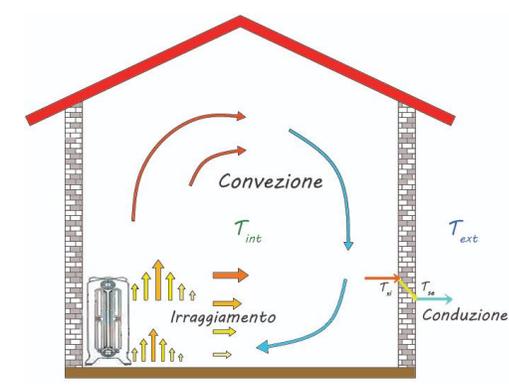
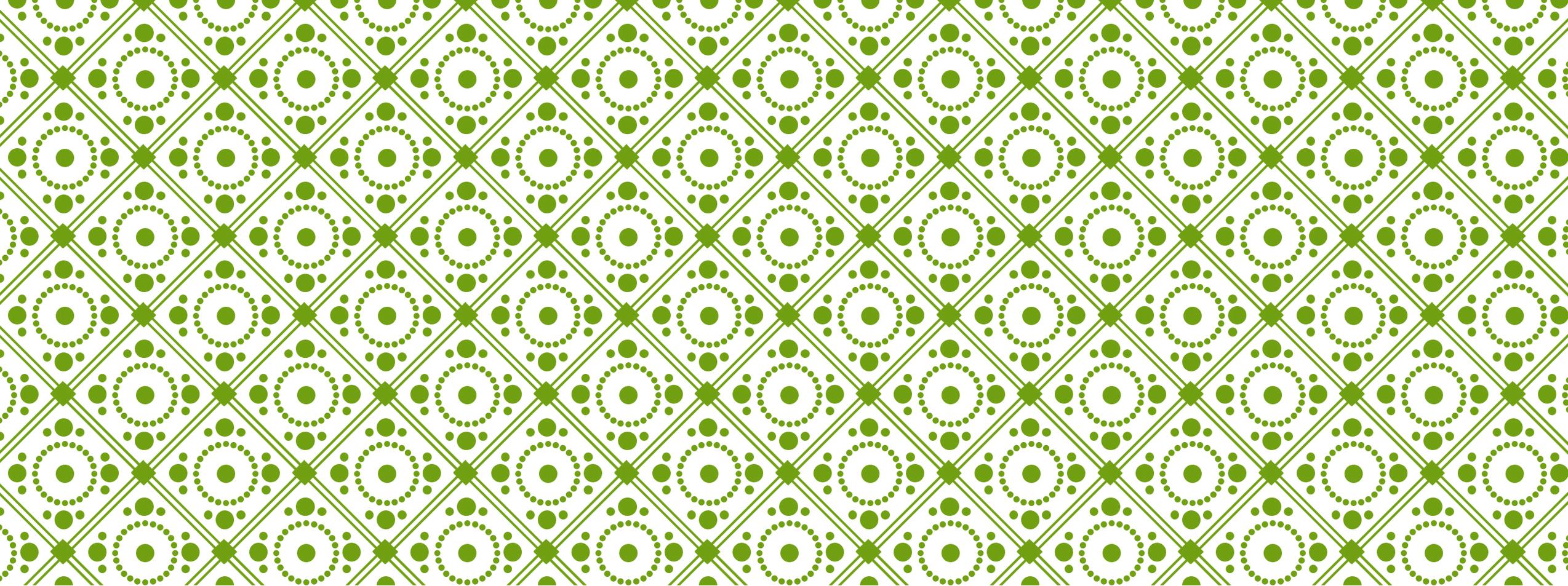


UNI TS 11300 – PARTE 2





PARTE 2: DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA E DEI RENDIMENTI PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE, PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA, PER LA VENTILAZIONE E PER L'ILLUMINAZIONE IN EDIFICI NON RESIDENZIALI

SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI

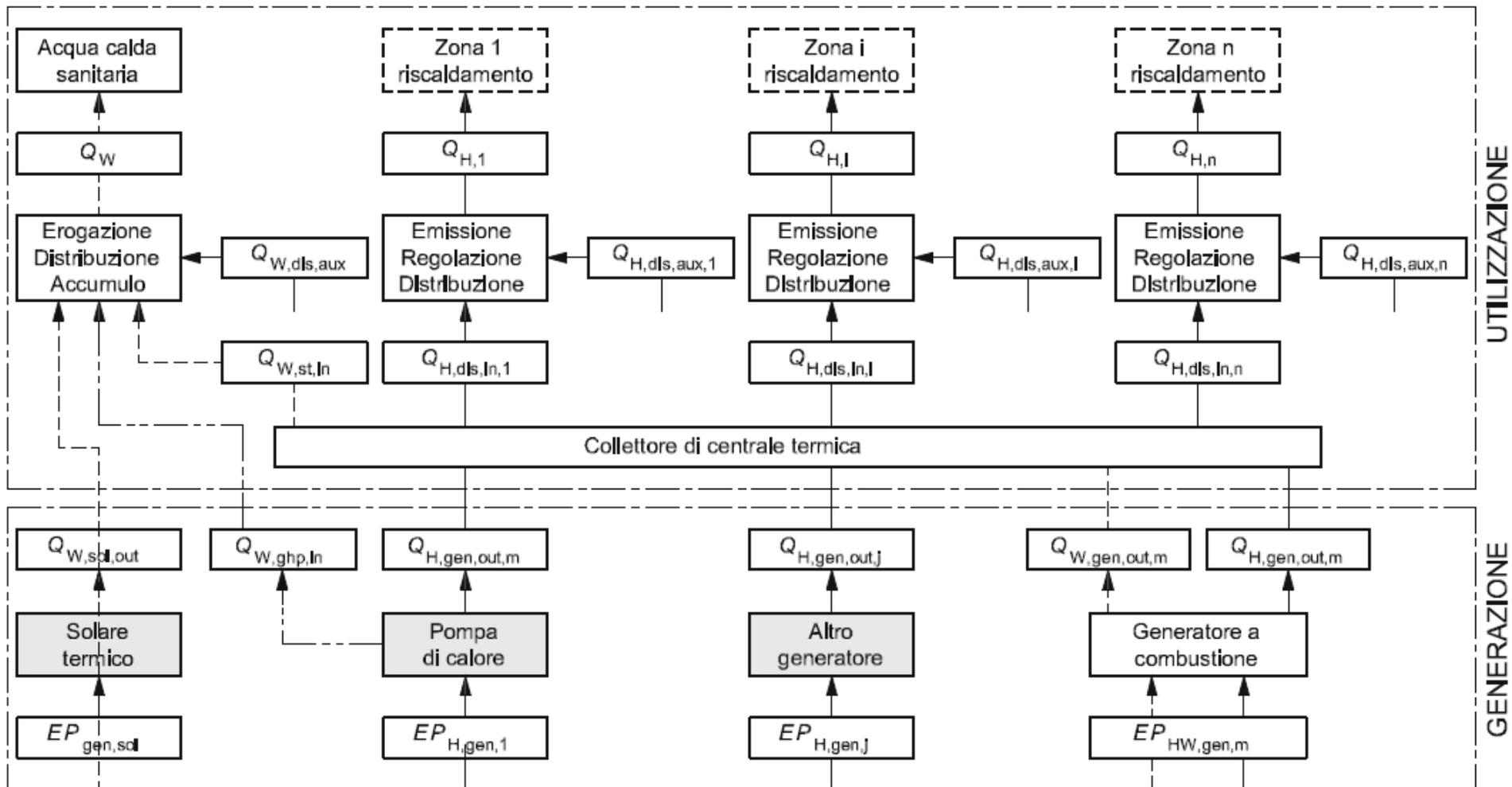


Gli impianti di climatizzazione invernale, di produzione l'acqua calda sanitaria e di ventilazione si considerano suddivisi in due parti principali:

- **parte "utilizzo"**: dal punto di consegna alla rete di distribuzione al punto di emissione dell'energia termica utile negli ambienti climatizzati;
- **parte "generazione"**: dal punto di consegna dell'energia al confine dell'edificio al punto di consegna dell'energia termica utile alla rete di distribuzione dell'edificio.

La parte "generazione" comprende tutti i sottosistemi atti alla trasformazione dell'energia contenuta nei diversi vettori energetici in energia termica utile che viene fornita alla parte "utilizzo" al fine di soddisfare i servizi di riscaldamento degli ambienti, produzione di acqua calda sanitaria e ventilazione.

SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI



La parte «generazione» comprende tutti i sottosistemi che trasformano l'energia dei vettori energetici in energia termica utile fornita agli utilizzatori

SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI

Sottosistemi di utilizzazione

- emissione
- regolazione
- distribuzione
- eventuale accumulo



Sottosistemi di generazione

- generatori di energia termica con combustibili fossili non rinnovabili liquidi o gassosi tramite combustione a fiamma
- generatori di energia termica con energia elettrica tramite effetto Joule
- impianti solari termici;
- generatori alimentati da biomasse;
- pompe di calore;
- sistemi cogenerativi;
- teleriscaldamento.

SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI

Sottosistemi di utilizzazione

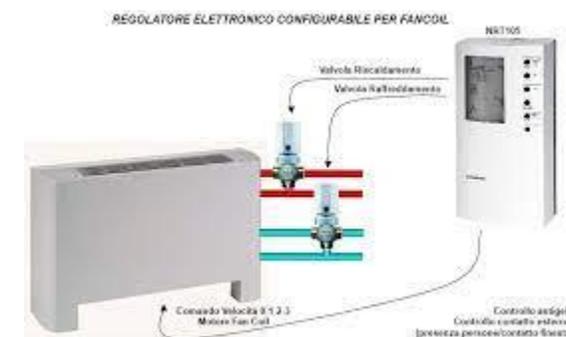
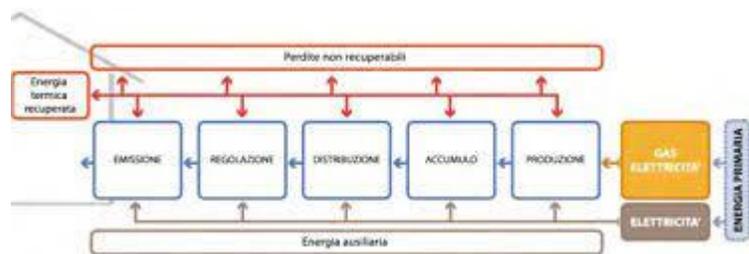
- emissione
- regolazione
- distribuzione
- eventuale accumulo



SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI

Sottosistemi di utilizzazione

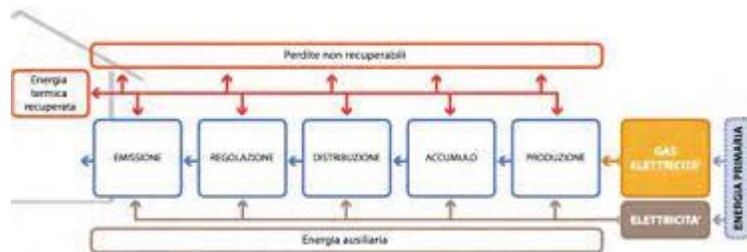
- emissione
- **regolazione**
- distribuzione
- eventuale accumulo



SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI

Sottosistemi di utilizzazione

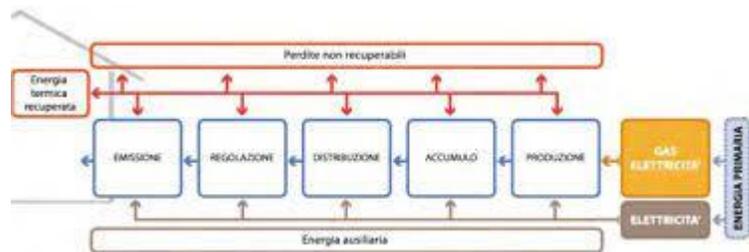
- emissione
- regolazione
- **distribuzione**
- eventuale accumulo



SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI

Sottosistemi di utilizzazione

- emissione
- regolazione
- distribuzione
- eventuale **accumulo**



SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI



Per il generico sottosistema Y il rendimento in termini di energia primaria nel periodo di calcolo considerato è pari a:

$$\eta_p = \frac{Q_{Y,out}}{(E_{Y,in} \times f_{P,j} + E_{Y,aux} \times f_{P,el})}$$

dove:

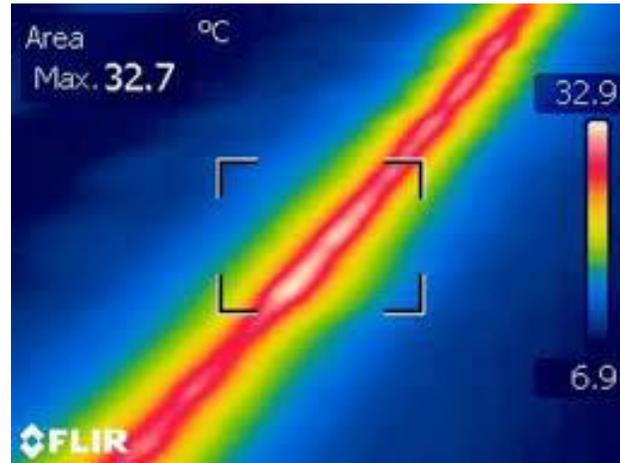
- $Q_{Y,out}$ rappresenta l'energia sotto forma dell'i-esimo vettore energetico in uscita o prodotta dal sottosistema Y;
- $E_{Y,in}$ rappresenta l'energia sotto forma del j-esimo vettore energetico in entrata o fornita al sottosistema Y;
- $E_{Y,aux}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema Y;
- $f_{P,j}$ è il fattore di conversione in energia primaria dipendente dal vettore energetico j utilizzato.
- $f_{P,el}$ è il fattore di conversione in energia primaria dell'energia elettrica.

SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI

L'energia in ingresso al mio sottosistema dipende anche dalle perdite in gioco.

Vi sono perdite non recuperabili, come quelle di una tubazione posta all'esterno del volume riscaldato, o perdite recuperabili.

Ad esempio: se la tubazione si trova all'interno del volume riscaldato, parte delle perdite può contribuire a soddisfare il fabbisogno di calore per riscaldamento.



SUDDIVISIONE DEGLI IMPIANTI



Ai fini della determinazione dei rendimenti (o delle perdite) dei sottosistemi, sono previsti i seguenti metodi:

- determinazione sulla base di prospetti contenenti dati precalcolati in funzione della tipologia del sottosistema e di uno o più parametri caratteristici;
- calcolo mediante metodi descritti nella norma tecnica.

Quando si utilizzano i valori di rendimento precalcolati forniti dai prospetti, non si considerano recuperi di energia (termica o elettrica).

