Università degli Studi di Genova



Consumi energetici
UNI 11300-2-3-4-5-6

OA.GE
ORDINE DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI PAESAGGISTI
E CONSERVATORI DI GENOVA

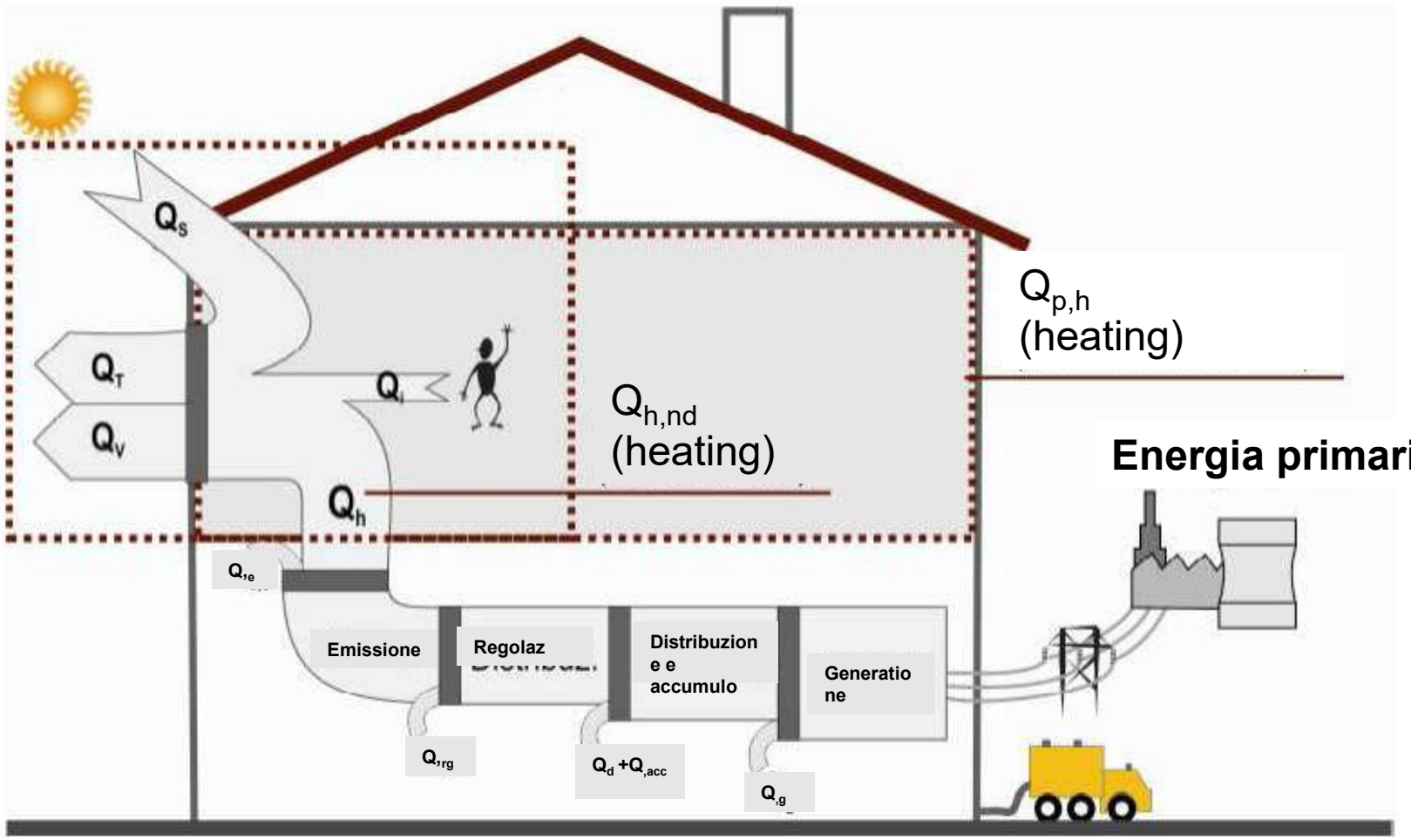
FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI
PAESAGGISTI PIANIFICATORI
E CONSERVATORI DI GENOVA

