p> <p>$\psi_e = 0,60$ $\psi_{oi} = 0,60$ $\psi_i = 0,60$</p> <p>$L^{2D} = 0,93$</p>	<p>W14</p> <p>$\psi_e = 0,65$ $\psi_a = 0,65$ $\psi_i = 0,65$</p> <p>$L^{2D} = 1,02$</p>	<p>W15</p> <p>$\psi_e = 0,00$ $\psi_{oi} = 0,00$ $\psi_i = 0,00$</p> <p>$L^{2D} = 0,35$</p>	<p>W16</p> <p>$\psi_e = 0,05$ $\psi_{oi} = 0,05$ $\psi_i = 0,05$</p> <p>$L^{2D} = 0,42$</p>	
<p>W17</p> <p>$\psi_e = 0,40$ $\psi_{oi} = 0,40$ $\psi_i = 0,40$</p> <p>$L^{2D} = 0,72$</p>	<p>W18</p> <p>$\psi_e = 0,20$ $\psi_a = 0,20$ $\psi_i = 0,20$</p> <p>$L^{2D} = 0,57$</p>			
<p>Parete</p>	<p>Parete leggera (comprese muratura leggera e parete intelaiata in legno)</p>	<p>Strato isolante</p>	<p>Soletta/Pilastro</p>	<p>Telaio</p>
<p>Nota - Le linee con le notazioni i, oi ed e indicano il sistema di dimensioni - interne, interne globali, esterne. Le dimensioni sono date in metri.</p>				

NORMA UNI/TS 11300-2:2014

Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, la ventilazione e l'illuminazione

UNI/TS 11300-2:2014

Novità della versione 2014

Nella nuova versione della UNI TS 11300-2:2014, si può osservare:

- L'eliminazione della valutazione basata sul rilievo dei consumi effettivi di combustibile.
- L'eliminazione del metodo di calcolo semplificato (e relativi esempi) per il calcolo del fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento (su base stagionale) e del fabbisogno di energia primaria per acqua calda sanitaria (su base annua)
- L'eliminazione del prospetto relativo ai fabbisogni standard di energia per altri usi (usi cottura), utilizzato per poter depurare i consumi rilevati da quelli non attinenti al riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria.
- L'eliminazione dell'indicazione dei fattori di conversione in energia primari

UNI/TS 11300-2:2014

Novità della versione 2014

Oltre agli Appendici A e B (rispettivamente, “Calcolo delle perdite di distribuzione” e “Determinazione delle perdite di generazione”), già presenti nella precedente versione della norma, si sono aggiunte tre nuove Appendici:

- **APPENDICE C** Fabbisogni di energia per la ventilazione meccanica e per la climatizzazione invernale in presenza di impianti aeraulici.
- **APPENDICE D** Fabbisogni di energia per l’illuminazione (solo per edifici a destinazione d’uso non residenziale).
- **APPENDICE E** Calcolo della prestazione energetica di edifici non dotati di impianto di climatizzazione invernale e/odi produzione di acqua calda sanitaria.

UNI/TS 11300-2:2014

Novità della versione 2014

APPLICABILITA'

Questa norma, come già detto in precedenza, determina le prestazioni energetiche degli edifici per il calcolo dei fabbisogni di energia per:

- Riscaldamento e/o raffrescamento degli ambienti;
- Produzione di acqua calda sanitaria, ACS;
- Per ventilazione meccanica;
- Per la climatizzazione invernale (compreso il calore latente);
- Per la climatizzazione estiva(compreso calore latente);
- Per l'illuminazione degli ambienti interni ed esterni di pertinenza dell'edificio
- Per il risparmio di energia derivanti dall'utilizzo di fonti rinnovabili, FER;
- I rendimenti e i fabbisogni di energia primaria per riscaldamento, raffrescamento e ACS.

La nuova norma prevede la zonizzazione dell'edificio e le modalità di calcolo dell'energia primaria per ciascuna tipologia di servizio e per ciascuna zona.

UNI/TS 11300-2:2014

Novità della versione 2014

APPLICABILITA'

La serie UNI/TS 11300 può essere utilizzata per le seguenti applicazioni:

- 1) valutare il rispetto di regolamenti espressi in termini di obiettivi energetici;
- 2) confrontare le prestazioni energetiche di varie alternative progettuali per un edificio in progetto;
- 3) indicare un livello convenzionale di prestazione energetica degli edifici esistenti;
- 4) stimare l'effetto di possibili interventi di risparmio energetico su un edificio esistente, calcolando il fabbisogno di energia prima e dopo ciascun intervento;
- 5) prevedere le esigenze future di risorse energetiche su scala nazionale o internazionale, calcolando i fabbisogni di energia di tipici edifici rappresentativi del parco edilizio.

UNI/TS 11300-2:2014

Tipologia di valutazione

Nel caso di **applicazione all'intero edificio** in modo omogeneo (progetto di nuovi edifici o ristrutturazioni globali o diagnosi energetica dell'intero edificio) si fa riferimento al prospetto 2 ricavato dalla UNI EN 15603.

prospetto 2

Classificazione tipologie di valutazione energetica per applicazioni omogenee all'intero edificio

Tipo di valutazione		Dati di ingresso		
		Uso	Edificio	Clima
A1	Sul progetto (<i>Design Rating</i>)	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard (<i>Asset Rating</i>)	Standard	Standard	Reale
A3	Adattata all'utenza (<i>Tailored rating</i>)	In funzione dello scopo		Reale

UNI/TS 11300-2:2014

Tipologia di valutazione

Nel caso di **applicazione a edifici parzialmente ristrutturati e/o in casi di ampliamento di edifici esistenti**, per una valutazione delle prestazioni energetiche globali di tali edifici i dati di ingresso sono in parte riferiti all'edificio reale e in parte sul progetto.

In tal caso la valutazione energetica diviene mista (*design rating + asset rating*) e quindi per la classificazione delle tipologie di valutazione energetica si fa riferimento al prospetto 3.

prospetto 3 **Classificazione tipologie di valutazione energetica e relative applicazioni**

		Edificio		
		Progetto	Reale	Misto
Condizioni climatiche e comportamento dell'utenza	Standard	<ul style="list-style-type: none">- Richiesta del permesso di costruire (nuova costruzione)- Certificazione energetica del progetto (nuova costruzione)	<ul style="list-style-type: none">- Certificazione energetica dell'edificio- Qualificazione energetica dell'edificio	<ul style="list-style-type: none">- Richiesta di titolo abilitativo (ristrutturazione)- Certificazione energetica del progetto (ristrutturazione)
	Reale	<ul style="list-style-type: none">- Ottimizzazione del progetto (nuova costruzione)	<ul style="list-style-type: none">- Diagnosi energetica (analisi dell'esistente)- Validazione modelli di calcolo (confronto con consumi reali)	<ul style="list-style-type: none">- Ottimizzazione del progetto (ristrutturazione)

UNI/TS 11300-2:2014

DESTINAZIONE E SUDDIVISIONE DEL SISTEMA FABBRICATO-IMPIANTO

La dettagliata identificazione e suddivisione del sistema fabbricato-impianto è prerequisito fondamentale per una coordinata e corretta utilizzazione del metodo di calcolo della UNI/TS 11300-2:2014.

Per quanto attiene le **destinazioni d'uso** si deve identificare a quale dei seguenti gruppi appartiene il sistema edificio impianto:

D1) sistema fabbricato-impianto per sola destinazione residenziale;

D2) sistema fabbricato-impianto per unica tipologia di destinazione non residenziale;

D3) sistema fabbricato-impianto comprendente porzioni di involucro a destinazioni residenziale e non residenziali;

D4) sistema fabbricato-impianto comprendenti porzioni a destinazioni non residenziali di diversa tipologia.

Si deve, inoltre, distinguere tra:

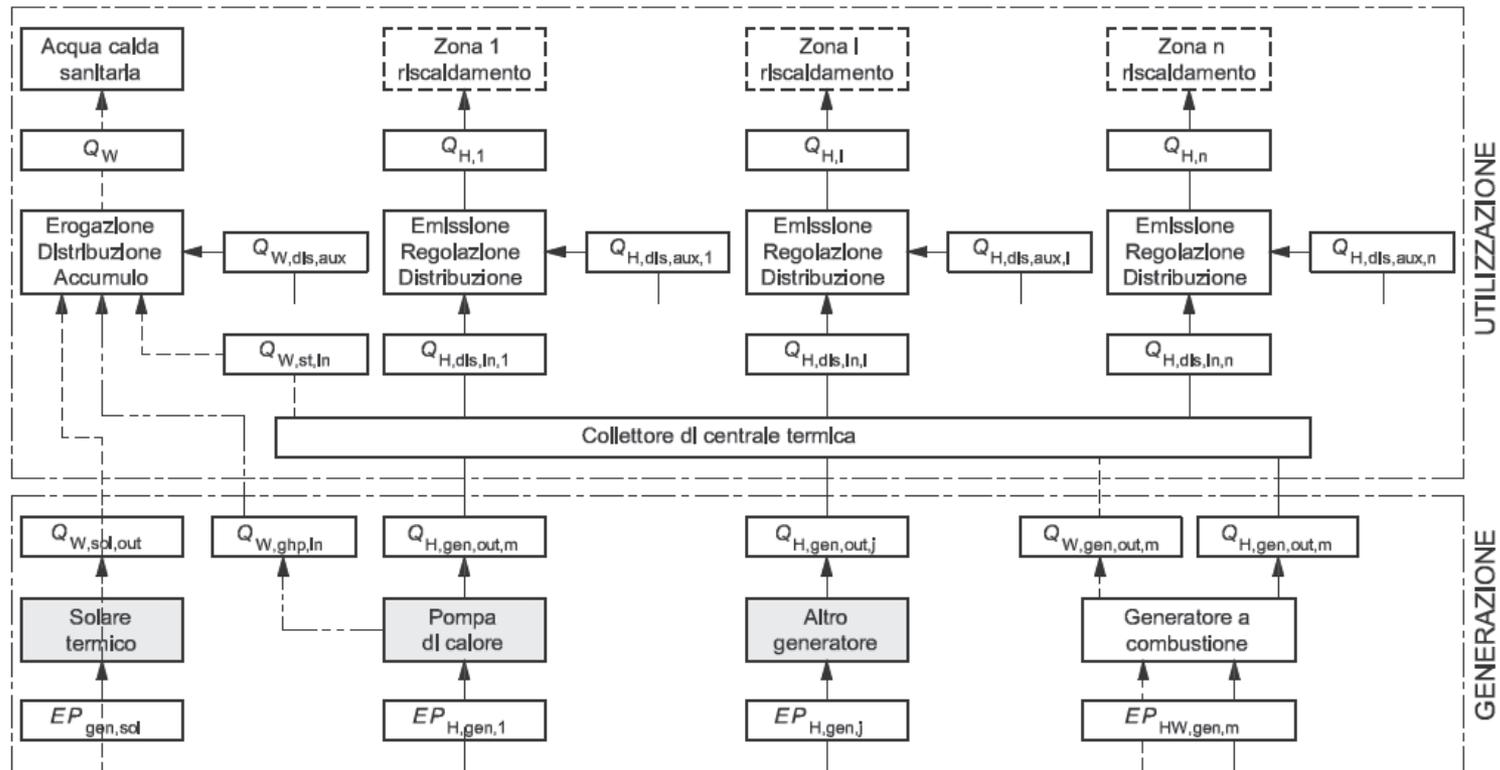
- unità immobiliare di fabbricato unifamiliare, di fabbricato o di porzione di fabbricato collettivo;
- zona termica

UNI/TS 11300-2:2014

Novità della versione 2014

MODALITÀ DI SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI

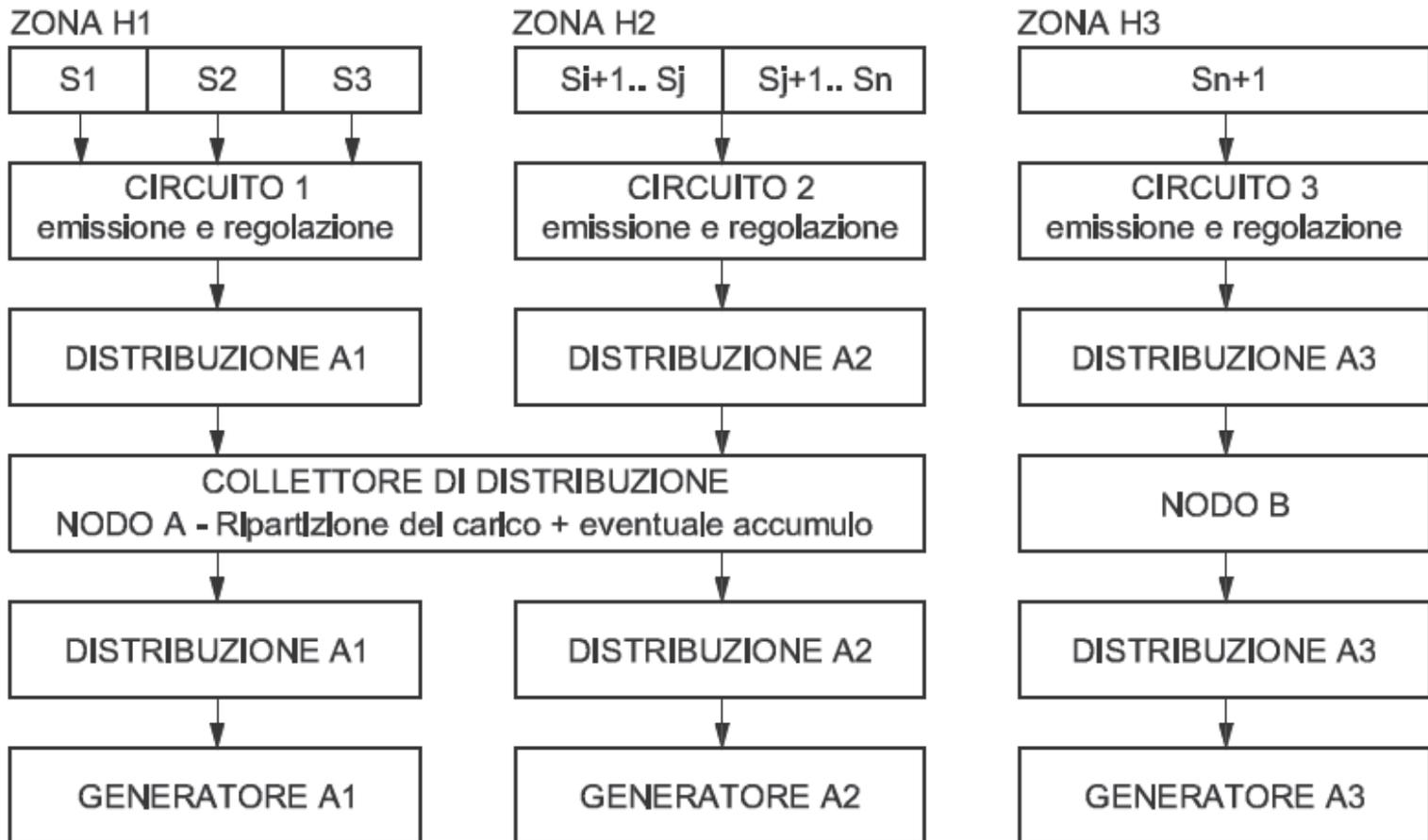
- **Generazione** (ovvero, dal punto di consegna dell'energia al confine dell'edificio al punto di consegna dell'energia termica utile alla rete di distribuzione dell'edificio)
- **Utilizzazione** (ovvero la restante parte, a valle della generazione).