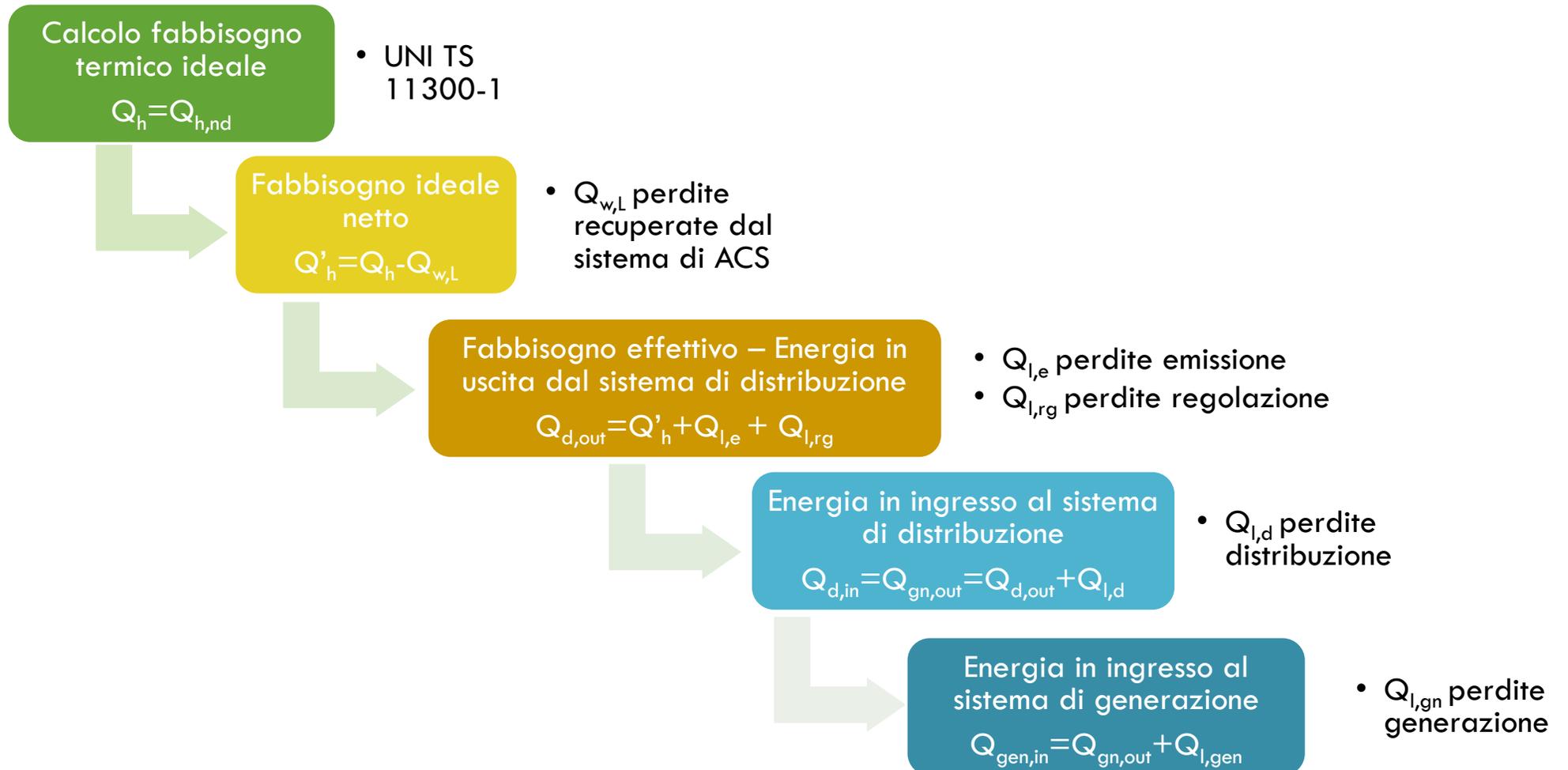
RENDIMENTI DEI SOTTOSISTEMI

		Valutazioni di calcolo					
Sottosistema	A1		A2		A3		
	H ≤ 4 m	H > 4 m	H ≤ 4 m	H > 4 m	H ≤ 4 m	H > 4 m	
Emissione	Valori da prospetto 17	Valori da prospetto 18 se ver. cond. al contorno. Altri casi: calcolo	Valori da prospetto 17	Valori da prospetto 18 se ver. cond. al contorno. Altri casi: calcolo in base alla stratificazione	Valori da prospetto 17	Valori da prospetto 18 Oppure Calcolo e misure in campo	
Regolazione	Valori da prospetto 21		Valori da prospetto 20		Valori da prospetto 20 o valori diversi per tener conto delle effettive condizioni di utilizzo		
Distribuzione	Valori da prospetto 21 se fra le condizioni elencate. Altrimenti metodo appendice A		Valori da prospetto 21 se fra le condizioni elencate. Altrimenti metodo appendice A		Valori da prospetto 21 se fra le condizioni elencate. Altrimenti metodo appendice A		
Accumulo	Calcolo in base alle procedure indicate al punto 6.5 UNI 11300-2						

RENDIMENTI DEI SOTTOSISTEMI

Tipo	Valutazioni di calcolo		
	A1	A2	A3
Combustione a fiamma di combustibili fossili	Metodo appendice B	Valori precalcolati dei prospetti se verificate le condizioni al contorno. Altrimenti metodo appendice B	Valori dei prospetti 23 se verificate le condizioni al contorno. Altrimenti metodo appendice B (raccomandato)
Altri metodi di generazione	Metodo UNI /TS 11300-4	Metodo UNI /TS 11300-4	Metodo UNI /TS 11300-4
Combustione biomasse	Metodo UNI /TS 11300-4 Con possibilità di utilizzo valori precalcolati se verificate condizioni al contorno	Metodo UNI /TS 11300-4 Con possibilità di utilizzo valori precalcolati se verificate condizioni al contorno	Metodo UNI /TS 11300-4 Con possibilità di utilizzo valori precalcolati se verificate condizioni al contorno
Solare termico	Metodo UNI /TS 11300-4	Metodo UNI /TS 11300-4	Metodo UNI /TS 11300-4
Elettrico (effetto Joule e/o radiante)	Metodo riportato punto 6.6.4 norma UNI 11300-2		

RENDIMENTI DEI SOTTOSISTEMI



RENDIMENTO DI EMISSIONE

$$\eta_p = \frac{Q_{Y,out}}{(E_{Y,in} \times f_{P,j} + E_{Y,aux} \times f_{P,el})}$$

Le perdite di emissione dipendono in varia misura da diversi fattori, quali:

- la tipologia e le modalità di installazione dei terminali di emissione;
- le caratteristiche dimensionali e termo-fisiche dell'ambiente riscaldato;
- i carichi termici.

Sono particolarmente influenzate da perdite per scambio diretto di energia tra i terminali e l'esterno, come nel caso di radiatori installati su pareti esterne non adeguatamente isolati e dal gradiente verticale di temperatura dell'aria nell'ambiente.

Quest'ultima condizione può essere particolarmente rilevante negli ambienti di notevole altezza e/o mal coibentati.



RENDIMENTO DI EMISSIONE

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 ¹⁾	0,98	0,97	0,95
Radiatori su parete interna	0,96	0,95	0,92
Ventilconvettori ²⁾ (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 ³⁾	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.

¹⁾ 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.

²⁾ 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.

³⁾ 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.

$$Q_{L,e} = Q'_h \times \frac{1 - \eta_e}{\eta_e}$$

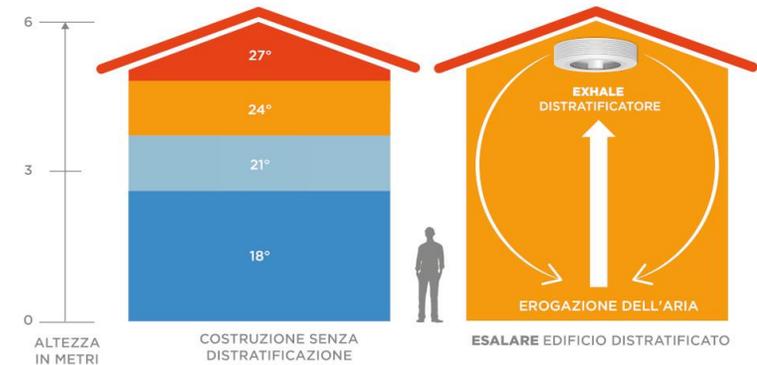


RENDIMENTO DI EMISSIONE

Per altezze $>4\text{m}$, è necessario verificare la presenza di stratificazione, in particolare:

- in presenza di radiatori o ventilconvettori
- nelle condizioni di cui al prospetto 19
- in altre condizioni dubbie

Nel caso si riscontrino differenze nel gradiente verticale di temperatura tra soffitto e pavimento maggiori di $5\text{ }^{\circ}\text{C}$, si deve ricorrere ad un calcolo analitico.