UNI 11300 PARTE 2
IMPIANTI TRADIZIONALI

OA.GE
ORDINE DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI PAESAGGISTI
E CONSERVATORI DI GENOVA

FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI
PAESAGGISTI PIANIFICATORI
E CONSERVATORI DI GENOVA

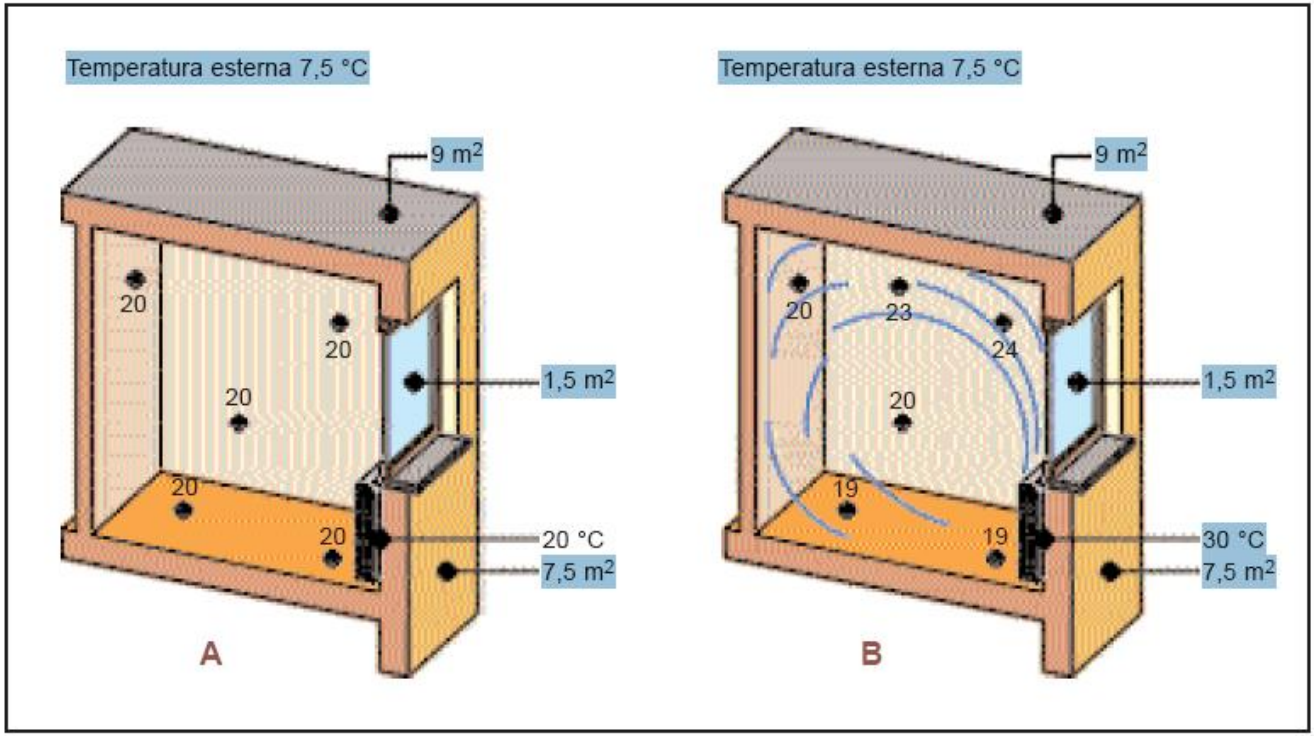
Efficienza globale di impianto



Rendimento di emissione

Il rendimento di emissione medio stagionale è definito come il rapporto fra il calore richiesto per il riscaldamento degli ambienti con un sistema di emissione teorico di riferimento in grado di fornire una temperatura ambiente perfettamente uniforme ed uguale nei vari locali ed il sistema di emissione reale, nelle stesse condizioni di temperatura ambiente e di temperatura esterna.

Il rendimento di emissione individua quindi l'influenza del modo di emissione del calore sulle perdite di calore dovute a trasmissione localizzata, stratificazione dell'aria, movimenti dell'aria, ecc.



Il rendimento di emissione risulta, nel caso esemplificato:

$$\eta_e = Q_h / Q_{rh}$$

dove:

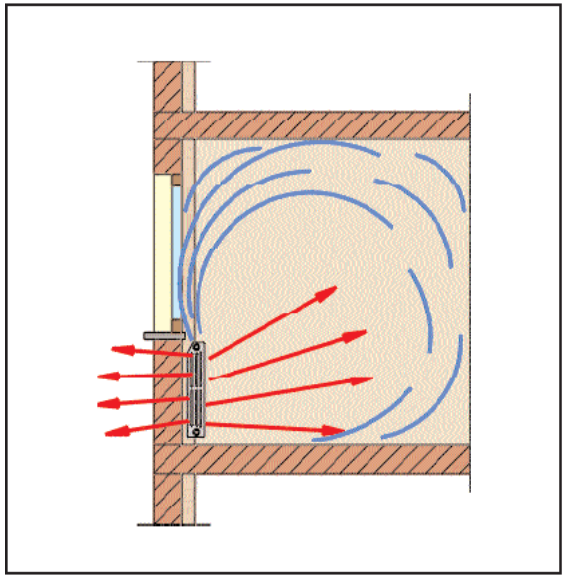
Q_h rappresenta la quantità di energia occorrente per riscaldare l'ambiente con il sistema di emissione teorico di riferimento;

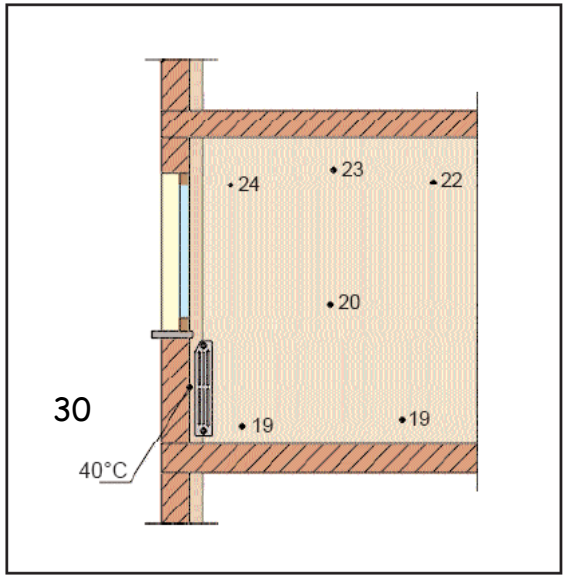
Q_{hr} rappresenta invece il fabbisogno di calore occorrente con il sistema reale di emissione, a parità di condizioni esterne e di benessere interno.

Il rendimento di emissione dipende dalle maggiori perdite di calore dell'involucro edilizio, causate essenzialmente da due fenomeni.

1. I moti convettivi innescati dal corpo scaldante ed il calore radiante emesso dallo stesso direttamente verso le strutture disperdenti sono causa di aumento del valore del coefficiente liminare interno; aumentano di conseguenza la trasmittanza della parete ed il calore disperso dalla stessa verso l'esterno.
2. Il riscaldamento convettivo genera inevitabilmente un gradiente termico nel locale che è causa di maggiori dispersioni passive.

Il rendimento di emissione dipende dalle maggiori perdite di calore dell'involucro edilizio, causate essenzialmente da due fenomeni.





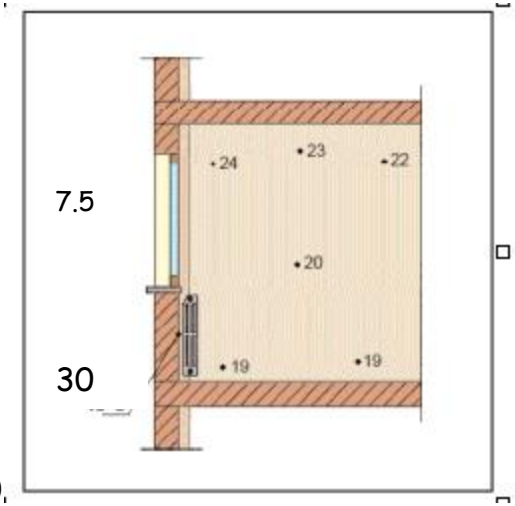
Maggiori perdite per surriscaldamento parete.

I moti convettivi ed il calore radiante emesso direttamente verso le pareti disperdenti sono causa di aumento delle dispersioni

Maggiori perdite per surriscaldamento di alcune zone dell'ambiente (parti in alto).

Il gradiente termico è causa di un indesiderato aumento della temperatura nella parte più alta del locale, con un incremento delle dispersioni passive

Rendimento di emissione



Il rendimento di emissione risulta, nel caso esemplificato:

$$\eta_e = Q_h / Q_{rh} = 601/669 = 0,9$$

dove:

Q_h energia occorrente per riscaldare l'ambiente con il sistema di emissione teorico di riferimento;

Q_{hr} fabbisogno di calore occorrente con il sistema reale di emissione, a parità di condizioni esterne e di benessere interno.