UNI/TS 11300-2:2014

Novità della versione 2014

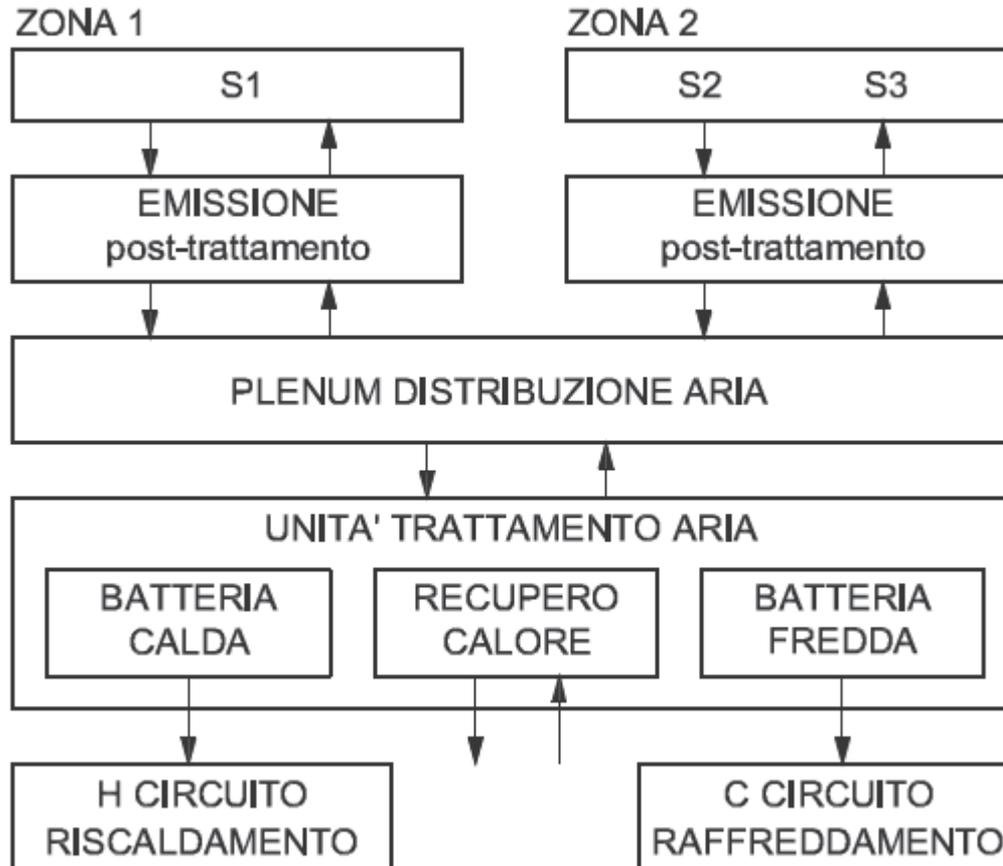
SUDDIVISIONE DI UN SISTEMA DI RISCALDAMENTO



UNI/TS 11300-2:2014

Novità della versione 2014

SUDDIVISIONE DI UN SISTEMA DI VENTILAZIONE



UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale è articolato in:

- Fabbisogno ideale $Q_{H,nd}$.→ UNI/TS 11300-1:2014
- Fabbisogno ideale netto
- Fabbisogno effettivo

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Fabbisogno ideale netto

Dal fabbisogno ideale di energia termica utile $Q_{H,nd}$ devono dedurre eventuali perdite recuperate $Q_{W,lrh}$ dal servizio acqua calda sanitaria

$$Q'_H = Q_{H,nd} - Q_{lrh,W} \quad [kWh]$$

$$Q_{lrh,W} = Q_{lrh,W,d} + Q_{lrh,W,s} \quad [kWh]$$

$Q_{lrh,W,d}$ Perdite recuperate dal sottosistema di distribuzione dell'acqua calda sanitaria calcolate come somma delle perdite recuperate dalla distribuzione finale alle utenze, dalla rete di ricircolo e dal circuito primario;

$Q_{lrh,W,s}$ Perdite recuperate dal serbatoio di accumulo esterno nell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria.

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Fabbisogno effettivo

L'espressione generale per il calcolo dell'energia termica utile effettiva $Q_{hr,i}$ che deve essere fornita all'*i-esima* zona termica è:

$$Q_{hr,i} = Q'_{H,i} + Q_{l,e,i} + Q_{l,rg,i} \quad [kWh]$$

$Q'_{H,i}$ Fabbisogno ideale netto

$Q_{l,e,i}$ Perdite del sottosistema di emissione

$Q_{l,rg,i}$ Perdite del sottosistema di regolazione

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Perdite del sottosistema di emissione

L'espressione generale per il calcolo dell'energia termica utile effettiva $Q_{hr,i}$ che deve essere fornita all'*i-esima* zona termica è:

$$Q_{l,e,i} = Q'_H \cdot \frac{1 - \eta_e}{\eta_e} \quad [kWh]$$

Q'_H il fabbisogno ideale netto di energia termica utile

η_e il rendimento del sottosistema di emissione

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

prospetto 17 Rendimenti di emissione in locali con altezza fino a 4 m

Tipologia di terminale	Carico termico medio annuo ^{a)} [W/m ³]		
	<= 4	4-10	>10
Radiatori su parete esterna isolata ^{*)}	0,98	0,97	0,95
Radiatori su parete interna	0,96	0,95	0,92
Ventilconvettori ^{**) (valori riferiti a t_{media} acqua = 45 °C)}	0,96	0,95	0,94
Termoconvettori	0,94	0,93	0,92
Bocchette in sistemi ad aria calda ^{***)}	0,94	0,92	0,90
Pannelli annegati a pavimento	0,99	0,98	0,97
Pannelli annegati a soffitto	0,97	0,95	0,93
Pannelli a parete	0,97	0,95	0,93
Riscaldatori ad infrarossi	0,99	0,98	0,97

a) Il carico termico medio annuo espresso in W/m³ è ottenuto dividendo il fabbisogno annuo di energia termica utile espresso in Wh, calcolato secondo la UNI/TS 11300-1, per il tempo convenzionale di esercizio dei terminali di emissione, espresso in ore, e per il volume lordo riscaldato del locale o della zona espresso in metri cubi.

*) Il rendimento indicato è riferito ad una temperatura di mandata dell'acqua minore o uguale a 55 °C. Per temperatura di mandata dell'acqua di 85 °C il rendimento decrementa di 0,02 e per temperature di mandata comprese tra 55 e 85 °C si interpola linearmente. Per parete riflettente, si incrementa il rendimento di 0,01.

In presenza di parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) si riduce il rendimento di 0,04.

**) I consumi elettrici non sono considerati e devono essere calcolati separatamente. Il valore di rendimento riportato in tabella tiene già conto del recupero dell'energia elettrica, che quindi deve essere calcolata solo ai fini della determinazione del fabbisogno di energia ausiliaria e non dell'eventuale recupero.

***) Per quanto riguarda i sistemi di riscaldamento ad aria calda i valori si riferiscono a impianti con:

- bocchette o diffusori correttamente dimensionati in relazione alla portata e alle caratteristiche del locale;
- corrette condizioni di funzionamento (generatore di taglia adeguata, corretto dimensionamento della portata di aspirazione);
- buona tenuta all'aria dell'involucro e della copertura.

La distribuzione con bocchette di mandata in locali di altezza maggiore di 4m non è raccomandata. In presenza di tale situazione e qualora le griglie di ripresa dell'aria siano posizionate ad un'altezza non maggiore di 2 metri rispetto al livello del pavimento è opportuno un controllo della stratificazione.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

prospetto 18 Rendimenti di emissione in locali con altezza maggiore di 4 m

Descrizione	Carico termico (W/m ³)								
	<4			4 - 10			>10		
	Altezza del locale								
	6	10	14	6	10	14	6	10	14
Radiatori su parete esterna isolata ^{*)}	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,91	0,93	0,91	0,89
Radiatori su parete interna	0,94	0,92	0,90	0,93	0,91	0,89	0,90	0,88	0,86
Ventilconvettori ^{**)} (valori riferiti a temperatura media acqua = 45 °C)	0,94	0,92	0,90	0,93	0,91	0,89	0,92	0,90	0,88
Bocchette in sistemi ad aria calda	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91
Generatore d'aria calda singolo a basamento o pensile	0,97	0,96	0,95	0,95	0,94	0,93	0,93	0,92	0,91
Aerotermini ad acqua	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,92	0,92	0,91	0,90
Generatore d'aria calda singolo pensile a condensazione	0,98	0,97	0,96	0,96	0,95	0,94	0,94	0,93	0,92
Strisce radianti ad acqua, a vapore, a fuoco diretto	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95
Riscaldatori ad infrarossi	0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,94
Pannelli a pavimento annegati ^{***)}	0,98	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95	0,95	0,95	0,95
Pannelli a pavimento (isolati)	0,99	0,98	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,95

*) Il rendimento indicato è riferito ad una temperatura di mandata dell'acqua minore o uguale a 55 °C. Per temperatura di mandata dell'acqua di 85 °C il rendimento decrementa di 0,02 e per temperature di mandata comprese tra 55 e 85 °C si interpola linearmente.

Per parete riflettente, si incrementa il rendimento di 0,01.

In presenza di parete esterna non isolata ($U > 0,8 \text{ W/m}^2 \text{ K}$) si riduce il rendimento di 0,04.

***) I consumi elettrici non sono considerati e devono essere calcolati separatamente. Il valore di rendimento riportato in tabella tiene già conto del recupero dell'energia elettrica, che quindi deve essere calcolata solo ai fini della determinazione del fabbisogno di energia ausiliaria e non dell'eventuale recupero.

****) I dati forniti non tengono conto delle perdite di calore non recuperate dal pavimento verso il terreno; queste perdite devono essere calcolate separatamente ed utilizzate per adeguare il valore del rendimento.

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistemi di regolazione

Le perdite del sottosistema di regolazione, per ciascuna zona termica considerata, sono calcolate con la seguente espressione:

$$Q_{l,rg} = (Q'_H + Q_{l,e}) \cdot \frac{1 - \eta_{rg}}{\eta_{rg}} \quad [kWh]$$

$Q'_H + Q_{l,e}$ rappresenta il fabbisogno di energia termica in entrata al sottosistema di emissione.

η_{rg} il rendimento del sottosistema di regolazione

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

prospetto 20

Rendimenti di regolazione

Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione	Sistemi a bassa inerzia termica	Sistemi ad elevata inerzia termica	
		Radiatori, convettori, strisce radianti ed aria calda	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente	Pannelli annegati nelle strutture edilizie e non disaccoppiati termicamente
Solo Climatica (compensazione con sonda esterna) $K - (0,6 \eta_u \gamma)^a$		K = 1	K = 0,98	K = 0,94
Solo di zona	On-off	0,93	0,91	0,87
	P banda prop. 2 °C	0,94	0,92	0,88
	P banda prop. 1 °C	0,97	0,95	0,91
	P banda prop. 0,5 °C	0,98	0,96	0,92
	PI o PID	0,99	0,97	0,93
Solo per singolo ambiente	On off	0,94	0,92	0,88
	P banda prop. 2 °C	0,95	0,93	0,89
	P banda prop. 1 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 0,5 °C	0,99	0,98	0,96
	PI o PID	0,995	0,99	0,97

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

prospetto 20

Rendimenti di regolazione

Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione	Sistemi a bassa inerzia termica	Sistemi ad elevata inerzia termica	
		Radiatori, convettori, strisce radianti ed aria calda	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente	Pannelli annessi nelle strutture edilizie e non disaccoppiati termicamente
Zona + climatica	On off	0,96	0,94	0,92
	P banda prop. 2 °C	0,96	0,95	0,93
	P banda prop. 1 °C	0,97	0,96	0,94
	P banda prop. 0,5 °C	0,98	0,97	0,95
	PI o PID	0,995	0,98	0,96
Per singolo ambiente + climatica	On off	0,97	0,95	0,93
	P banda prop. 2 °C	0,97	0,96	0,94
	P banda prop. 1 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 0,5 °C	0,99	0,98	0,96
	PI o PID	0,995	0,99	0,97

a) γ rapporto tra apporti e dispersioni definito nella UNI/TS 11300-1; η_u fattore di utilizzo degli apporti definito nella UNI/TS 11300-1.