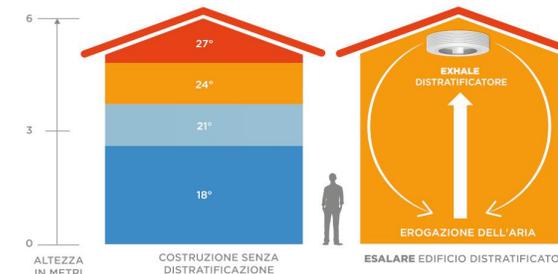


prospetto 19

Condizioni di corretta installazione per terminali di emissione in locali con altezza maggiore di 4 m

Tipologia di sistema	Condizioni di corretta installazione
Generatori aria calda	<ul style="list-style-type: none"> - salto termico $<30\text{ K}$ in condizioni di progetto; - regolazione modulante o alta bassa fiamma, con ventilatore funzionante in continuo; - generatori pensili installati ad un'altezza non maggiore di 4 m; - per impianti canalizzati, bocchette di ripresa dell'aria in posizione non superiore a 1 m rispetto al livello del pavimento; - buona tenuta all'aria dell'involucro e della copertura (in particolare) dello spazio riscaldato.
Strisce radianti	<ul style="list-style-type: none"> - apparecchi rispondenti alla UNI EN 14037-1; - buona tenuta all'aria dell'involucro e della copertura (in particolare) dello spazio riscaldato.
Pannelli radianti	<ul style="list-style-type: none"> - sistemi dimensionati e installati secondo la UNI EN 1264-3 UNI EN 1264-4.

RENDIMENTO DI EMISSIONE



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

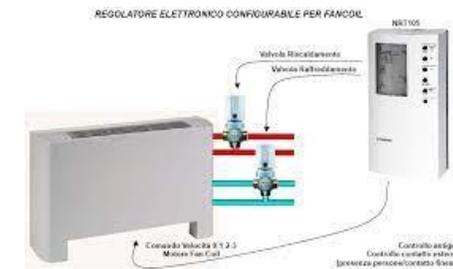
Descrizione	Carico termico (W/m ³)								
	<4			4 - 10			>10		
	Altezza del locale								
	6	10	14	6	10	14	6	10	14
Radiatori su parete esterna isolata ¹⁾	0,96	0,94	0,92	0,95	0,93	0,91	0,93	0,91	0,89
Radiatori su parete interna	0,94	0,92	0,90	0,93	0,91	0,89	0,90	0,88	0,86
Ventilconvettori ²⁾ (valori 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 ³⁾	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

1) I rendimenti indicati si riferiscono a temperature medie dell'acqua calda di 55 °C. Per temperature medie dell'acqua di 45 °C...

RENDIMENTO DI REGOLAZIONE

$$\eta_p = \frac{Q_{Y,out}}{(E_{Y,in} \times f_{P,j} + E_{Y,aux} \times f_{P,el})}$$

Le perdite per regolazione possono essere dovute ad una imperfetta regolazione e all'eventuale mancato sfruttamento di apporti gratuiti conteggiati nel calcolo del $Q_{H,nd}$, che si traducono in maggiori temperature ambiente anziché riduzioni dell'emissione di calore e di fattori positivi, quali la trasformazione in calore dell'energia elettrica impiegata nelle unità terminali.



$$Q_{L,rg} = (Q'_h + Q_{L,e}) \times \frac{1 - \eta_{rg}}{\eta_{rg}}$$

RENDIMENTO DI REGOLAZIONE

$$\eta_p = \frac{Q_{Y,out}}{(E_{Y,in} \times f_{P,j} + E_{Y,aux} \times f_{P,el})}$$

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 alle 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	
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	



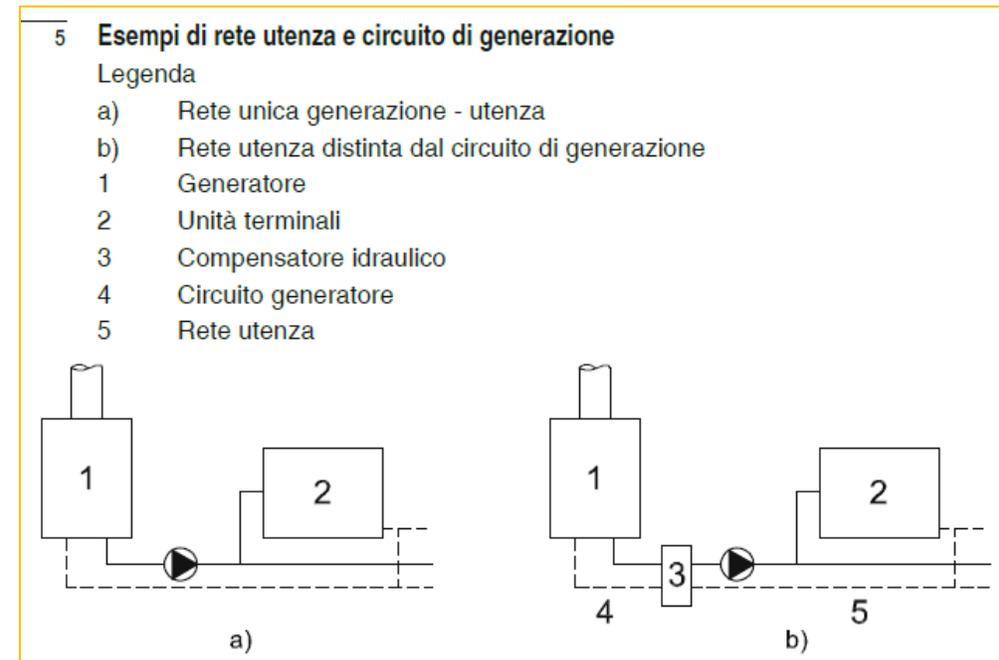
- a) γ rapporto tra apporti e dispersioni definito nella UNI/TS 11300-1; η_u fattore di utilizzo degli apporti definito nella UNI/TS 11300-1.
- Nota 1 Nel caso di assenza di regolazione della temperatura ambiente (solo termostato di caldaia), ai soli fini di valutazione dei miglioramenti dell'efficienza 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.

RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE

$$\eta_p = \frac{Q_{Y,out}}{(E_{Y,in} \times f_{P,j} + E_{Y,aux} \times f_{P,el})}$$

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

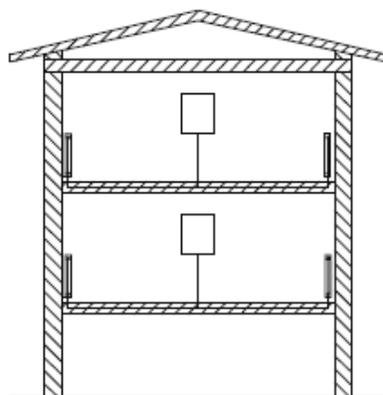
- 1) Distribuzione interna di seguito definita “di utenza” alle singole unità immobiliari;
- 2) Distribuzione comune a più unità immobiliari di seguito definita “circuito di distribuzione”;
- 3) Circuito primario, circuito che alimenta più reti di utenza circuiti di distribuzione o fabbricati;
- 4) Circuito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



RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE

$$Q_{L,d} = (Q'_h + Q_{L,e} + Q_{L,rg}) \times \frac{1 - \eta_d}{\eta_d}$$

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

Impianto autonomo a piano intermedio

Impianto autonomo a piano terreno su ambienti non riscaldati e terreno con distribuzione monotubo

Impianto autonomo a piano terreno su ambienti non riscaldati e terreno con distribuzione a collettori

Isolamento della rete di distribuzione orizzontale

A

E

0,99

0,99

0,96

0,95

0,94

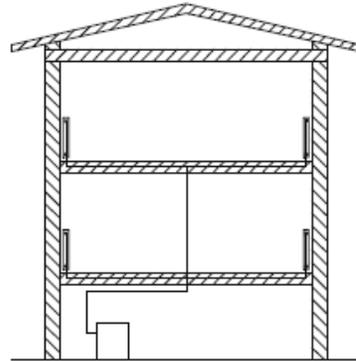
0,93

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

RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE

$$Q_{L,d} = (Q'_h + Q_{L,e} + Q_{L,rg}) \times \frac{1 - \eta_d}{\eta_d}$$

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

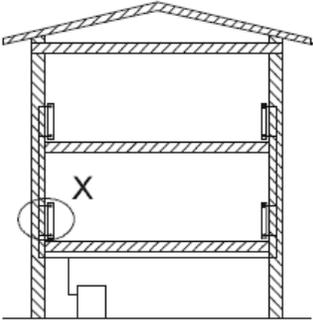
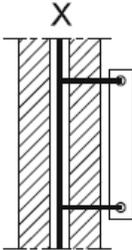
I valori sono riferiti alla porzione di impianto completamente interna all'appartamento. Le dispersioni del montante che alimenta le zone devono essere calcolate analiticamente secondo appendice A, tenendo conto della temperatura media stagionale e caricate sulle singole zone in proporzione al fabbisogno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

RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE

$$Q_{L,d} = (Q'_h + Q_{L,e} + Q_{L,rg}) \times \frac{1 - \eta_d}{\eta_d}$$

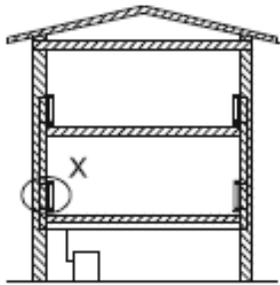
prospetto 23 Impianti di riscaldamento centralizzati tradizionali a montanti (comuni a più unità immobiliari) alimentati da distribuzione orizzontale (corrente solitamente a soffitto del piano cantinato)

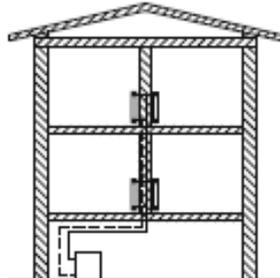
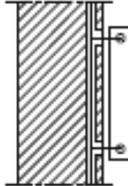
 <p>4.1. Distribuzione orizzontale nel cantinato Montanti non isolati correnti nell'intercapedine dei muri esterni</p> 		Isolamento distribuzione orizzontale			
		A	B	C	D
Altezza edificio					
1 piano	0,964	0,950	0,920	0,873	
2 piani	0,933	0,924	0,901	0,866	
3 piani	0,929	0,923	0,906	0,879	
4 piani e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

RENDIMENTO DI DISTRIBUZIONE

$$Q_{L,d} = (Q'_h + Q_{L,e} + Q_{L,rg}) \times \frac{1 - \eta_d}{\eta_d}$$

prospetto 29 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>	Altezza edificio	Isolamento distribuzione orizzontale			
		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

 <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> 	Altezza edificio	Isolamento distribuzione orizzontale			
		A	B	C	D
	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

RENDIMENTO DI GENERAZIONE

$$Q_{L,gen} = (Q'_h + Q_{L,e} + Q_{L,rg} + Q_{L,d}) \times \frac{1 - \eta_{gen}}{\eta_{gen}}$$

La normativa propone due metodi di calcolo:

1) metodo basato sui dati dei generatori di calore dichiarati secondo la Direttiva 92/42/CEE; si applica nel caso di generatori di calore per i quali i dati siano dichiarati dal fabbricante (certificati) ai sensi della Direttiva 92/42/CEE (dati di prodotto).

Tale metodo si basa su dati rilevati da un laboratorio di prova.

2) metodo analitico basato su dati forniti dai costruttori o rilevati in campo (appendice B3). I dati di prodotto per l'applicazione del metodo 2 possono risultare da prove, ma possono anche essere dati rilevati in campo, oltre che dati di default della UNI 11300-2.

ENERGIE IN GIOCO

Energia in ingresso al sistema di generazione

$$Q_{\text{gen,in}} = Q_{\text{gn,out}} + Q_{\text{L,gen}}$$

Energia primaria

$$Q_{\text{p,H}} = f_p Q_{\text{gen,in}} + f'_p Q_{\text{aux}}$$

RENDIMENTO MEDIO STAGIONALE

Vettore energetico	$f_{P,nren}$	$f_{P,ren}$	$f_{P,tot}$
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

Energia primaria

$$Q_{p,H} = f_p Q_{gen,in} + f'_p Q_{aux}$$

Rendimento medio stagionale

$$\eta_{g,H} = Q_h / Q_{p,H}$$

$Q_{p,H}$ è il fabbisogno di energia primaria per riscaldamento;
 Q_h è il fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento.