A - SISTEMA DI EMISSIONE TEORICO DI RIFERIMENTO

S (m^2)	U (W/m^2K)	Δt (°C)	τ (s)	Q_h (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Totale	601

(*) parete dietro il corpo scaldante

B - SISTEMA DI EMISSIONE REALE

S (m^2)	U (W/m^2K)	Δt (°C)	τ (s)	Q_{hr} (kJ)
15,5	0,6	13,5	3.600	452
1,5	2,3	13,5	3.600	168
1,0 (*)	0,6	22,5	3.600	49
			Totale	669

Poiché non è possibile nel caso della certificazione fare un calcolo così accurato si fa riferimento alle tabelle della UNI

$$\eta_e = \frac{Q_{h.nd}}{Q_{h.nd} + Q_e}$$

$$\eta_e Q_{h.nd} + \eta_e Q_e = Q_{h.nd}$$

$$Q_e = \frac{(1 - \eta_e) Q_{h.nd}}{\eta_e}$$

prospetto 17 **Rendimenti di emissione (η_e) in locali di altezza minore di 4 m**

Tipo di terminale di erogazione	Carico termico medio annuo W/m³ a)		
	<4	4-10	>10
	η_e		
Radiatori su parete esterna isolata (*)	0,95	0,94	0,92
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 isolati annegato a pavimento	0,99	0,98	0,97
Pannelli annegati a pavimento (****)	0,98	0,96	0,94
Pannelli annegati a soffitto	0,97	0,95	0,93
Pannelli a parete	0,97	0,95	0,93

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 EN ISO 13790, 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.

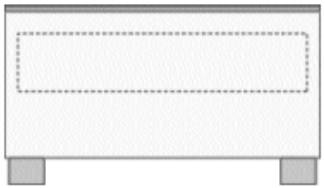
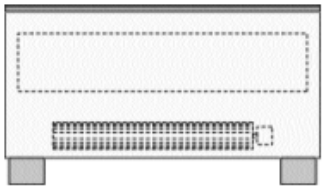
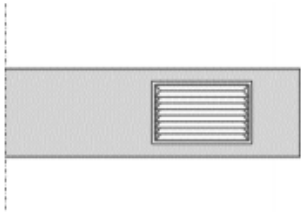
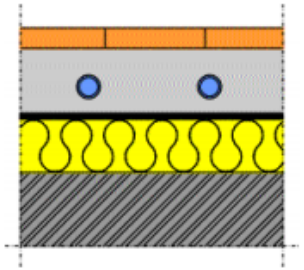
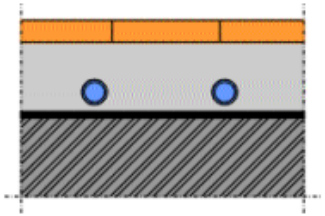
Le perdite di emissione si calcolano in base ai valori di rendimento dei prospetti con la formula:

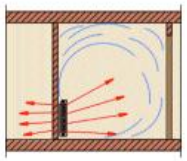
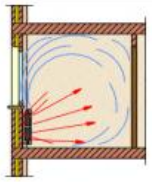
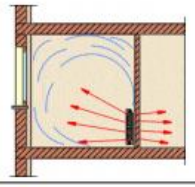
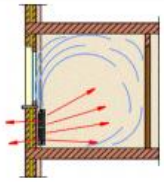
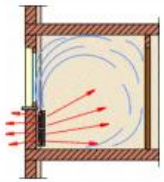
Q'h=Qh- recuperi

$$Q_{l,e} = Q'_h \times \frac{1 - \eta_e}{\eta_e} \quad [Wh] \qquad (11)$$

Per ambienti riscaldati di altezza maggiore di 4 m, i rendimenti di emissione dipendono non solo dal carico termico medio annuale, ma sono fortemente influenzati dalla tipologia e dalle caratteristiche dei componenti, dalle modalità di installazione e dalle caratteristiche stesse dell'edificio.

IL RENDIMENTO DI EMISSIONE MEDIO STAGIONALE: VALORI INDICATIVI PER DIVERSI TIPI DI CORPI SCALDANTI

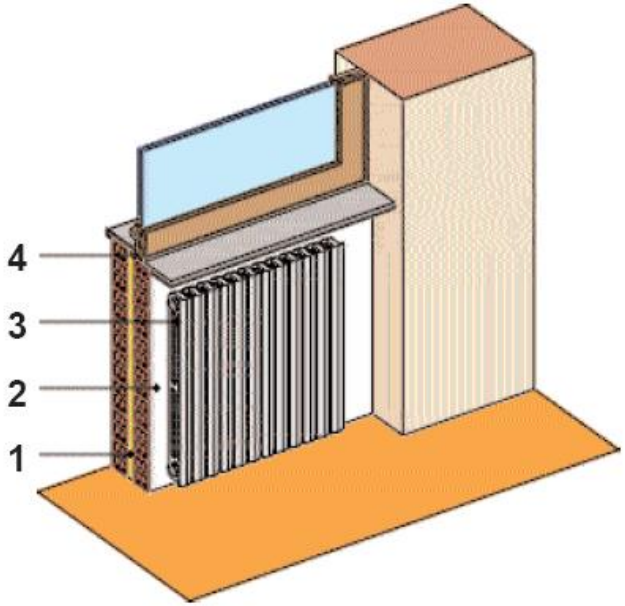
VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE η_e			
Termoconvettori 	$\eta_e = 0,99$	Ventilconvettori 	$\eta_e = 0,98$
Bocchette aria calda 	$\eta_e = 0,97$	Pannelli radianti isolati dalla struttura (*) 	$\eta_e = 0,97$
Pannelli radianti annegati nelle strutture (*) 	$\eta_e = 0,95$	(*) Riferiti ad una installazione tra ambienti riscaldati oppure in una struttura muraria isolata esternamente ed avente un coefficiente globale di trasmissione termica minore di 0,8 W/m^2K.	

VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE η_e: RADIATORI			
Posizione di installazione		Temperatura di mandata di progetto 65 °C	Temperatura di mandata di progetto 85 °C
Su parete divisoria interna di locale privo di pareti disperdenti.		0,99	0,96
Su parete esterna isolata e con superficie riflettente.			
Su parete divisoria interna di fronte a pareti disperdenti.		0,97	0,94
Su parete esterna isolata, senza superficie riflettente.			
Su parete esterna non isolata ($U > 0,8$ W/m^2K).		0,93	0,90

Edifici industriali di notevole altezza: gradiente di temperatura rilevante. In tali casi il rendimento di emissione è generalmente più basso di quelli indicati e va determinato caso per caso, valutando l'incremento delle dispersioni causato dalla disuniformità della temperatura ambiente specifica del caso.

Rendimento di emissione Da quali fattori dipende e come si può migliorare?