Nota 1 Nel caso di assenza di regolazione della temperatura ambiente (solo termostato di caldaia), ai soli fini di valutazione dei miglioramenti dell'efficienza energetica, si possono utilizzare i valori della regolazione "solo climatica" con una penalizzazione di 0,05 sul rendimento.

Nota 2 Per quanto riguarda le funzioni di regolazione contenute nella UNI EN 15232:2012 prospetto 2 punto 1.1, il tipo di regolazione "solo climatica" (compensazione con sonda esterna), nel caso di assenza di regolazione della temperatura ambiente (solo termostato di caldaia) corrisponde alla funzione 0 "No automatic control", mentre nel caso di presenza della compensazione con sonda esterna corrisponde alla funzione 1 "central automatic control". Le funzioni 2,3,4 contenute nello stesso punto "Individual room control", "Individual room control with communication" e "Individual room control with communication and presence control" fanno riferimento alle tipologie di regolazione di zona e singolo ambiente, così come previsto dalla stessa UNI EN 15232:2012 prospetto 2 punto 1.5.

Nota 3 La norma UNI EN 215 sulle valvole termostatiche fornisce indicazioni sulle definizioni di banda proporzionale indicate nel prospetto.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistemi di distribuzione

Sul piano generale, una rete di distribuzione può articolarsi in tutti i seguenti livelli o in uno o due di essi:

- 1) Distribuzione interna di seguito definita “di utenza” alle singole unità immobiliari;
- 2) Distribuzione comune a più unità immobiliari di seguito definita “circuito di distribuzione”;
- 3) Circuito primario, circuito che alimenta più reti di utenza circuiti di distribuzione o fabbricati;
- 4) Circuito di generazione ossia quello nel quale è inserito il sottosistema di generazione.

UNI/TS 11300-2:2014

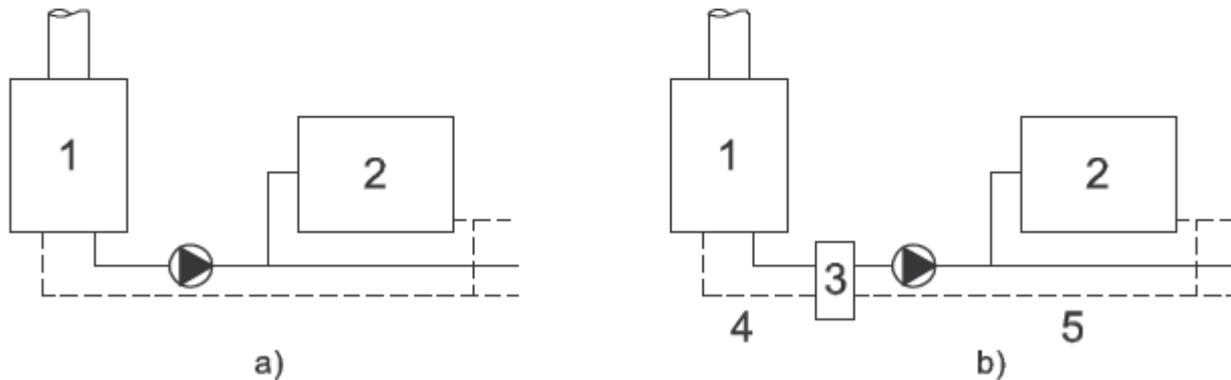
FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistemi di distribuzione

figura 5 Esempi di rete utenza e circuito di generazione

Legenda

- a) Rete unica generazione - utenza
- b) Rete utenza distinta dal circuito di generazione
- 1 Generatore
- 2 Unità terminali
- 3 Compensatore idraulico
- 4 Circuito generatore
- 5 Rete utenza



UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO

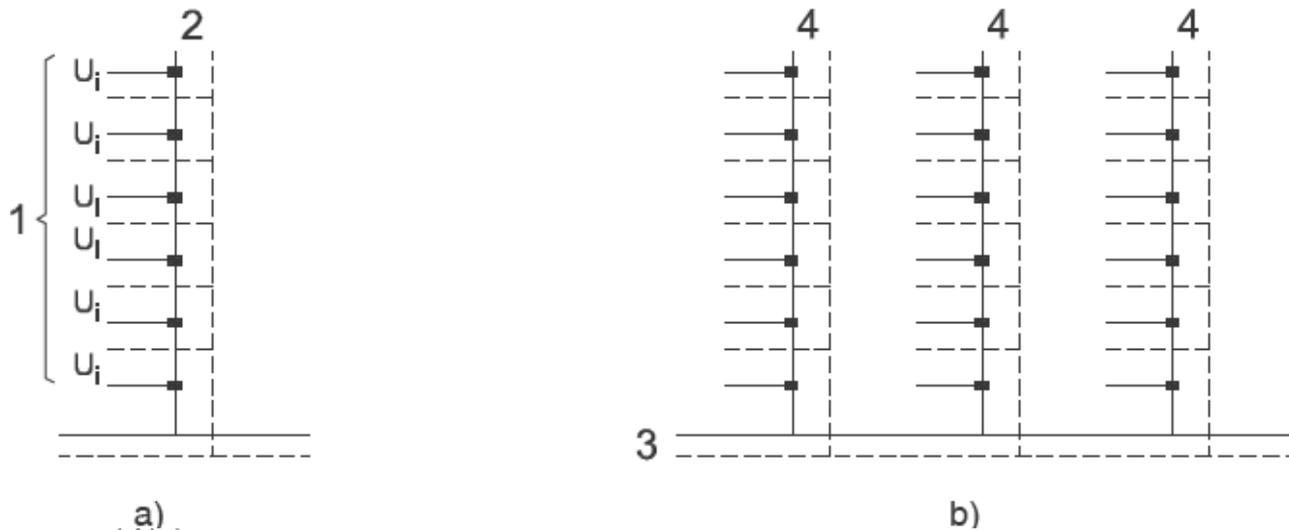
DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistemi di distribuzione

figura 6 Reti di utenza e circuito di distribuzione in impianto di riscaldamento centralizzato

Legenda

- 1 Reti di utenza con distribuzione di zona orizzontale
- 2 Montante di distribuzione verticale
- 3 Anello di distribuzione orizzontale
- 4 Montanti verticali di distribuzione ai singoli terminali



$$Q_{H,dp,in,j} = Q_{H,dp,out,j} + Q_{H,dp,ls,nrh,j} - Q_{H,dp,aux,rh,j} \quad [\text{kWh}]$$

dove:

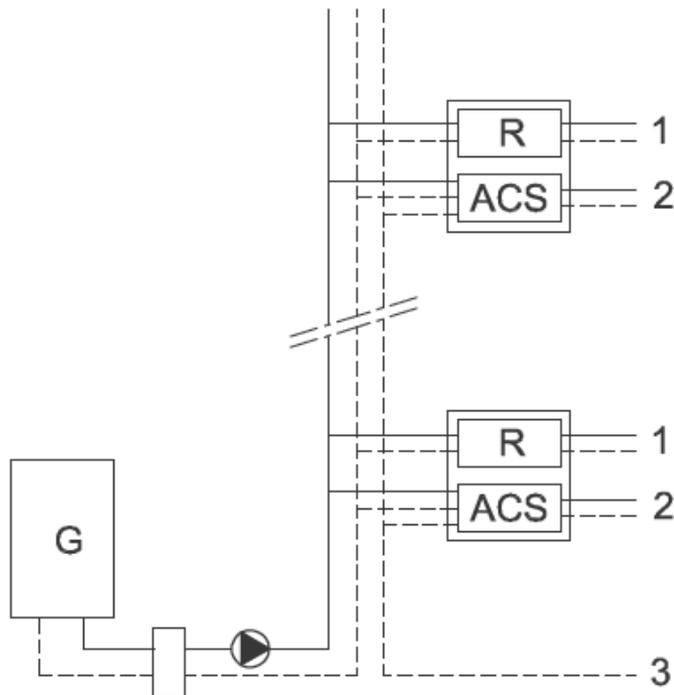
$Q_{H,dp,ls,nrh,j}$ sono le perdite non recuperabili della rete di distribuzione comune j [kWh];

$Q_{H,dp,aux,rh,j}$ è l'energia elettrica ausiliaria recuperata della rete di distribuzione comune j [kWh].

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistemi di distribuzione

figura 7 Impianto con satelliti di utenza (riscaldamento/acqua calda sanitaria)



Legenda

- G Generatore
- R Riscaldamento
- ACS Acqua calda sanitaria
- 1 Rete utenza riscaldamento
- 2 Rete utenza acqua calda sanitaria
- 3 Acqua fredda

$$Q_{H,du,in,i} = Q_{H,du,out,i} + Q_{H,du,ls,nrh,i} - Q_{H,du,aux,rh,i} \text{ [kWh]} \quad (16)$$

dove:

$Q_{H,du,ls,nrh,i}$ sono le perdite non recuperabili della rete di distribuzione di utenza i [kWh];

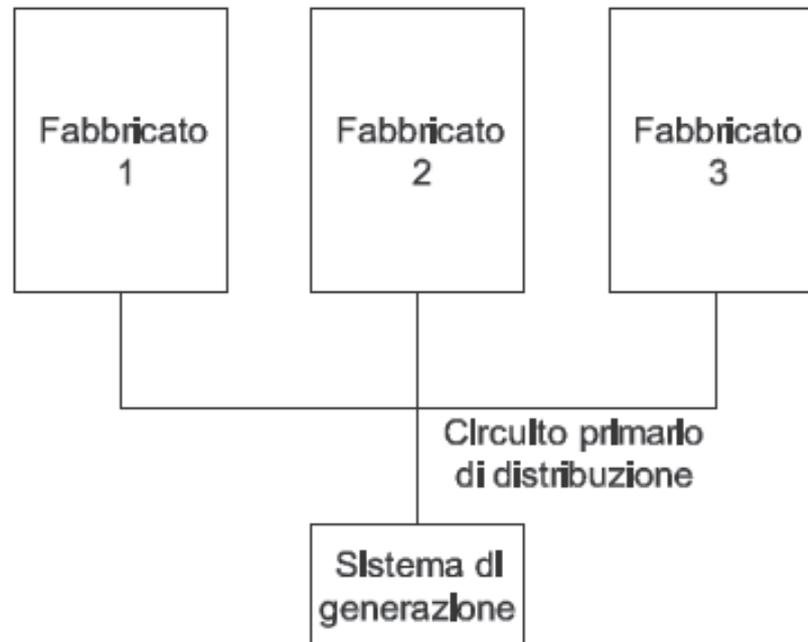
$Q_{H,du,aux,rh,i}$ è l'energia elettrica ausiliaria recuperata della rete di distribuzione di utenza i [kWh].

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistemi di distribuzione

figura 8 Sistema di generazione che alimenta più fabbricati



FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Calcolo delle perdite del sottosistema di distribuzione

Nel caso si utilizzino i valori di rendimento precalcolati dei prospetti, le perdite di distribuzione non recuperate al netto dei recuperi di energia ausiliaria, trascurando il recupero termico dagli ausiliari elettrici, si calcolano come segue:

$$Q_{H,dx,nrh} - Q_{H,dx,aux,rh} = Q_{H,dx,out} \cdot \frac{1 - \eta_{H,dx}}{\eta_{H,dx}} \quad [kWh]$$

$Q_{H,dx,out}$ fabbisogno di energia termica utile all'uscita del segmento di distribuzione;
dx il pedice dx indica una qualsiasi tipologia di rete di distribuzione (du, dc, dp).

$\eta_{H,dx}$ il rendimento di distribuzione ricavato dai prospetti e corretto per tener conto della temperatura effettiva della rete;

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Calcolo delle perdite del sottosistema di distribuzione

Nei seguenti prospetti (da prospetto 21 a prospetto 23) sono considerati i seguenti **livelli di isolamento**:

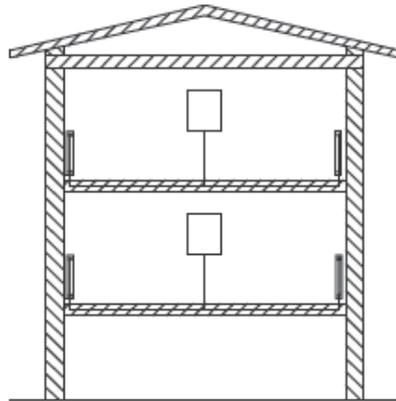
- A. Isolamento con spessori conformi alle prescrizioni del DPR 412/93;
- B. Isolamento discreto, di spessore non necessariamente conforme alle prescrizioni del DPR 412/93, ma eseguito con cura e protetto da uno strato di gesso, plastica o alluminio;
- C. Isolamento medio, con materiali vari (mussola di cotone, coppelle) non fissati stabilmente da uno strato protettivo;
- D. Isolamento insufficiente, gravemente deteriorato o inesistente;
- E. Isolamento scadente o inesistente in impianti realizzati precedentemente all'entrata in vigore del DPR 412/93 (per esempio tubo pre-isolato con spessore ridotto o tubo nudo inserito in tubo corrugato).