CONTRIBUTO FONTI RINNOVABILI

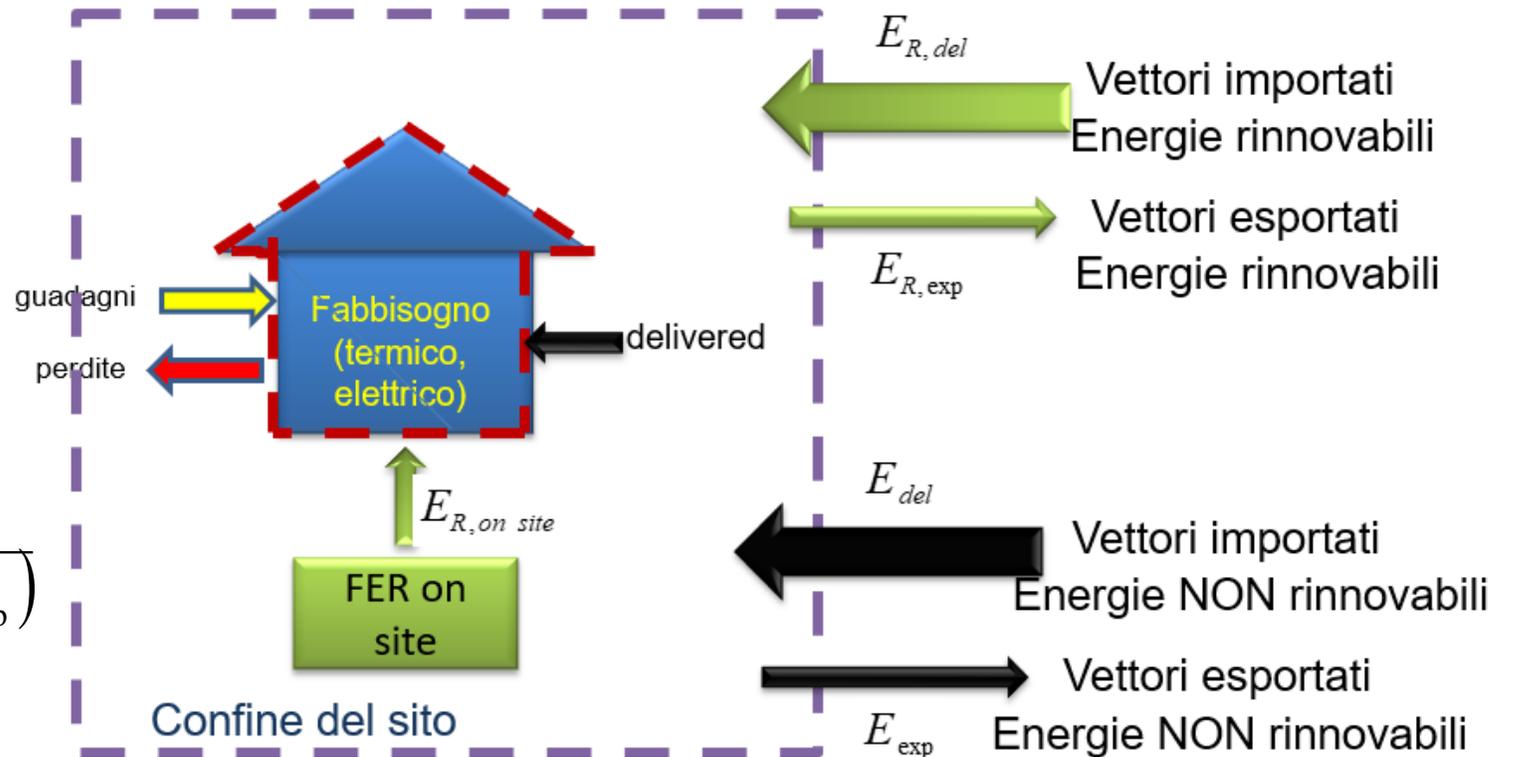
E se ci sono impianti a fonte rinnovabile in situ?

Contributo netto Energie Rinnovabili

$$E_{R,on\ site} + E_{R,del} - E_{R,exp}$$

Quota % Energie Rinnovabili

$$\frac{E_{R,on\ site} + E_{R,del} - E_{R,exp}}{\left(E_{R,on\ site} + E_{R,del} - E_{R,exp}\right) + \left(E_{del} - E_{exp}\right)}$$