1. Isolamento termico con resistenza termica > 1 m^2K/W.
2. Superficie riflettente.
3. Corretto posizionamento del corpo scaldante (almeno 2 cm dalla parete, 10 cm dal pavimento e 10 cm dalla mensola).
4. Mensola con taglio termico.

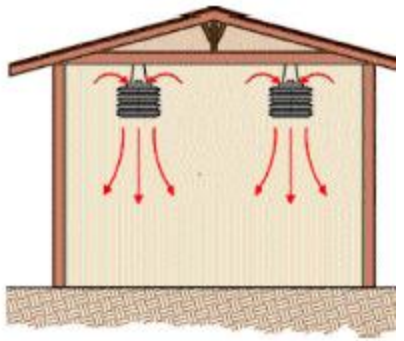


Adottare tutti quegli accorgimenti in grado di migliorarne il valore quali:

bassa temperatura media di progetto del fluido termovettore;

- buon isolamento termico della parete retrostante;
- strato riflettente sulla parete retrostante;
- mensole atte a deviare i flussi convettivi verso l'interno del locale;
- taglio termico delle mensole stesse;

ed inoltre, negli ambienti industriali, installazione di destratificatori di temperatura.



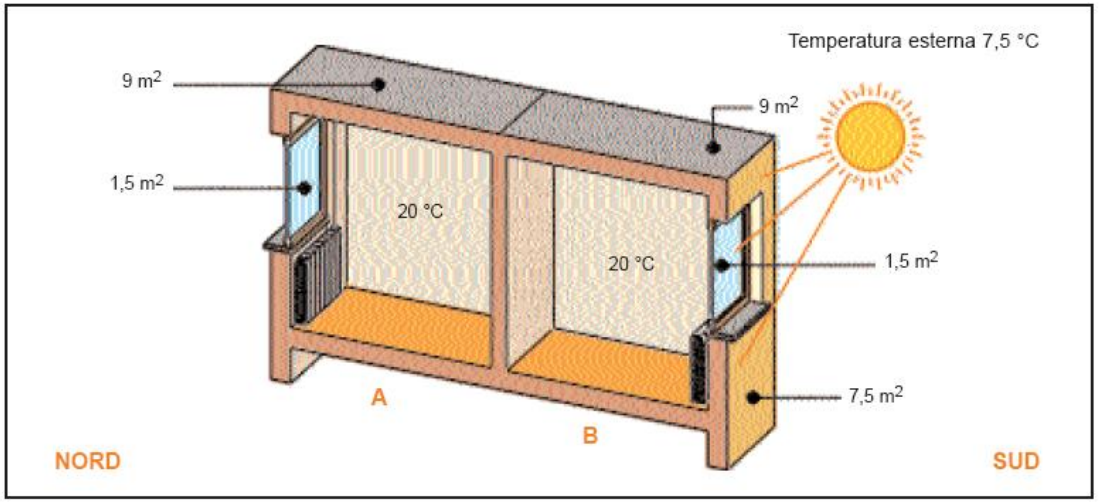
Rendimento di regolazione

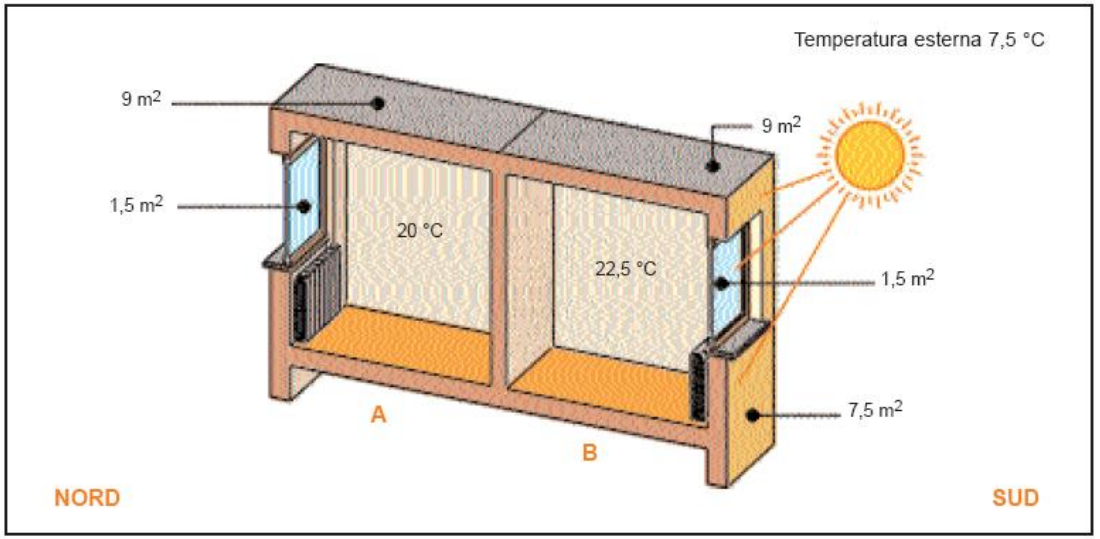
Il rendimento di regolazione medio stagionale è il rapporto fra il calore richiesto per il riscaldamento degli ambienti con una regolazione teorica perfetta ed il calore richiesto per il riscaldamento degli stessi ambienti con un sistema di regolazione reale.

Il regolatore teorico perfetto è quello in grado di ridurre immediatamente l'emissione del corpo scaldante in presenza di un apporto di calore proveniente da fonte diversa dall'impianto di riscaldamento.

ESEMPIO:

Calcolo dell'energia dispersa, in un'ora, verso l'esterno, da un locale di abitazione, nel periodo medio stagionale.





Rendimento di regolazione

A - LOCALE A NORD

S (m^2)	U (W/m^2K)	Δt (°C)	τ (s)	Q_h (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Q_h	601

B - LOCALE A SUD

S (m^2)	U (W/m^2K)	Δt (°C)	τ (s)	Q_h (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Q_s	61
			Q_h	540

ideale

A - LOCALE A NORD

S (m^2)	U (W/m^2K)	Δt (°C)	τ (s)	Q_{hr} (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Q_{hr}	601

B - LOCALE A SUD

S (m^2)	U (W/m^2K)	Δt (°C)	τ (s)	Q_{hr} (kJ)
16,5	0,6	15	3.600	535
1,5	2,3	15	3.600	186
			Q_{hr}	721

reale

Il rendimento di regolazione risulta, nel caso esemplificato:

dove:

$$\eta_c = Q_h/Q_{hr} = (601+540)/(601+721) = 0,86$$

Q_h rappresenta la quantità di energia occorrente per riscaldare gli ambienti con il sistema di regolazione teorico perfetto;