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Calcolo delle perdite del sottosistema di distribuzione

prospetto 21 Impianti di riscaldamento autonomi



1. Impianti autonomi con generatore unifamiliare in edificio condominiale

I valori sono applicabili solo qualora le tubazioni corrano interamente all'interno della zona riscaldata, come nel caso di generatore interno all'appartamento

	Isolamento della rete di distribuzione orizzontale	
	A	E
Impianto autonomo a piano intermedio	0,99	0,99
Impianto autonomo a piano terreno su ambienti non riscaldati e terreno con distribuzione monotubo	0,96	0,95
Impianto autonomo a piano terreno su ambienti non riscaldati e terreno con distribuzione a collettori	0,94	0,93

Nota È escluso il caso su esterno o su pilotis; in tali casi si ricorra a metodi analitici.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Calcolo delle perdite del sottosistema di distribuzione

prospetto 21 Impianti di riscaldamento autonomi

2. Impianti autonomi in edificio singolo (1 piano)	Isolamento della rete di distribuzione orizzontale			
	A	B	C	D
2.1 Tubazioni correnti nel cantinato in vista	0,964	0,95	0,92	0,873
2.2 Tubazioni incassate a pavimento con distribuzione monotubo	0,975	0,965	0,955	0,935
2.3 Tubazioni incassate a pavimento con distribuzione a collettori	0,97	0,96	0,94	0,92

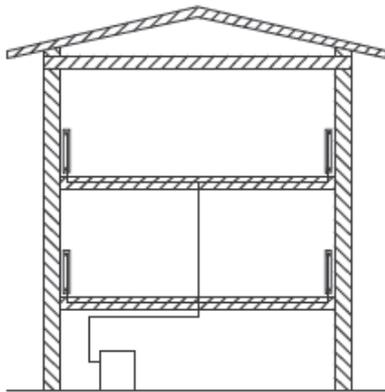
UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Calcolo delle perdite del sottosistema di distribuzione

prospetto 22

Impianti di riscaldamento a zone con distribuzione orizzontale, alimentati da montanti verticali
(correnti solitamente nel vano scale)



1. Impianti unifamiliari a zone in edificio condominiale

I valori sono riferiti alla porzione di impianto completamente interna all'appartamento. Le dispersioni del montante che alimenta le zone devono essere calcolate analiticamente secondo appendice A, tenendo conto della temperatura media stagionale e caricate sulle singole zone in proporzione al fabbisogno di ciascuna di esse.

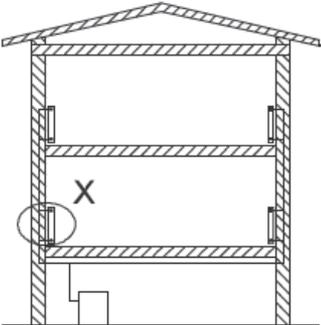
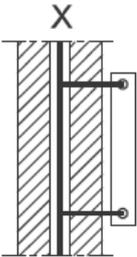
	Isolamento della rete di distribuzione orizzontale	
	A	E
1.1. impianto a zone al piano intermedio	0,99	0,99
1.2. impianto a zone al piano terreno su locali non riscaldati e terreno con distribuzione monotubo	0,96	0,95
1.3. impianto a zone al piano terreno su locali non riscaldati e terreno con distribuzione a collettori	0,94	0,93

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Calcolo delle perdite del sottosistema di distribuzione

prospetto 23 Impianti di riscaldamento centralizzati tradizionali a montanti (comuni a più unità immobiliari)
alimentati da distribuzione orizzontale (corrente solitamente a soffitto del piano cantinato)

 <p>4.1. Distribuzione orizzontale nel cantinato Montanti non isolati correnti nell'intercapedine dei muri esterni</p> 		Isolamento distribuzione orizzontale			
		Altezza edificio	A	B	C
1 piano		0,964	0,950	0,920	0,873
2 piani		0,933	0,924	0,901	0,866
3 piani		0,929	0,923	0,906	0,879
4 piani e più		0,928	0,923	0,910	0,890

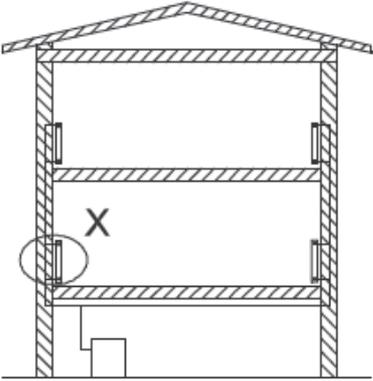
UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Calcolo delle perdite del sottosistema di distribuzione

prospetto 23

Impianti di riscaldamento centralizzati tradizionali a montanti (comuni a più unità immobiliari) alimentati da distribuzione orizzontale (corrente solitamente a soffitto del piano cantinato) (Continua)

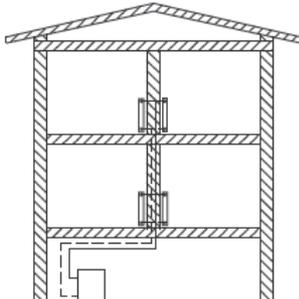
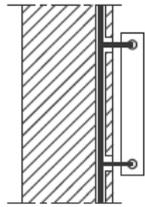
 <p>4.2 Distribuzione orizzontale nel cantinato Montanti non isolati, correnti in traccia nel lato interno delle pareti esterne</p>	Isolamento distribuzione orizzontale				
	Altezza edificio	A	B	C	D
1 piano	0,966	0,952	0,922	0,875	
2 piani	0,938	0,929	0,906	0,871	
3 piani	0,937	0,931	0,914	0,887	
4 piani e più	0,938	0,933	0,920	0,900	

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Calcolo delle perdite del sottosistema di distribuzione

prospetto 23 Impianti di riscaldamento centralizzati tradizionali a montanti (comuni a più unità immobiliari)
alimentati da distribuzione orizzontale (corrente solitamente a soffitto del piano cantinato) (Continua)

 <p>4.3 Distribuzione orizzontale nel cantinato Montanti non isolati correnti in traccia nelle pareti interne NOTA Applicabile anche nel caso di isolamento a cappotto.</p> 	Isolamento distribuzione orizzontale			
	Altezza edificio	A	B	C
1 piano	0,970	0,958	0,932	0,889
2 piani	0,985	0,979	0,966	0,944
3 piani	0,990	0,986	0,977	0,963
4 piani e più	0,990	0,990	0,983	0,972

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistema di accumulo

Serbatoio di accumulo esterno al generatore,

Le perdite di energia termica del serbatoio di accumulo $Q_{l,w,s}$ si calcolano in base all' entità e alle caratteristiche della superficie disperdente dell'accumulatore e alla differenza tra la temperatura media dell'acqua nel serbatoio e la temperatura media dell'ambiente nel quale l'accumulatore è installato.

$$Q_{l,w,s} = \frac{S_s}{d_s} \times (\theta_{avg,w,s} - \theta_a) \times t \times \frac{\lambda_s}{1000} \quad [\text{kWh}]$$

S_s è la superficie esterna dell'accumulo [m^2];

d_s è lo spessore dello strato isolante [m];

λ_s è la conduttività dello strato isolante [$\text{W}/(\text{m} \times \text{K})$];

t è la durata del periodo considerato [h];

$\theta_{avg,w,s}$ è la temperatura media dell'acqua nel serbatoio di accumulo. In assenza di dati di progetto o misurazioni la temperatura media per serbatoi di acqua calda sanitaria è convenzionalmente fissata a 60 [$^{\circ}\text{C}$];

θ_a è la temperatura ambiente del locale di installazione dell'accumulo [$^{\circ}\text{C}$].

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistema di accumulo

Generatore di calore con accumulo incorporato (accumulo interno)

Le perdite di energia termica relative al serbatoio sono considerate nel computo delle perdite del sottosistema di generazione

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistema di generazione

Le perdite di generazione si calcolano con la formula seguente:

$$Q_{l,gn} = (Q_{hr} + Q_{l,d}) \times \frac{1 - \eta_{gn}}{\eta_{gn}} \quad [\text{kWh}]$$

dove:

η_{gn} è il rendimento di generazione

Legenda dei fattori di correzione:

F1 rapporto fra la potenza del generatore installato e la potenza di progetto richiesta. Per generatori modulanti, F1 si determina con riferimento alla potenza minima regolata. La potenza di progetto richiesta è quella calcolata secondo la UNI EN 12831. Per valori di rapporto tra potenza del generatore installato e potenza richiesta compresi tra i valori indicati nei prospetti si procede per interpolazione lineare. Per valori di rapporto superiori al massimo indicato si prenda il corrispondente valore di quest'ultimo;

F2 installazione all'esterno;

F3 camino di altezza maggiore di 10 m;

F4 temperatura media di caldaia maggiore di 65 °C in condizioni di progetto;

F5 generatore monostadio;

F6 camino di altezza maggiore di 10 m in assenza di chiusura dell'aria comburente all'arresto (non applicabile ai Premiscelati);

F7 temperatura di ritorno in caldaia nel mese più freddo.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistema di generazione

prospetto 25 **Generatori di calore atmosferici tipo B classificati ** (2 stelle)**

Valore di base	F1			F2	F3	F4
	1	2	4			
90	0	-2	-6	-9	-2	-2

Nota:
per generatori antecedenti al 1996 valore di base 84.
per generatori classificati * (1 stella) valore di base 88.
valore di base riferito a: caldaia a due stelle, sovradimensionamento 1 riferito al minimo di modulazione, installazione all'interno, camino alto meno di 10 m, temperatura di mandata in condizioni di progetto < 65 °C.

prospetto 26 **Generatori di calore a camera stagna tipo C per impianti autonomi classificati *** (3 stelle)**

Valore di base	F1			F2	F4
	1	2	4		
93	0	-2	-5	-4	-1

Nota:
valore di base riferito a: caldaia a tre stelle, sovradimensionamento 1 riferito al minimo di modulazione, installazione all'interno, camino alto meno di 10 m, temperatura di mandata in condizioni di progetto <65 °C.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DI ENERGIA TERMICA DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Sottosistema di generazione

prospetto 27

Generatori di calore a gas o gasolio, bruciatore ad aria soffiata o premiscelati, modulanti, classificati ** (2 stelle)

Valore di base	F1			F2	F4	F5	F6
	1	1,25	1,5				
90	0	-1	-2	-1	-1	-1	-2

Nota:

per generatori antecedenti al 1996 valore di base 86.

per generatori classificati * (1 stella) valore di base 88.

valore di base riferito a: caldaia a due stelle, sovradimensionamento 1 riferito alla potenza nominale, installazione in centrale termica, chiusura aria comburente all'arresto (o bruciatore a premiscelazione totale), temperatura di mandata in condizioni di progetto < 65 °C.

prospetto 28

Generatori di calore a gas a condensazione ** (4 stelle)**

$\Delta T_{\text{fumi - acqua ritorno}}$ a P_n	Valore di base	F1			F2	F5	F7			
		1	1,25	1,5			40	50	60	>60
<12 °C	104	0	0	0	-1	-3	0	-4	-6	-7
Da 12 a 24 °C	101	0	0	0	-1	-3	0	-2	-3	-4
> 24 °C	99	0	0	0	-1	-2	0	-1	-2	-3

Nota:

valori di base riferito a: caldaia a quattro stelle, regolazione modulante su aria e gas, sovradimensionamento 1 riferito alla potenza nominale, installazione in centrale termica, chiusura aria comburente all'arresto (o bruciatore a premiscelazione totale), ΔT finale acqua ritorno/fumi per classi <12 – da 12 a 24 °C – oltre 24 °C a potenza nominale.

Nel caso di installazione di caldaie a condensazione con accumulo in esterno, il fattore di correzione F2 è pari a -3.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Fabbisogni di energia utile per la produzione di acqua calda sanitaria

L'energia termica richiesta Q_w per soddisfare il fabbisogno di acqua calda sanitaria di un edificio in funzione del **volume di acqua** richiesto e della **differenza fra le temperature di erogazione e dell'acqua fredda** in ingresso è data da:

$$Q_w = \rho_w \times c_w \times \sum_i [V_{w,i} \times (\theta_{er,i} - \theta_0)] \times G \text{ [kWh]}$$

dove:

ρ_w è la massa volumica dell'acqua, ipotizzabile pari a 1000 [kg/m³];

c_w è il calore specifico dell'acqua, pari a $1,162 \times 10^{-3}$ [kWh/(kg × K)];

$V_{w,i}$ è il volume di acqua giornaliero per l'i-esima attività o servizio richiesto espresso in metri cubi al giorno;

$\theta_{er,i}$ è la temperatura di erogazione dell'acqua per l'i-esima attività o servizio richiesto [°C];

θ_0 è la temperatura dell'acqua fredda in ingresso [°C];

G è il numero di giorni del periodo di calcolo considerato [d].