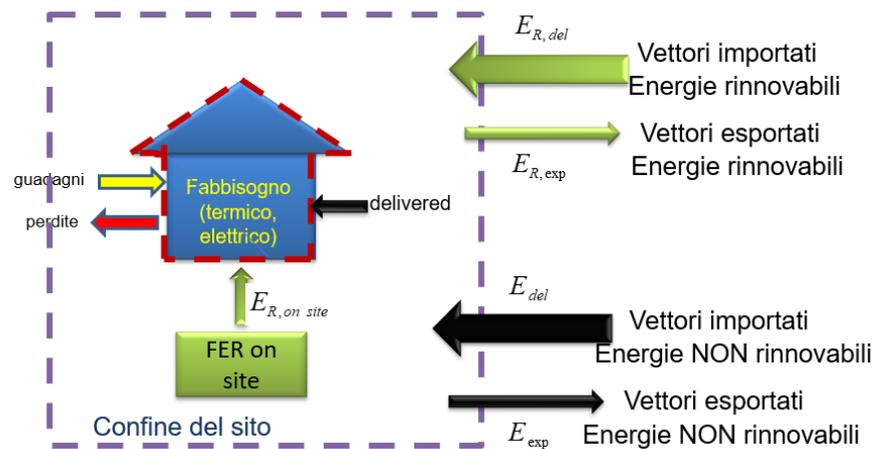
CONTRIBUTO FONTI RINNOVABILI

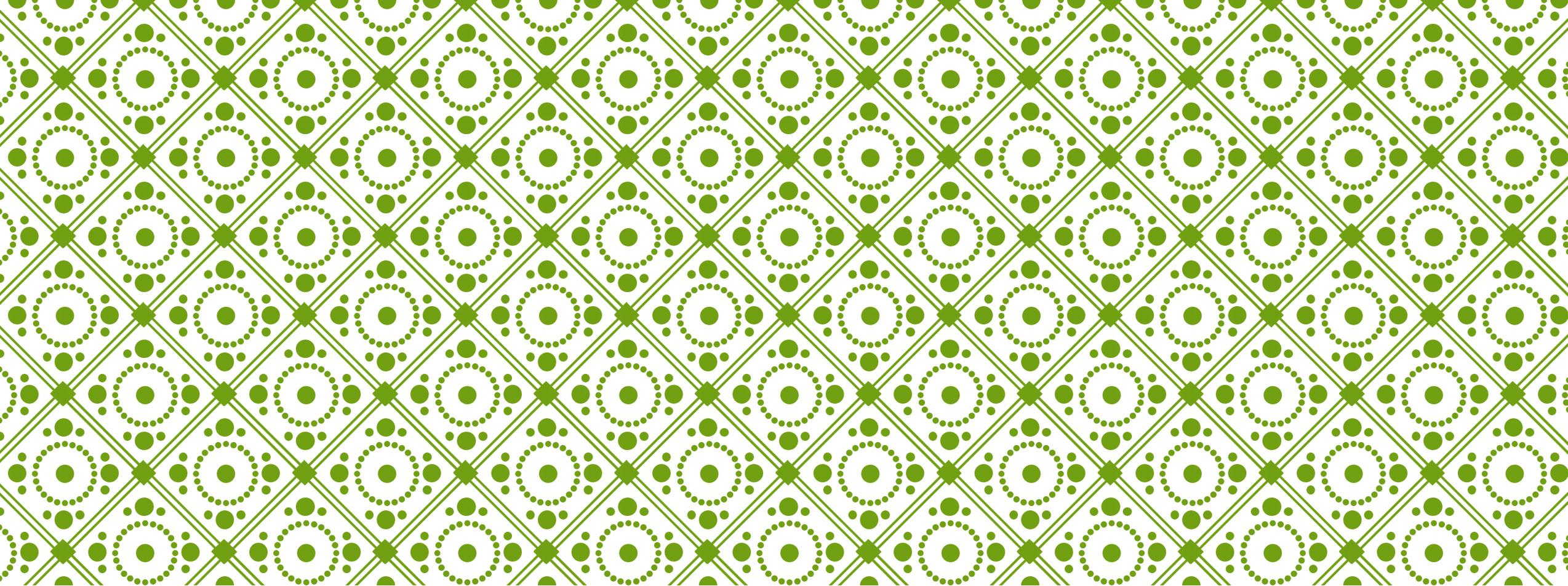
E se ci sono impianti a fonte rinnovabile in situ?

Vettori diversificati \longrightarrow Energia Primaria \longrightarrow Fattori di conversione $f_{p,i}$

$$\sum_i E_{del,i} \times f_{P,del,i} - \sum_i E_{exp,i} \times f_{P,exp,i}$$

Indice di prestazione energetica in Energia Primaria $EP_T = \frac{\sum_i E_{del,i} \times f_{P,del,i} - \sum_i E_{exp,i} \times f_{P,exp,i}}{A_{net}}$





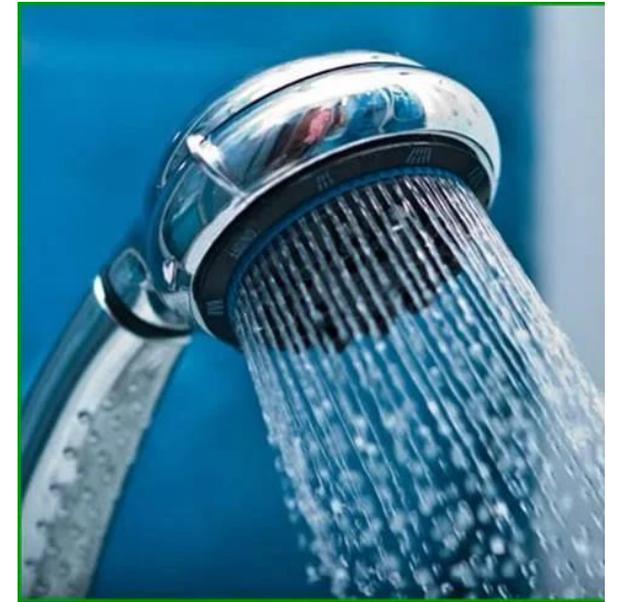
**PARTE 2: DETERMINAZIONE DEL FABBISOGNO DI
ENERGIA PER LA PRODUZIONE DI
ACQUA CALDA SANITARIA**



FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

$$Q_{h,w} = \rho \times c \times V_w \times (\theta_{er} - \theta_o) \times G$$

- ρ è la massa volumica dell'acqua [kg/m^3];
- c è il calore specifico dell'acqua pari a $1,162$ [$\text{Wh}/\text{kg } ^\circ\text{C}$];
- V_w è il volume dell'acqua richiesta durante il periodo di calcolo [m^3/G];
- θ_{er} è la temperatura di erogazione [$^\circ\text{C}$] (40°C);
- θ_o è la temperatura di ingresso dell'acqua fredda sanitaria [$^\circ\text{C}$] (media annuale delle temperature medie mensili);
- G è il numero dei giorni del periodo di calcolo [G].



FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA



Per edifici residenziali

$$V_w = a \times S_u + b \quad [l/G]$$

a è un parametro [$l/m^2 G$] ricavabile da prospetto
 b è un parametro [l/G] ricavabile da prospetto
 S_u è la superficie utile (m^2)

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/($m^2 \times$ giorno)]	0	2,667	1,067	0
Parametro b [litri/giorno]	50	-43,33	36,67	250

FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA



Per altre categorie di edificio (non residenziali)

$$V_w = a \times N_u \quad [I/G]$$

a è il fabbisogno specifico $[I/G]$ ricavabile da prospetto

N_u è il parametro che dipende dalla destinazione d'uso dell'edificio

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 pernottato	80	Numero di letti	E.3
Attività ospedaliera day hospital (senza pernottato)	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.