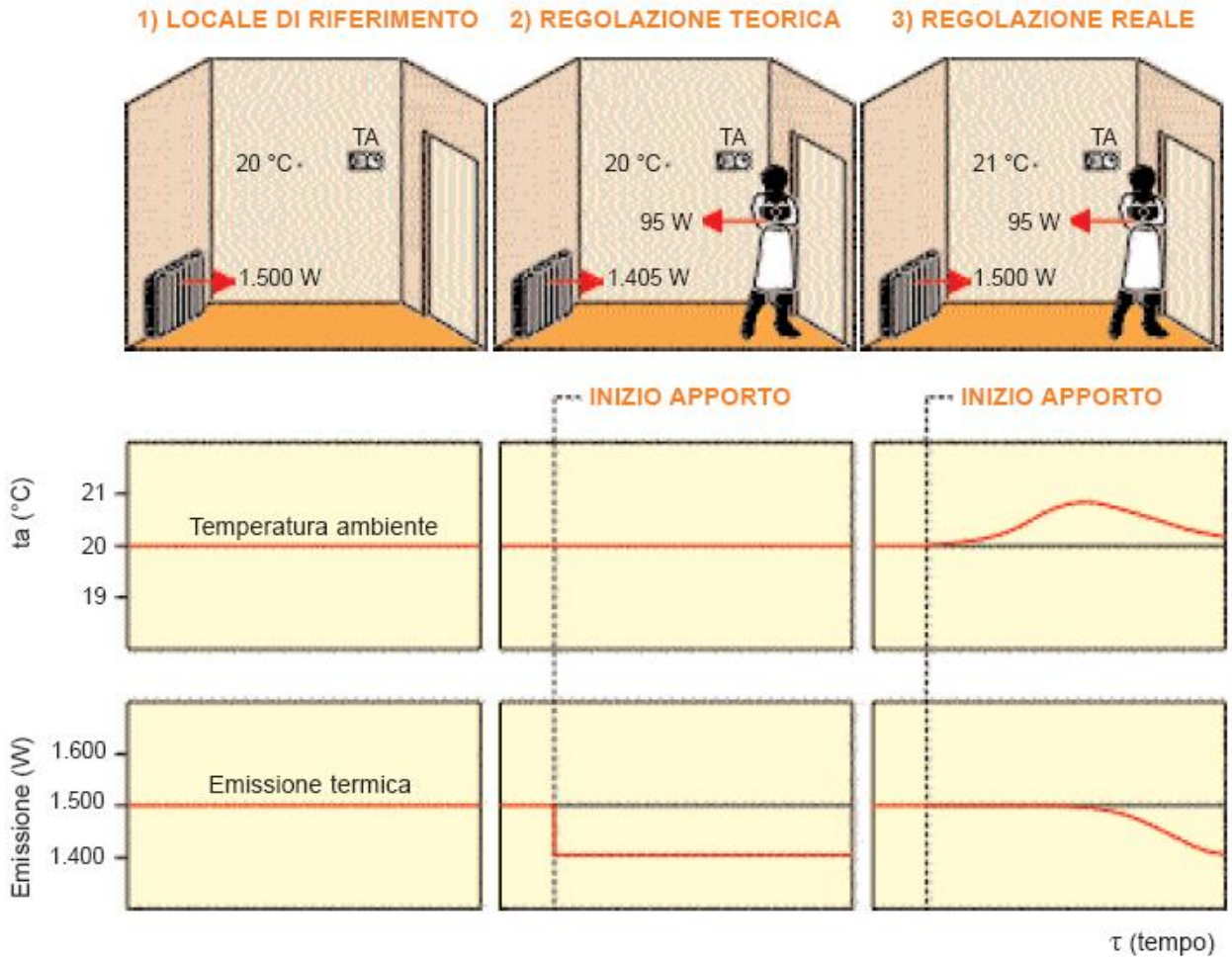
Q_{hr} rappresenta invece il fabbisogno di calore occorrente con il sistema di regolazione reale, a parità di condizioni esterne e di benessere interno.

Un sistema di regolazione perfetto riduce immediatamente la potenza del corpo scaldante, sfruttando l'apporto gratuito (ad es metabolismo)

1) Il locale è mantenuto a 20 °C da un corpo scaldante della potenza di 1,5 kW.

2) In seguito all'ingresso nel locale di una persona, che fornisce un apporto di 95 W, il regolatore teorico perfetto riduce immediatamente l'emissione del corpo scaldante a 1.405 W in modo che la somma risulti sempre 1.500 W e la temperatura rimanga a 20 °C.

3) In presenza dello stesso evento di cui al punto 2), il sistema di regolazione reale reagisce più lentamente, solo dopo che si è verificato un aumento (indesiderato) della temperatura ambiente.



prospetto 20 **Rendimenti (η_{rg}) di regolazione[12)]**

Tipo di regolazione	Caratteristiche	Sistemi a bassa inerzia termica	Sistemi ad elevata inerzia termica	
		Radiatori, convettori, ventilconvettori, strisceradianti 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)		1 - (0,6 $\eta_u \gamma$)	0,98 - (0,6 $\eta_u \gamma$)	0,94 - (0,6 $\eta_u \gamma$)
Solo ambiente con regolatore	On off	0,94	0,92	0,88
	PI o PID	0,99	0,97	0,93
	P banda prop. 0,5 °C	0,98	0,96	0,92
	P banda prop. 1 °C	0,97	0,95	0,91
	P banda prop. 2 °C	0,95	0,93	0,89
Climatica + ambiente con regolatore	On off	0,97	0,95	0,93
	PI o PID	0,995	0,99	0,97
	P banda prop. 0,5 °C	0,99	0,98	0,96
	P banda prop. 1 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 2 °C	0,97	0,96	0,94
Solo zona con regolatore	On off	0,93	0,91	0,87
	PI o PID	0,995	0,99	0,97
	P banda prop. 0,5 °C	0,99	0,98	0,96
	P banda prop. 1 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 2 °C	0,94	0,92	0,88
Climatica + zona con regolatore	On off	0,96	0,94	0,92
	PI o PID	0,995	0,98	0,96
	P banda prop. 0,5 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 1 °C	0,97	0,96	0,94
	P banda prop. 2 °C	0,96	0,95	0,93

Nota γ rapporto apporti/perdite.
η_u fattore di utilizzo degli apporti definito nella UNI/TS 11300-1.