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Volume di acqua richiesto per edifici residenziali

Per gli edifici residenziali il volume di acqua richiesto V_w , espresso in litri/giorno, è calcolato come:

$$V_w = a \times S_u + b \quad [\text{l/giorno}]$$

dove:

a è un parametro in litri/(m² giorno) ricavabile dal prospetto 30;

b è un parametro in litri/(giorno) ricavabile dal prospetto 30;

S_u è la superficie utile dell'abitazione espressa in metri quadri.

prospetto 30

Valori dei parametri a e b

Superficie utile S_u [m ²]	$S_u \leq 35$	$35 < S_u \leq 50$	$50 < S_u \leq 200$	$S_u > 200$
Parametro a [litri/(m ² × giorno)]	0	2,667	1,067	0
Parametro b [litri/giorno]	50	-43,33	36,67	250

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Volume di acqua richiesto per altre tipologie di edifici

Per gli edifici non residenziali il volume di acqua richiesto V_w , espresso in litri/giorno, è calcolato come:

$$V_w = a \times N_u \quad [\text{l/giorno}]$$

dove:

a è il fabbisogno specifico giornaliero in litri/(giorno $\times N_u$) ricavabile dal prospetto 31;

N_u è un parametro variabile in funzione del tipo di edificio ricavabile dal prospetto 31.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Volume di acqua richiesto per altre tipologie di edifici

prospetto 31 Valori dei parametri a ed N_u per gli edifici non residenziali

Tipo di Attività	a	N_u	Categoria DPR 412/93
Dormitori, Residence e B&B	40	Numero di letti	E.1 (3)
Hotel fino a tre stelle	60	Numero di letti	E.1 (3)
Hotel quattro stelle e oltre	80	Numero di letti	E.1 (3)
Attività ospedaliera con pernottamento	80	Numero di letti	E.3
Attività ospedaliera day hospital (senza pernottamento)	15	Numero di letti	E.3
Scuole e istruzione	0,2	Numero di allievi	E.7
Scuole materne e asili nido	8	Numero di bambini	E.7
Attività sportive/palestre	50	Per doccia installata	E.6 (2)
Spogliatoi di stabilimenti	10	Per doccia installata	E.6 (3)
Uffici	0,2	Sup.netta climatizzata	E.2
Esercizio Commerciale senza obbligo di servizi igienici per il pubblico	0	-	E.5
Esercizio Commerciale con obbligo di servizi igienici per il pubblico	0,2	Sup.netta climatizzata	E.5
Ristoranti – Caffetterie	65	Numero di coperti ¹⁾	E.4 (3)
Catering, self service, Bar	25	Numero di coperti ¹⁾	E.4 (3)
Servizio lavanderia	50	Numero di letti	n.d.
Centri benessere	200	Numero di ospiti	n.d.
Altro	0	-	n.d.

1) Per le valutazioni di calcolo sia di progetto (A1) sia Standard (A2) il numero di coperti viene determinato come 1,5 volte l'occupazione convenzionale. Per le valutazioni nelle condizioni di effettivo utilizzo (A3) il numero di coperti corrisponde agli effettivi coperti per cui è stata dimensionata la cucina.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Temperature dell'acqua calda sanitaria

Per valutazioni di tipo A1 e A2 si devono considerare i seguenti valori di riferimento.

prospetto 32

Temperature dell'acqua nella rete di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Temperatura di riferimento all'erogazione	40 °C
Rete di distribuzione alle utenze	48 °C
Rete di ricircolo	48 °C
Rete distribuzione finale	48 °C
Nota Le temperature indicate nel presente prospetto devono intendersi come temperature medie dell'acqua per il calcolo dei fabbisogni termici, non tenendo conto dei fabbisogni per disinfezione citati al punto 7.1.1.	

Per valutazioni di tipo A3 è possibile utilizzare valori diversi da quelli di riferimento riportati purché opportunamente giustificati.

prospetto 33

Temperatura dell'acqua nella rete di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

Serbatoio di accumulo	60 °C
Circuito primario serbatoio/generatore (temp. media)	70 °C

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Sottosistema di erogazione

Le perdite si calcolano con la seguente formula:

$$Q_{l,W,er} = Q_w \times \frac{1 - \eta_{W,er}}{\eta_{W,er}} \quad [\text{kWh}]$$

dove:

Q_w è il fabbisogno di energia termica per la produzione di acqua calda sanitaria calcolato secondo il punto 7.1;

$\eta_{W,er}$ è il rendimento di erogazione dell'acqua.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Sottosistemi di distribuzione

Suddivisione del sottosistema di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

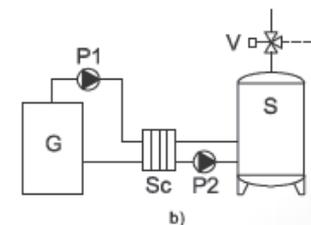
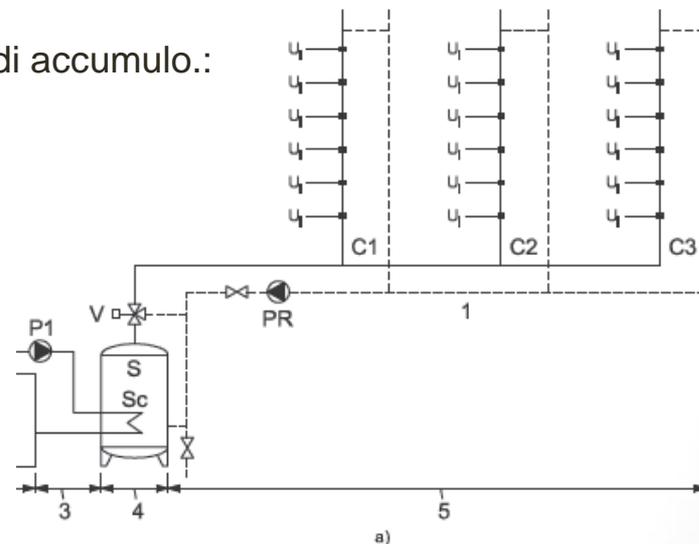
Nel caso più generale la distribuzione di acqua calda sanitaria comprende:

- la distribuzione alle utenze;
- un anello di ricircolo;
- il circuito di collegamento tra generatore e serbatoio di accumulo.:

figura 9 Schema della distribuzione in impianto acqua calda sanitaria

Legenda

- a) Scambiatore interno al serbatoio
- b) Scambiatore esterno al serbatoio
- C1,C2,C3Montanti di distribuzione
- U_i Reti utenze
- G Generatore di calore
- S Serbatoio
- Sc Scambiatore di calore
- P1 Pompa generatore/scambiatore
- P2 Pompa secondaria scambiatore/serbatoio
- PR Pompa di ricircolo
- V Valvola a tre vie
- 1 Ricircolo
- 2 Generazione
- 3 Circuito primario
- 4 Accumulo
- 5 Distribuzione



UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Perdite della distribuzione finale alle utenze

Le perdite della rete di distribuzione alle utenze si calcolano come la somma delle perdite dei tratti costituenti la rete:

dove:

$$Q_{l,W,du} = \sum_i Q_{l,W,du,i} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{l,W,du,i}$ sono le perdite di energia termica dell'*i*-esimo tratto di tubazione facente parte della rete di distribuzione dell'acqua calda sanitaria alle utenze calcolate secondo la seguente formula:

$$Q_{l,W,du,i} = L_i \times (d_{int,i})^2 / 4 \times \pi \times \rho_w \times c_w \times N_{w,du} \times n_{gg} \times (\theta_{w,acs} - \theta_{a,i}) \quad [\text{kWh}]$$

dove:

L_i è la lunghezza dell'*i*-esimo tratto di tubazione [m];

$d_{int,i}$ è il diametro interno dell'*i*-esimo tratto di tubazione [m];

$N_{w,du}$ è il numero di cicli di utilizzo giornalieri, assunto convenzionalmente pari a 3⁶;

n_{gg} è il numero di giorni dell'intervallo di calcolo (mese);

$\theta_{w,avg}$ è la temperatura media dell'acqua calda sanitaria nella rete di distribuzione, assunta convenzionalmente pari a 48 °C;

$\theta_{a,i}$ è la temperatura dell'ambiente esterno all'*i*-esimo tratto di tubazione, determinata secondo il prospetto A.1.

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Perdite della distribuzione finale alle utenze

Nel caso di **impianti esistenti privi di ricircolo** all'interno di singole unità immobiliari, le perdite del sottosistema di distribuzione alle utenze si possono calcolare come segue:

$$Q_{l,W,du} = (Q_W + Q_{l,W,er}) \times f_{l,W,d} \quad [\text{kWh}]$$

$f_{l,W,d}$ è il fattore di perdita della rete di distribuzione imputato secondo il prospetto 34

prospetto 34

Fattori di perdita e di recupero dalla rete di distribuzione dell'acs

Tipologia del sistema	Fattore di perdita $f_{l,W,d}$	Fattore di recupero $f_{rh,W,d}$
Sistemi installati prima dell'entrata in vigore della legge 373/76	0,12	0,5
Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76 con rete di distribuzione corrente solo parzialmente in ambiente climatizzato	0,08	0,5
Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76 con rete di distribuzione corrente totalmente in ambiente climatizzato	0,08	0,9

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI E PERDITE DEI SOTTOSISTEMI DELL'IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Sottosistemi di generazione

Il fabbisogno di energia richiesto alla generazione è dato da:

$$Q_{gn,W,out} = Q_W + Q_{l,W,er} + Q_{l,W,d} + Q_{l,W,s} - Q_{W,ghp,in} \quad [\text{kWh}]$$

prospetto 35

Rendimenti convenzionali degli scaldacqua con sorgente interna di calore

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

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

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI DEGLI AUSILIARI ELETTRICI DEI SOTTOSISTEMI DI RISCALDAMENTO E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

FABBISOGNI DEGLI AUSILIARI ELETTRICI DEI SOTTOSISTEMI DI RISCALDAMENTO E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Ausiliari dei sottosistemi di riscaldamento

Il fabbisogno di energia elettrica di un impianto di riscaldamento è dato dalla seguente espressione:

$$E_{H,aux} = E_{aux,e} + E_{aux,d} + E_{aux,gn} \quad [\text{kWh}]$$

dove:

- $E_{H,aux}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari dei sottosistemi di riscaldamento;
- $E_{aux,e}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di emissione;
- $E_{aux,d}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di distribuzione;
- $E_{aux,gn}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di generazione.

FABBISOGNI DEGLI AUSILIARI ELETTRICI DEI SOTTOSISTEMI DI RISCALDAMENTO E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Ausiliari dei sottosistemi di emissione

Nel caso di terminali con ventilatore (prospetto 36), il fabbisogno di energia elettrica nel periodo di tempo considerato si calcola come segue:

$$E_{aux,e} = W_{aux,e} \times t \times FC_e \quad [\text{kWh}]$$

dove:

$W_{aux,e}$ è la potenza elettrica complessiva dei terminali di emissione espressa in kW;

t è il tempo di attivazione (durata del periodo di calcolo considerato) [h];

FC_e è il fattore di carico dei terminali di emissione pari a:

- 1 per unità sempre in funzione (funzionamento continuo);
- $(Q'_H / t) / \Phi_{em,des}$ per unità non sempre in funzione (funzionamento intermittente con controllo automatico);

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI DEGLI AUSILIARI ELETTRICI DEI SOTTOSISTEMI DI RISCALDAMENTO E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Ausiliari dei sottosistemi di emissione

prospetto 36

Potenze elettriche dei terminali di emissione

Categoria di terminali	Tipologie	Potenza elettrica per terminale installato	
Terminali privi di ventilatore con emissione del calore per convezione naturale ed irraggiamento	Radiatori, convettori, strisce radianti, pannelli isolati dalle strutture ed annegati nelle strutture	Nulli	
Terminali di erogazione per immissione di aria calda	Bocchette e diffusori in genere	Si considerano compresi nella distribuzione dell'aria	
Terminali di erogazione ad acqua con ventilatore a bordo (emissione prevalente per convezione forzata)	Ventilconvettori, convettori ventilati, apparecchi in genere con ventilatore ausiliario.	Portata d'aria m ³ /h	Potenza elettrica ^{a)} [W]
		Fino a 200 m ³ /h	40
		Da 200 a 400 m ³ /h	50
		Da 400 a 600 m ³ /h	60
Generatori d'aria calda non canalizzati ^{b)}	Generatori pensili – Generatori a basamento – Roof top	1 500	90
		2 500	170
		3 000	250
		4 000	350
		6 000	700
		8 000	900

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

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI DEGLI AUSILIARI ELETTRICI DEI SOTTOSISTEMI DI RISCALDAMENTO E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Ausiliari dei sottosistemi di distribuzione

In relazione alla tipologia di impianto e alla natura del fluido termovettore si distingue tra:

- Reti con fluido termovettore acqua (idronici);
- Reti con fluido termovettore aria (aeraulici).

Reti con fluido termovettore acqua (idronici);

$$E_{aux,d} = \sum_i (W_{aux,d,i} \times F_{v,i}) \times t \quad [\text{kWh}]$$

dove:

$W_{aux,d,i}$ è la potenza elettrica dell'i-esimo ausiliario di distribuzione espressa in kW;

$F_{v,i}$ è il fattore di riduzione del fabbisogno per tener conto condizioni di funzionamento, pari a:

- 1 per unità sempre in funzione a velocità costante (funzionamento continuo a portata costante);
- $FC_{aux,d,i} = (Q_{d,out} / t) / \Phi_{em,des}$ per unità non sempre in funzione a velocità costante (funzionamento intermittente a portata costante o continuo a portata variabile) [-].

t è il tempo di attivazione (durata del periodo di calcolo considerato) [h];

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNI DEGLI AUSILIARI ELETTRICI DEI SOTTOSISTEMI DI RISCALDAMENTO E PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Ausiliari dei sottosistemi di distribuzione

Reti con fluido termovettore aria (aeraulici).

$$W_{ve,d} = \frac{\Phi_{aer}}{\eta_{ve}} \text{ [W]}$$

dove:

Φ_{aer} è potenza aeraulica richiesta espressa in W;

η_{ve} è il rendimento del ventilatore, ottenuto per le condizioni di impiego dalla curva caratteristica fornita dal produttore.

Ausiliari dei sottosistemi di regolazione

Non si considerano fabbisogni elettrici dei sottosistemi di regolazione.