Le perdite del sottosistema di regolazione si calcolano con la formula seguente:

$$Q_{l,rg} = (Q'_h + Q_{l,e}) \times \frac{1 - \eta_{rg}}{\eta_{rg}} \quad [Wh] \qquad (12)$$

Tipi di Regolazione

TIPI DI REGOLAZIONE
Manuale
Climatica centralizzata
Singola zona termica
Climatica centralizzata + Singola zona termica
Singolo ambiente
Climatica centralizzata + Singolo ambiente

PI O PID

L'energia termica di riferimento per il sistema di regolazione è quella nominale maggiorata delle perdite di emissione

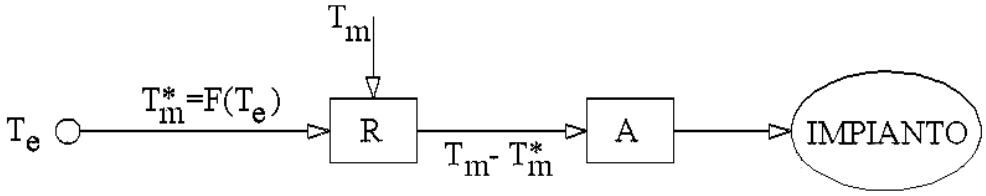
Regolazione climatica centralizzata con sonda di compensazione esterna

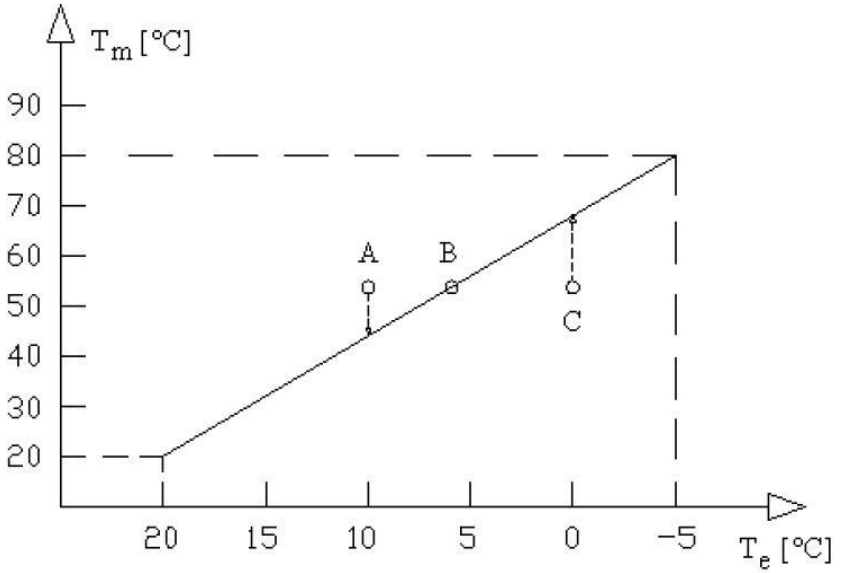
Il sistema è pilotato da una sonda che rileva la temperatura esterna T_e. La grandezza che viene regolata è la temperatura di mandata T_m del fluido termovettore.

Principio di funzionamento:

- misuro la temperatura esterna Te
- calcolo la temp di mandata di rif $T^* = T_m^* = F(T_e)$
- misuro la temp attuale di mandata Tm
- calcolo l'errore E e regolo l'impianto

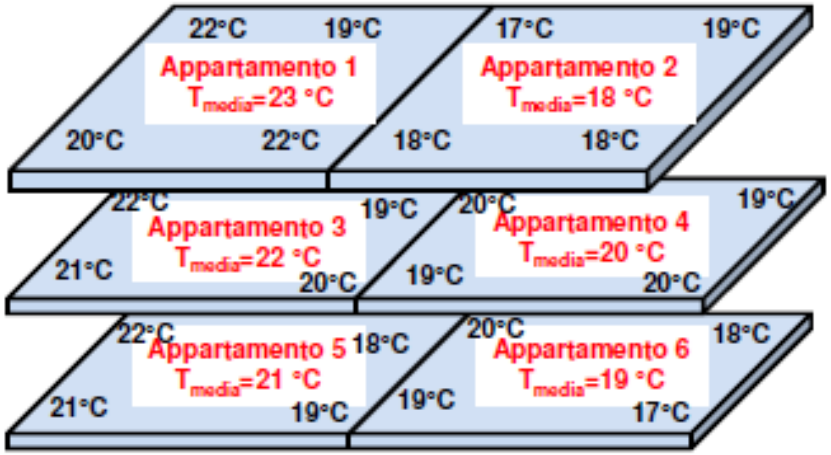
con l'attuatore A $E = T_m - T_m^* \rightarrow 0$



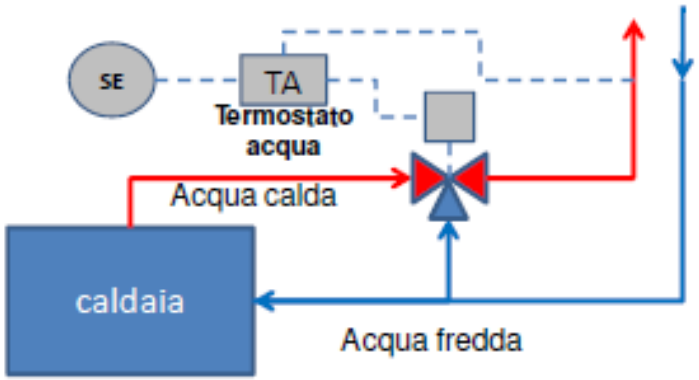


REGOLAZIONE CLIMATICA

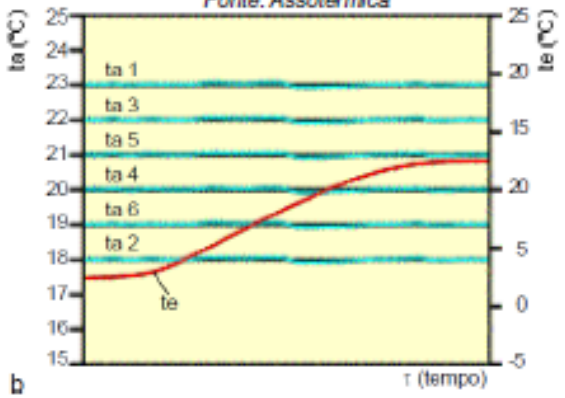
È oggi il **sistema minimo base** di regolazione in un edificio condominiale: è **ammesso per i nuovi impianti** solo nel caso in cui gli **apporti solari ed interni** nel mese intero a maggiore insolazione compreso nel periodo di riscaldamento siano **inferiori al 20 % del fabbisogno energetico complessivo** calcolato nello stesso mese.
I rendimenti di regolazione attribuiti alla regolazione centrale dipendono dall'entità degli apporti



La sola regolazione climatica centrale non è in grado di assicurare buoni rendimenti di regolazione, nemmeno con regolatori di ottima qualità, in grado di mantenere perfettamente costante la temperatura ambiente al variare della temperatura esterna. Il sistema infatti, per sua natura non può assicurare l'uniformità della temperatura ambiente nei diversi alloggi caratterizzati da abitudini abitative ed apporti diversi.
In particolare i lati dell'edificio diversamente esposti (nord e sud) sono caratterizzati da dispersioni diverse e variabili con le condizioni climatiche e quindi da temperature ambiente diverse.