UNI/TS 11300-2:2014

CALCOLO DELL'ENERGIA PRIMARIA PER VENTILAZIONE

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

UNI/TS 11300-2:2014

CALCOLO DELL'ENERGIA PRIMARIA PER VENTILAZIONE

La nuova edizione della UNI/TS 11300-1:2014 richiede esplicitamente di calcolare i consumi elettrici dovuti agli ausiliari del sistema di ventilazione meccanica, a cui è dedicata l'appendice C.

$$E_{P,V} = f_{p,el} \times \sum_j E_{ve,el,j} \quad [\text{kWh}]$$

$E_{P,V}$ l'energia primaria per la ventilazione meccanica [kWh];

$E_{ve,el,j}$ è il fabbisogno di energia elettrica dei ventilatori della j-esima zona in un impianto di ventilazione meccanica [kWh];

$f_{p,el}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia elettrica.

$$E_{ve,el,j} = W_{ve,el,adj,k} \times FC_{ve,adj,j} \times t \quad [\text{kWh}]$$

$W_{ve,el,adj,k}$ è la potenza elettrica corretta del k-esimo ventilatore di immissione al servizio della zona j-esima, cioè quella corrispondente alla portata d'aria elaborata per il flusso k-esimo per la zona j-esima corretta aggiungendo alla portata le perdite di massa delle condotte così come specificato al punto C.2.4 [W];

$FC_{ve,adj,j}$ è il fattore di carico della ventilazione meccanica per la zona j-esima [-];

t è l'intervallo di tempo di calcolo [h].

UNI/TS 11300-2:2014

CALCOLO DELL'ENERGIA PRIMARIA PER VENTILAZIONE

Esempio:

Potenza ventilatori: $W_{ve,el,adj} = 150 \text{ W}$

Fatt. efficienza regolaz. ventilaz, mecc.: $FC_{ve,adj} = 0,48$

Durata periodo di riscaldamento: 4400 ore

Consumi di energia primaria pari a :

$$E_{pV} = 2,174 \times 0,150 \text{ kW} \times 0,48 \times 4400 \text{ h} = 688,7 \text{ kWh}$$

(2,174 = fatt. conv. energia primaria dell'energia elettrica)

Per un appartamento di 100 m^2 sono $6,9 \text{ kWh/m}^2$

Sufficienti a perdere una classe!

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNO COMPLESSIVO DI ENERGIA ELETTRICA PER ILLUMINAZIONE

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

UNI/TS 11300-2:2014

FABBISOGNO COMPLESSIVO DI ENERGIA ELETTRICA PER ILLUMINAZIONE

Il fabbisogno complessivo di energia elettrica per illuminazione dell'edificio E_L è dato da:

$$E_L = E_{L,int} + E_{L,est}$$

$E_{L,int}$ è il fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione interna dell'edificio [kWh];

$E_{L,est}$ è il fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione esterna dell'edificio [kWh];

UNI/TS 11300-2:2014

CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA PER DISPOSITIVI DI CONTROLLO E DI EMERGENZA

Valutazione di tipo A1 e A2

Si considera un fabbisogno di energia elettrica parassita dovuto a dispositivi di controllo di 5 kWh/(m² × anno) per tutte le destinazioni d'uso e un fabbisogno di ricarica di dispositivi elettrici di emergenza di 1 kWh/(m² × anno).

Il fabbisogno annuale è dato da:

$$E_{L,int,p} = 6 \times S_u$$

S_u è la superficie utile di pavimento dell'ambiente o della zona [m²].

Valutazioni di tipo A3

Si valutano gli assorbimenti e tempi di funzionamento effettivi utilizzando la norma UNI EN 15193:2008 (Formula 8).

UNI/TS 11300-2:2014

CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA PER L'ILLUMINAZIONE DELLE ZONE ESTERNE

Solo per valutazioni di tipo A3.

Il fabbisogno di energia elettrica per illuminazione delle zone esterne si calcola come:

$$E_{\text{ill,est}} = \sum_i W_{\text{ill,est},i} \times t_{\text{N,on,est}}$$

$W_{\text{ill,est},i}$ è la potenza elettrica dell' i -esimo apparecchio installato all'esterno dell'edificio determinata in conformità alla UNI EN 15193 per il calcolo della potenza²⁴⁾ [kW];

$t_{\text{N,on,est}}$ è tempo di accensione dell'illuminazione esterna durante la notte [h].

UNI/TS 11300-2:2014

CALCOLO DEL FABBISOGNO DI ENERGIA ELETTRICA PER L'ILLUMINAZIONE ARTIFICIALE DI UNA ZONA O DI UN AMBIENTE

Per ogni ambiente o zona il fabbisogno di energia elettrica per illuminazione artificiale si calcola in conformità alla UNI EN 15193:2008.

prospetto D.1

Tempi di operatività dell'illuminazione artificiale diurna t_D e notturna t_N

Tipologia di edificio	t_D [h]	t_N [h]
E.1(3) – Edifici adibiti ad albergo, pensioni e attività similari	3000	2000
E.2 – Edifici adibiti ad uffici e assimilabili	2250	250
E.3 – Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	3000	2000
E.4.(1) – Cinema e teatri, sale di riunioni per congressi	1250	1250
E.4.(2) – Luoghi di culto, mostre, musei e biblioteche	1250	250
E.4.(3) – Bar, ristoranti, sale da ballo	1250	1250
E.5 – Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili	3000	2000
E.6.(1) – Piscine, saune e assimilabili	2000	2000
E.6.(2) – Palestre e assimilabili		
E.6.(3) – Servizi a supporto alle attività sportive		
E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili	1800	200
E.8 – Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	2500	1500

UNI/TS 11300-3:2010

Determinazione del fabbisogno di energia
primaria e dei rendimenti per la climatizzazione
estiva



Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro



CAMPO DI APPLICAZIONE E SCOPI PRINCIPALI

Si applica:

- ad impianti fissi con macchine frigorifere azionate elettricamente
- Edifici nuovi
- Edifici in via di ristrutturazione (25% della superficie esterna coinvolta)

La norma detta metodi e procedure atte a determinare:

- Fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione estiva ($Q_{c,p}$)
- Rendimento energetico globale del sistema “Edificio-Impianto” (η_{glo})
- Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di generazione (η_{mm})
- Rendimento dei sottosistemi dell'impianto di climatizzazione (emissione, regolazione, distribuzione ed ausiliari)



FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione estiva si calcola con la seguente formula:

$$Q_{C,P} = \left(\sum_k Q_{aux,k} + \frac{Q_{Cr,k} + Q_{v,k}}{\eta_{mm,k}} \right) f_{p,el} \quad [kWh]$$

dove:

Q_{aux} è il fabbisogno di energia elettrica per ausiliari degli impianti di climatizzazione [kWh];

Q_{cr} è il fabbisogno effettivo per raffrescamento [kWh];

Q_v è il fabbisogno per trattamenti dell'aria [kWh];

η_{mm} è il coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera;

$f_{p,el}$ è il fattore di conversione da energia elettrica ad energia primaria;

k è il mese k-esimo della stagione di climatizzazione estiva,



FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Il **rendimento globale medio stagionale** η_{glo} del sistema edificio-impianto è quindi determinato da:

$$\eta_{\text{glo}} = \frac{\sum_k (Q_{\text{C,nd,k}} + Q_{\text{v,k}})}{Q_{\text{C,P}}}$$

dove:

$Q_{\text{C,nd}}$ è il fabbisogno ideale per raffrescamento [kWh];

Q_{v} è il fabbisogno per trattamenti dell'aria [kWh];

k è il mese k -esimo della stagione di climatizzazione estiva

$Q_{\text{C,P}}$ è il fabbisogno di energia primaria per la climatizzazione estiva



FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Fabbisogno effettivo di energia termica dell'edificio per raffrescamento Q_{CR}

Per determinare il fabbisogno effettivo per raffrescamento si applica la seguente formula per ogni mese della stagione di climatizzazione estiva:

$$Q_{CR,k} = Q_{C,nd,k} + Q_{l,e,k} + Q_{l,rg,k} + Q_{l,d,k} + Q_{l,d,s,k} - Q_{rr,k} \quad [\text{kWh}]$$

dove per il mese k-esimo:

- $Q_{C,nd,k}$ è il fabbisogno ideale dell'edificio [kWh];
- $Q_{l,e,k}$ sono le perdite totali di emissione [kWh];
- $Q_{l,rg,k}$ sono le perdite totali di regolazione [kWh];
- $Q_{l,d,k}$ sono le perdite totali di distribuzione [kWh];
- $Q_{l,d,s,k}$ sono le perdite totali dei serbatoi di accumulo inerziale [kWh];
- $Q_{rr,k}$ è l'energia termica recuperata [kWh].



FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Perdite per emissione $Q_{l,e,k}$

Le perdite di emissione vengono calcolate applicando la seguente formula:

$$Q_{l,e,k} = \sum_i Q_{C,nd,k} \times \frac{1 - \eta_{e,i}}{\eta_{e,i}} \quad [\text{kWh}]$$

dove:

$Q_{C,nd,k}$ è il fabbisogno ideale per raffrescamento per il mese k -esimo [kWh];

$\eta_{e,i}$ è il rendimento di emissione del terminale di erogazione i -esimo, determinato in funzione della tipologia di terminale secondo il prospetto 6.

Terminale di erogazione	Rendimento di emissione
Ventilconvettori idronici	0,95
Terminali ad espansione diretta, unità interne sistemi split, ecc.	0,94
Armadi autonomi, ventilconvettori industriali posti in ambiente, travi fredde	0,94
Bocchette in sistemi ad aria canalizzata, anemostati, diffusori lineari a soffitto, terminali sistemi a dislocamento	0,94
Pannelli isolati annegati a pavimento	0,98
Pannelli isolati annegati a soffitto	0,97



FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Perdite di regolazione $Q_{l,rg}$

Le perdite di regolazione vengono calcolate applicando la seguente formula:

$$Q_{l,rg,k} = (Q_{C,nd,k} + Q_{l,e,k}) \times \sum_i \frac{1 - \eta_{rg,i}}{\eta_{rg,i}} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{C,nd,k}$ è il fabbisogno ideale per raffrescamento del mese k -esimo [kWh];

$Q_{l,e,k}$ sono le perdite totali di emissione del mese k -esimo [kWh];

$\eta_{rg,i}$ è il rendimento di regolazione associato al terminale i -esimo di erogazione.

Prospetto 7 - Rendimenti di regolazione per diverse tipologie di sistema di controllo dei terminali

Sistema di controllo	Tipologia di regolazione	Rendimento di regolazione
Regolazione centralizzata	Regolazione ON-OFF	0,84
	Regolazione modulante	0,90
Controllori zona	Regolazione ON-OFF	0,93
	Regolazione modulante (banda 2 °C)	0,95
	Regolazione modulante (banda 1 °C)	0,97
Controllo singolo ambiente	Regolazione ON-OFF	0,94
	Regolazione modulante (banda 2 °C)	0,96
	Regolazione modulante (banda 1 °C)	0,98



FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Perdite di distribuzione $Q_{l,d}$

Le perdite complessive di distribuzione sono date dalla somma delle perdite di tutti i circuiti di distribuzione di aria e di acqua, ossia:

$$Q_{l,d,k} = \sum_i Q_{l,da,k} + \sum_i Q_{l,dw,k} \quad [\text{kWh}]$$

dove per il mese k-esimo:

- $Q_{l,da,k}$ sono le perdite di distribuzione nelle canalizzazioni di aria trattata [kWh];
 $Q_{l,dw,k}$ sono le perdite di distribuzione nelle tubazioni di acqua refrigerata [kWh].



FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Perdite di accumulo $Q_{l,d,s}$

Le perdite di accumulo $Q_{l,d,s}$ si calcolano in base alla entità e alle caratteristiche della superficie disperdente dell'accumulatore e alla differenza tra la temperatura media della superficie e la temperatura media dell'ambiente nel quale l'accumulatore è installato.

$$Q_{l,d,s,k} = \frac{A_s}{D_s} \times (\theta_s - \theta_e) \times h_k \times \lambda_s \times \frac{1}{1000} \quad [\text{kWh}]$$

dove:

A_s è la superficie esterna dell'accumulo [m^2];

D_s è lo spessore dello strato isolante [m];

λ_s è la conduttività dello strato isolante [$\text{W}/(\text{m} \times \text{K})$];

h_k è il numero di ore del mese k-esimo [h];

θ_s è la temperatura media nell'accumulo [$^{\circ}\text{C}$];

θ_e è la temperatura ambiente del locale di installazione dell'accumulo nel mese k-esimo [$^{\circ}\text{C}$].



FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_{mm}

Il coefficiente medio di prestazione mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_{mm} viene determinato applicando la seguente formula di calcolo, da ripetersi per tutti i mesi della stagione di climatizzazione estiva:

$$\eta_{mm,k} = EER(F_k) \times \eta_1(F_k) \times \eta_2 \times \eta_3 \times \eta_4 \times \eta_5 \times \eta_6 \times \eta_7$$

dove per il mese k-esimo:

- F_k è il fattore di carico medio mensile, calcolato come rapporto tra la quantità di energia termica richiesta per il raffreddamento e la ventilazione ($Q_{Cr} + Q_v$) nel mese k-esimo ed il valore massimo dell'energia erogabile dalla macchina frigorifera nello stesso mese (ovvero: $h \times \Phi_n$, dove h è il numero di ore mensili e Φ_n la potenza nominale della macchina frigorifera);
- $EER(F_k)$ è il rapporto di efficienza energetica ottenuto in corrispondenza del fattore di carico F_k , e ricavabile per interpolazione dalle curve degli EER costruite secondo quanto indicato al punto 5.5.1;
- $\eta_1(F_k)$ è il coefficiente correttivo ottenuto in corrispondenza del fattore di carico F_k , e ricavabile per doppia interpolazione dai prospetti nell'appendice C;
- $\eta_2, \eta_3, \eta_4, \eta_5, \eta_6, \eta_7$ sono i coefficienti correttivi ricavabili dai prospetti riportati nell'appendice D.

UNI/TS 11300-4:2016

Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria



Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

UNI/TS 11300-4:2016



SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Si applica ai sottosistemi di generazione che forniscono energia termica utile da energie rinnovabili o con metodi di generazione diversi dalla combustione a fiamma di combustibili fossili:

Si considerano le seguenti sorgenti di energie rinnovabili per la produzione di energia termica utile:

- Solare termico;
- Combustibile di biomasse;
- Fonti aeree, geotermiche e idrauliche nel caso di pompe di calore per la quota considerata rinnovabile.

e per la produzione di energia elettrica:

- solare fotovoltaico.



SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

Per quanto riguarda la generazione con processi diversi dalla combustione a fiamma si considerano:

- sistemi che convertono l'energia chimica di combustibili fossili per produzione combinata di energia elettrica ed energia termica (cogenerazione);
- sistemi che riqualificano energia termica a bassa temperatura in energia termica a più elevata temperatura mediante cicli termodinamici alimentati da energia elettrica, da combustibili fossili o da energia termica (pompe di calore);
- sistemi che impiegano energia termica utile derivante da generazione remota (teleriscaldamento).

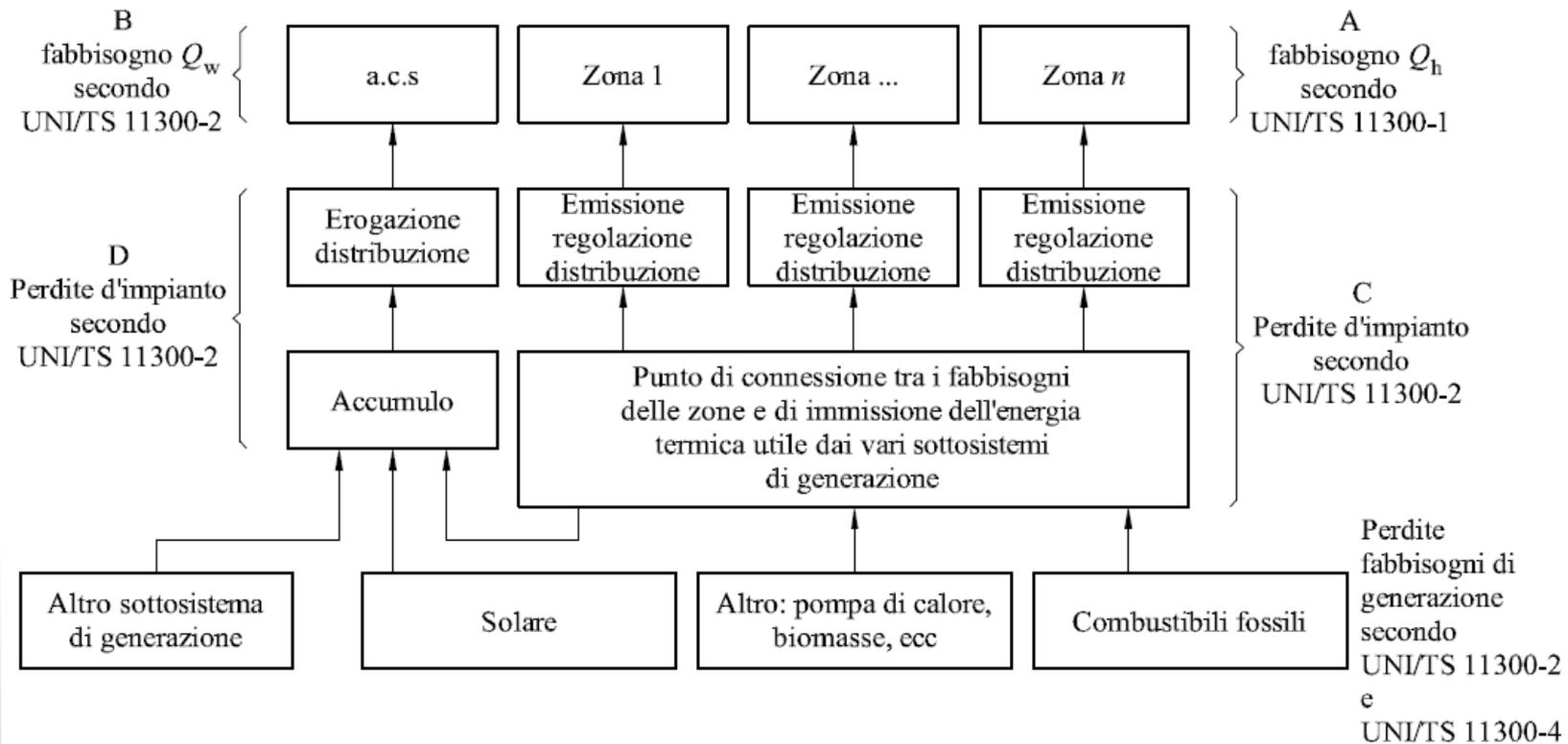


PROCEDURA DI CALCOLO

Schema generale

Nel caso di sistemi polivalenti il **fabbisogno di energia termica utile** $Q_{d,in}$ richiesto dall'edificio nel periodo di calcolo considerato può essere coperto da due o più generatori di diverse tipologie e/o con diversi vettori energetici.

figura 2 – Schema esemplificativo di sistema polivalente e pluri-energetico



UNI/TS 11300-4:2016

PROCEDURA DI CALCOLO



Fabbisogno di energia termica utile dalla generazione

Il fabbisogno mensile globale richiesto dalla distribuzione $Q_{d,in,mese}$ ossia il fabbisogno $Q_{gn,out}$, mese che deve essere fornito dai sottosistemi di generazione dell'edificio e/o da energia termica utile da rete esterna (teleriscaldamento) è dato da:

$$\sum Q_{HW,gn,out,i,mese} = \sum Q_{HW,d,in,j,mese}$$

$\sum Q_{HW,gn,out,i}$ è la somma dei contributi di energia termica utile dei sottosistemi di generazione nel periodo di calcolo.

Priorità di intervento dei generatori

Priorità ^{a)}	Sottosistema di generazione	Produzione di energia
1	Solare termico	Termica
2	Cogenerazione	Elettrica e termica cogenerata
3	Combustione di biomasse	Termica
4	Pompe di calore	Termica o frigorifera
5	Generatori di calore a combustibili fossili	Termica

a) Qualora il sistema preveda l'utilizzo di energia termica utile da rete (teleriscaldamento) e di energia solare, a quest'ultima viene assegnata priorità 1.

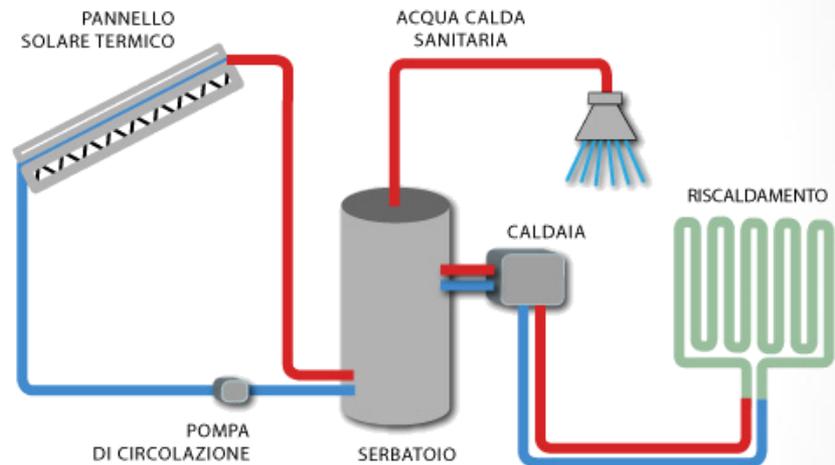


Si distinguono due **tipologie fondamentali di impianto solare termico**:

- impianto solare termico di preriscaldamento o sistema solo solare termico;
- impianto solare termico con sistema supplementare di generazione.

In entrambi i casi il circuito solare comprende i seguenti **principali componenti**:

- collettori solari;
- serbatoio di accumulo;
- circuito di collegamento tra serbatoio-collettori;
- dispositivi di regolazione
- dispositivi di controllo e di sicurezza.
- pompa di circolazione (circolazione forzata);



$$Q_{p,sol} = \sum f_{p,el} \times Q_{sol,aux} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{sol,aux}$ fabbisogno di energia degli ausiliari del sottosistema

$\sum f_{p,el}$ fattore di conversione in energia primaria

UNI/TS 11300-4:2016

SOLARE FOTOVOLTAICO



L'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici $E_{el,pv,out}$ è funzione della radiazione solare, della potenza di picco installata e del fattore di efficienza dell'impianto.

L'energia elettrica prodotta mensilmente dal sistema fotovoltaico è data da:

$$E_{el,pv,out} = (E_{pv} \times W_{pv} \times f_{fv}) / I_{ref} \text{ [kWh]}$$

- E_{pv} è l'irradiazione solare mensile incidente sull'impianto fotovoltaico [kWh/m²];
- W_{pv} è la potenza di picco, che rappresenta la potenza elettrica di un impianto fotovoltaico di una determinata superficie, per una irradianza di 1 kW/m² su questa superficie (a 25°C);
- f_{fv} è il fattore di efficienza del sistema che tiene conto dell'efficienza dell'impianto fotovoltaico integrato nell'edificio e dipende dall'impianto di conversione da corrente continua a corrente alternata, dalla temperatura operativa reale dei moduli fotovoltaici e dall'integrazione nell'edificio dei moduli stessi (vedere prospetto 9);
- I_{ref} è l'irradianza solare di riferimento pari a 1 kW/m².

prospetto 9 - Valori del fattore di efficienza f_{pv}

Grado di ventilazione dei moduli fotovoltaici	f_{pv} [-]
Moduli non ventilati	0,70
Moduli moderatamente ventilati	0,75
Moduli molto ventilati o con ventilazione forzata	0,80



Tipologie di generatori

Ai fini della presente specifica tecnica si considerano le seguenti **tipologie di generatori**:

- 1) generatori a caricamento automatico a biomassa solida (legna, pellet, cippato);
- 2) generatori a caricamento manuale a biomassa solida;
- 3) generatori con bruciatori ad aria soffiata a biomassa liquida (oli vegetali quali olio di palma, colza, girasole) o gassosa (biogas).

Nei riguardi del **fluido termovettore** si considerano

- generatori con fluido termovettore acqua;
- generatori con fluido termovettore aria.



Metodo di calcolo

L'energia richiesta dal sottosistema per la combustione (sottosistemi monovalenti) è data da:

$$Q_{gn,in} = Q_{gn,out} + Q_{l,gn} + Q_{l,gn,s} - (k_{s,rth} \times Q_{l,gn,s}) - (k_{aux,rth} \times Q_{gn,aux}) \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{gn,in}$ è l'energia richiesta dal sottosistema per la combustione [kWh];

$Q_{gn,out}$ è l'energia termica utile richiesta [kWh];

$Q_{l,gn}$ sono le perdite di generazione [kWh];

$Q_{l,gn,s}$ sono le perdite d'accumulo [kWh];

$k_{s,rth}$ è il fattore di recupero delle perdite di accumulo [-];

$k_{aux,rth}$ è il fattore di recupero dell'energia ausiliaria [-];

$Q_{gn,aux}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sistema di generazione [kWh].

Qualora si utilizzino i **valori precalcolati** del rendimento medio stagionale, il rendimento del sottosistema è dato da:

$$\eta_{gn,p} = Q_{gn,out} / (f_{p,x} \times Q_{gn,in} + f_{p,el} \times Q_{gn,aux})$$

dove:

$f_{p,x}$ fattore di conversione dell'energia termica in energia primaria a seconda del vettore energetico (in questo caso biomasse);

$f_{p,el}$ fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria.



Si classificano in relazione a:

- Tipo di fonte energetica sfruttata (Aria esterna, aria interna, Roccia, Terreno, acqua di falda, acqua di mare, acqua di lago, acqua di fiume, acqua di risulta e liquami di processi tecnologici, liquami urbani)
- Tipo di sorgente fredda;
- Tipo di servizio (ACS, riscaldamento, combinato riscaldamento + ACS)
- Vettori energetici e tipologie di generatori;
- Tipi di fluido termovettore.



Prestazioni delle pompe di calore

Il metodo di calcolo si basa sui seguenti dati:

- potenza termica utile erogata;
- potenza richiesta in ingresso (input) (solo per la funzione riscaldamento) ;
- COP o GUE (in alternativa o in aggiunta alla potenza richiesta: COP o $GUE = \text{potenza erogata/potenza richiesta}$);
- coefficiente correttivo del COP e del GUE ai carichi parziali.

COP per le macchine elettriche e GUE per le macchine ad assorbimento a fuoco diretto:

Rapporto tra la potenza termica fornita e la corrispondente potenza elettrica o termica assorbita.



Rendimento di secondo principio

Si definisce rendimento di secondo principio il rapporto fra il COP o il GUE effettivo della pompa di calore ed il COP o il GUE massimo teorico COP_{max} o GUE_{max} in base al secondo principio della termodinamica con le medesime temperature di sorgente fredda e del pozzo caldo.

Per le **pompe di calore elettriche**, il COP massimo teorico si calcola con la formula:

$$\text{COP}_{\max} = (\theta_c + 273,15)/(\theta_c - \theta_f)$$

θ_f è la temperatura della sorgente fredda;

θ_c è la temperatura del pozzo caldo (mandata della pompa di calore).

Per le **pompe di calore ad assorbimento**, il GUE massimo teorico si calcola con la formula:

$$\text{GUE}_{\max} = (\theta_c + 273,15)/(\theta_{\text{gen,in}} + 273,15) \times (\theta_{\text{gen,in}} - \theta_f)/(\theta_c - \theta_f)$$

$\theta_{\text{gen,in}}$ è la temperatura del generatore della pompa di calore ad assorbimento a fuoco diretto.