Fonte: Assotermica

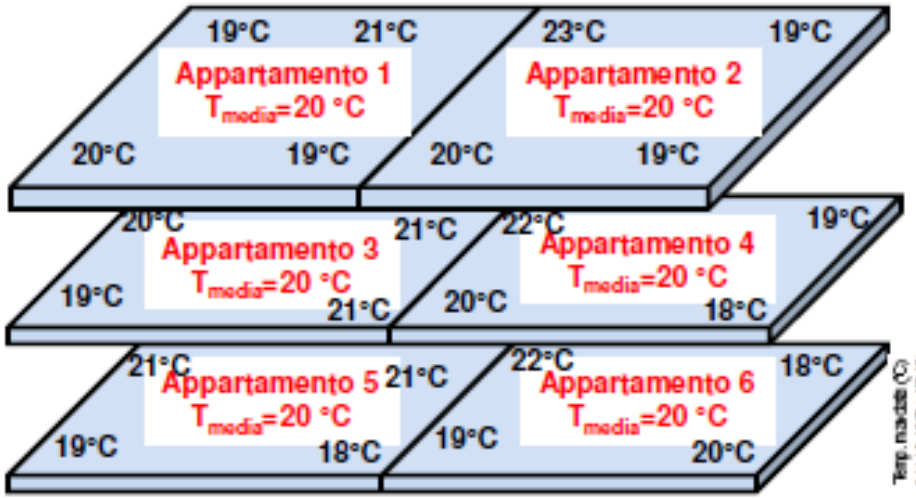


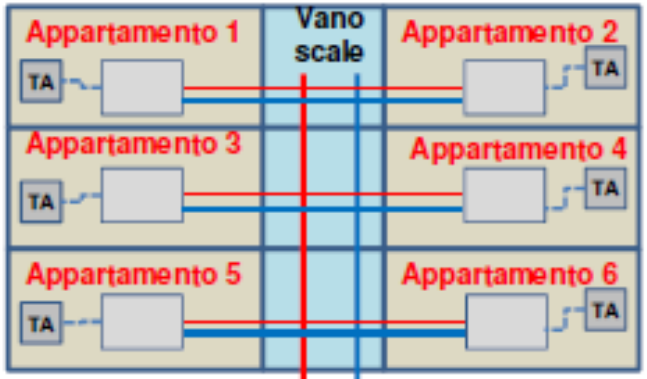
b

OA.GE
ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI GENOVA
FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA

Regolazione di zona

La **distribuzione orizzontale**, largamente adottata negli ultimi decenni, ha consentito di costruire gli **impianti a zone, dotati di regolazione di zona**, costituita per esempio da un termostato ambiente posizionato in un locale di riferimento di ogni alloggio agente sulla relativa valvola di zona. Ad un tale sistema di regolazione, la norma UNI 10348 assegna i seguenti valori di rendimento di regolazione.







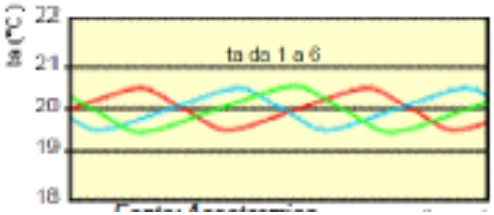
Acqua calda

Acqua fredda

caldaia

La regolazione di zona assicura la temperatura costante e uniforme nei vari alloggi ma non nei diversi locali

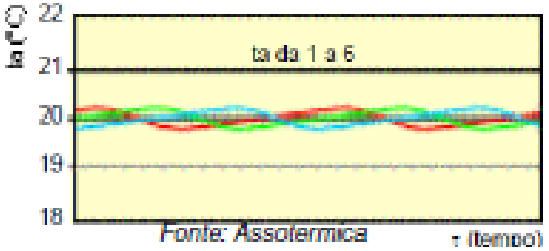
La **regolazione di zona (alloggio per alloggio) consente di uniformare la temperatura ambiente in tutte le zone dell'edificio**, con un notevole aumento del rendimento di regolazione rispetto alla regolazione climatica centrale. Comunque la distribuzione del fluido termovettore a temperatura costante durante tutta la stagione non è in grado di garantire una regolazione perfetta entro l'intero campo di variazione del carico, da 0 al 100%.

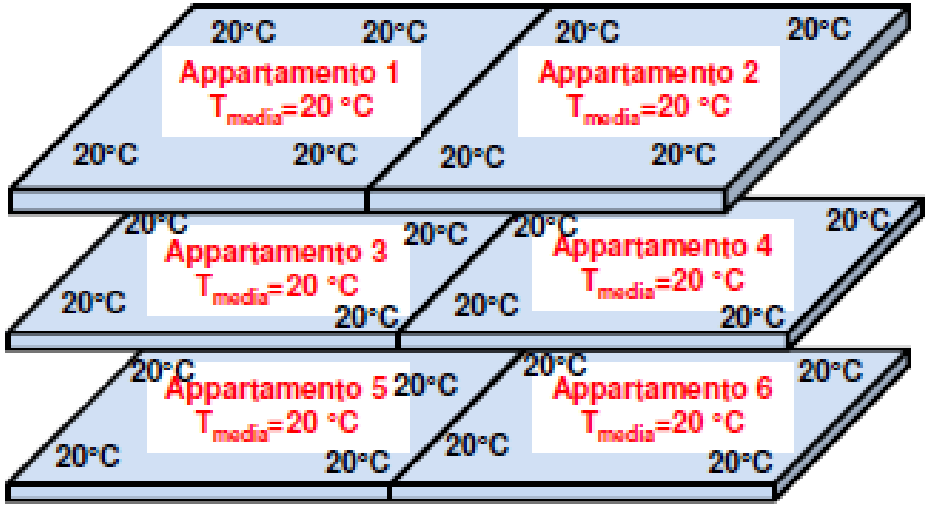


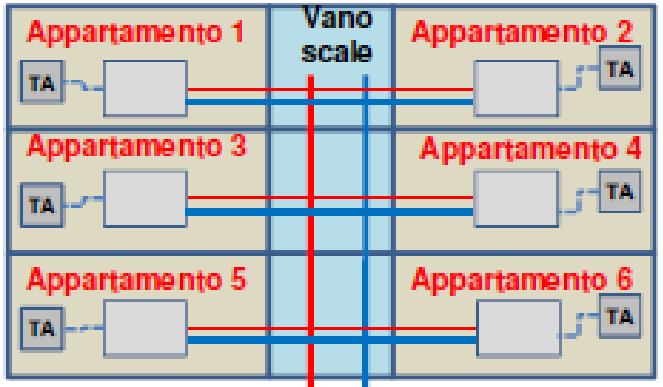
Profilo di temperatura del locale di riferimento dove è installato il termostato