UNI/TS 11300-4:2016

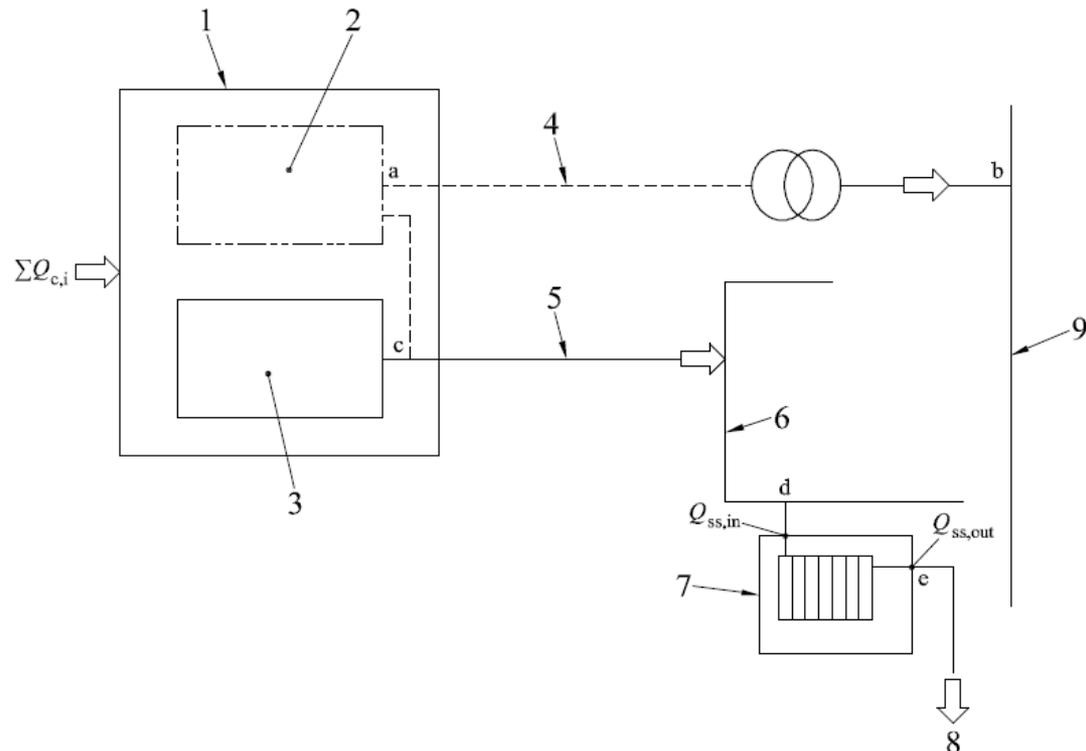
TELERISCALDAMENTO



Riguarda gli edifici allacciati a reti di urbane di teleriscaldamento.

Ai fini della presente specifica si considerano le seguenti due parti:

- 1) **Sistema a rete:** comprende la centrale di generazione e la rete di distribuzione sino al punto di consegna all'utenza.
- 2) **Sottostazione di scambio termico:** è elemento di collegamento tra la rete di distribuzione (circuito primario) e l'utenza (circuito secondario)



Legenda

- 1 Centrale di produzione della rete
- 2 Cogenerazione
- 3 Combustione a fiamma
- 4 Perdite elettriche $Q_{elettrica}$
- 5 Perdite termiche $Q_{termica}$
- 6 Rete teleriscaldamento
- 7 Sottostazione di scambio termico
- 8 Energia termica della rete dell'impianto
- 9 Rete elettrica

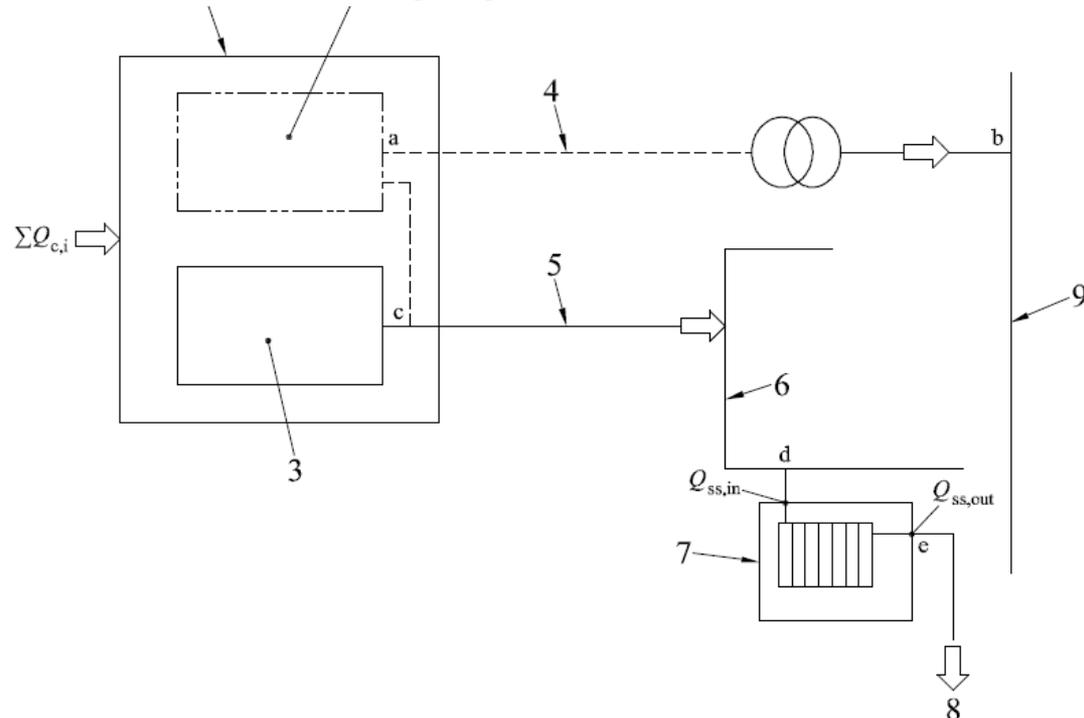


Bilancio termico della sottostazione

L'energia termica fornita alla distribuzione dell'impianto di riscaldamento nel periodo di calcolo è data da:

$$Q_{ss,out} = Q_{ss,in} - Q_{l,ss,env} \quad [\text{kWh}]$$

- $Q_{ss,out}$ energia termica in uscita dalla sottostazione fornita al sottosistema di distribuzione dell'impianto (secondario dello scambiatore) [kWh];
- $Q_{ss,in}$ energia termica in entrata alla sottostazione (primario dello scambiatore) [kWh];
- $Q_{l,ss,env}$ energia termica dispersa dalla sottostazione in ambiente [kWh].



Legenda

- 1 Centrale di produzione della rete
- 2 Cogenerazione
- 3 Combustione a fiamma
- 4 Perdite elettriche Q elettrica
- 5 Perdite termiche Q termica
- 6 Rete teleriscaldamento
- 7 Sottostazione di scambio termico
- 8 Energia termica della rete dell'impiar
- 9 Rete elettrica



Le unità cogenerative sono classificate in base a:

Tipologia di motore primo:

- motore a combustione interna (ciclo Otto e ciclo Diesel);
- turbina a gas con recupero del calore dei gas di scarico;
- altre tipologie (motori a combustione esterna con ciclo Stirling, celle a combustibile, ecc.).

Modalità di funzionamento:

- regime a punto fisso (funzionamento on-off, senza modulazione del carico);
- modulazione del carico con variazione della potenza elettrica erogata dalla nominale $\Phi_{\text{chp,el,nom}}$ alla minima tecnica possibile $\Phi_{\text{chp,el,min}}$.

Tipologia di circuito idraulico di recupero termico:

- recupero costante e non modificabile;
- con by-pass sul recupero fumi, o altro dispositivo che permetta di non recuperare una porzione ben definita dell'energia termica prodotta, la quale, a by-pass aperto, viene dissipata in atmosfera.

UNI/TS 11300-4:2016

COGENERAZIONE



Le unità cogenerative sono classificate in base a:

Modo di assemblaggio dell'unità cogenerativa:

- sistema assemblato da unico fabbricante che ne dichiara le prestazioni in termini di curve prestazionali. Il sistema deve comprendere almeno il motore primo, gli scambiatori per il recupero del calore, il generatore elettrico e gli organi di regolazione; in aggiunta come opzioni un serbatoio di accumulo termico inerziale e/o un generatore di calore integrativo non cogenerativo;
- sistema assemblato su progetto con organi provenienti da diversi fabbricanti.

Accumulo termico inerziale:

- sottosistema privo di accumulo;
- sottosistema con accumulo presente lato impianto, ossia esterno al sistema cogenerativo;
- sottosistema con accumulo incluso nel sistema cogenerativo.



Verifica del dimensionamento dei sistema di accumulo inerziale

Un sistema di accumulo inerziale elimina o riduce la necessita di congruenza puntuale tra la potenza termica erogata dalla sezione cogenerativa ed il fabbisogno istantaneo in ingresso al sistema di distribuzione.

La **potenza termica media** richiesta nel mese è data da:

$$\Phi_{d,in,avg,mese} = (Q_{H,d,in,mese} + Q_{W,d,in,mese} + Q_{HR,d,in,mese} + Q_{I,chp,s,mese})/t \quad [W]$$

Si procede con il dimensionamento congruo del **sistema di accumulo** calcolando la capacità di accumulo di energia termica utile $Q_{chp,s,design}$ in funzione dei fabbisogni di energia termica all'ingresso del sottosistema di distribuzione.

- durante la stagione di riscaldamento:

$$Q_{CG,s,design} = \min (0,25 \times Q_{H,d,in,avg,giorno} + 0,29 \times Q_{W,d,in,avg,giorno}; 3,00 \text{ h} \times \Sigma \Phi_{CGi,ter,out,nom}) \text{ [kWh]}$$

- al di fuori della stagione di riscaldamento:

$$Q_{CG,s,design} = \min (0,40 \times Q_{HR,ass,in,avg,giorno} + 0,29 \times Q_{W,d,in,avg,giorno}; 4,00\text{h} \times \Sigma \Phi_{CGi,ter,out,nom}) \text{ [kWh]}$$



Verifica del dimensionamento dei sistema di accumulo inerziale

La verifica della **capacità di accumulo termico di dimensionamento** deve sempre tenere conto della temperatura media di ritorno dal sottosistema di distribuzione e dalla temperatura massima in uscita delle unità cogenerative.

Per sistemi senza transizione di fase si ottiene:

$$Q_{CG,s} = \rho \times V \times c_p \times (T_{CG,out,max} - T_{d,out,avg})/3\,600 \quad [\text{kWh}]$$

$T_{CG,out,max}$

temperatura massima acqua in uscita dalla sezione cogenerativa;

$T_{d,out,avg}$

temperatura media acqua di ritorno dal sottosistema di distribuzione.

L'indice di congruità α è definito da:

$$\alpha = Q_{CG,s}/Q_{CG,s,design}$$

In base all'indice α si possono avere i seguenti casi:

- $\alpha > 1$: accumulo maggiore del limite di congruità – si assume come congruo;
- $\alpha = 1$: accumulo congruo;
- $0 < \alpha < 1$: accumulo presente ma non congruo.

NORMA UNI TS 11300/6

DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PER ASCENSORI E MONTACARICHI

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro

UNI/TS 11300-6:2016

DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PER ASCENSORI

Questa norma indica come calcolare i fabbisogni di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili a servizio dell'edificio.

In particolare la specifica tecnica si applica alle seguenti tipologie di edificio:

- Edificio residenziale;
- Albergo;
- Ufficio;
- Ospedale;
- Edificio per attività scolastiche e ricreative;
- Centro commerciale,
- Edificio per attività sportive;
- Edificio per attività industriali ed artigianali;
- Edificio per trasporto pubblico (stazione, aeroporto,...)

Questa norma si riferisce alla UNI EN ISO 25751-1 Parte 1 e Parte 2.

UNI/TS 11300-6:2016

DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PER ASCENSORI

Il fabbisogno giornaliero di un ascensore è calcolato in funzione del **numero di corse giornaliere** e dell'**energia per ciascuna corsa**.

Categoria d'uso	1H	2H	3H	4H
Tipologia e uso dell'edificio	Edificio monofamiliare o servizio di accessibilità pubblica in negozi o enti pubblici	Edificio plurifamiliare o servizio di accessibilità pubblica in uffici o centri commerciali, stazioni e aeroporti	Casa di riposo per anziani e/o accessibilità pubblica in uffici e aziende sanitarie	Casa di riposo per anziani e/o accessibilità pubblica in uffici e aziende sanitarie specifiche per disabili
Frequenza d'uso	Molto bassa	Bassa	Medio-bassa	Media
Numero medio di corse giornaliere (c_d)	5	8	15	20
Velocità massima ammessa	0,15 m/s			

Per i marciapiedi mobili si ha la tabella:

Tipologia di installazione	Valore medio del numero di passeggeri al giorno (N)
Negozi, musei, biblioteche, luoghi di ricreazione	3 000
Grandi magazzini, centri commerciali, aeroporti di media dimensione, stazioni per treni regionali, stazioni metropolitane con traffico basso, percorsi pedonali meccanizzati	10 000
Aeroporti di grande dimensione, stazioni ferroviarie principali, stazioni metropolitane con traffico medio	15 000
Stazioni metropolitane con traffico intenso	20 000

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Dott. Ing Elisabetta Negro

ing.negroelisabetta@gmail.com

Dott. ssa Ing. Elisabetta Negro