Regolazione per singolo ambiente

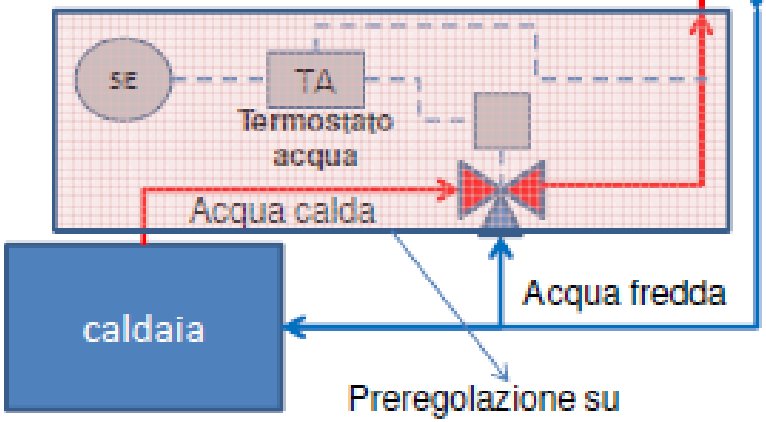
Adottando la **regolazione per singolo ambiente si ottiene la temperatura desiderata in ogni singolo locale dell'alloggio**,

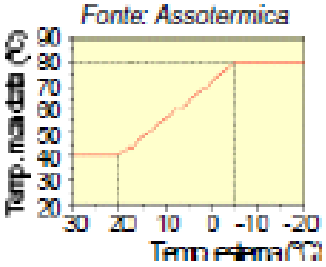




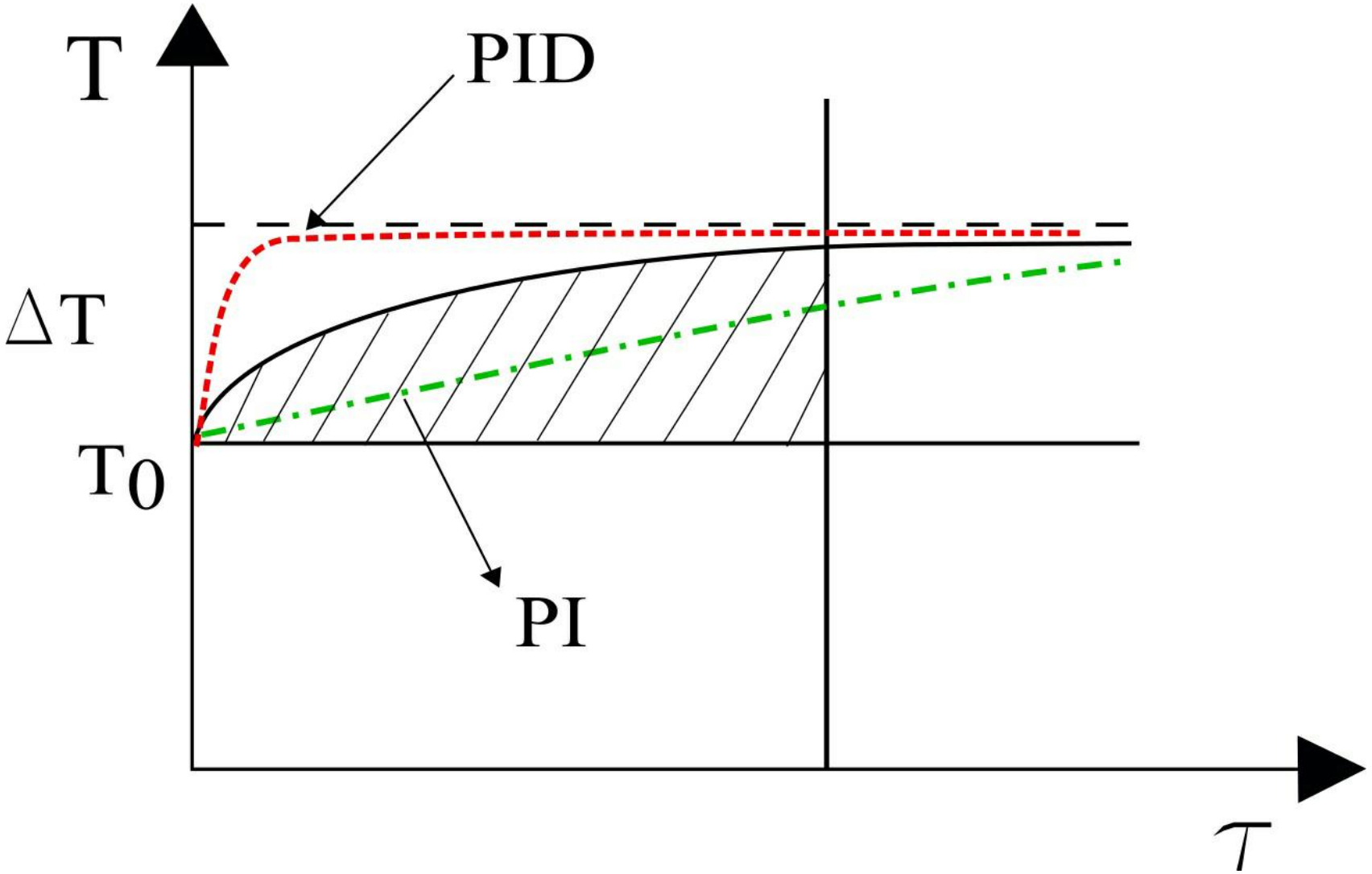


È il miglior tipo di regolazione applicabile agli impianti di riscaldamento condominiali. **Assicura** la **costanza e l'uniformità** della **temperatura ambiente** in **ogni singolo locale**. Una regolazione economica e molto efficace è quella con **valvole termostatiche** autoazionate. In alternativa si possono usare **valvole per radiatore** elettriche comandate dal termostato ambiente di ogni locale





REGOLAZIONE PI proportional-integral, PID proportional-integral derivative



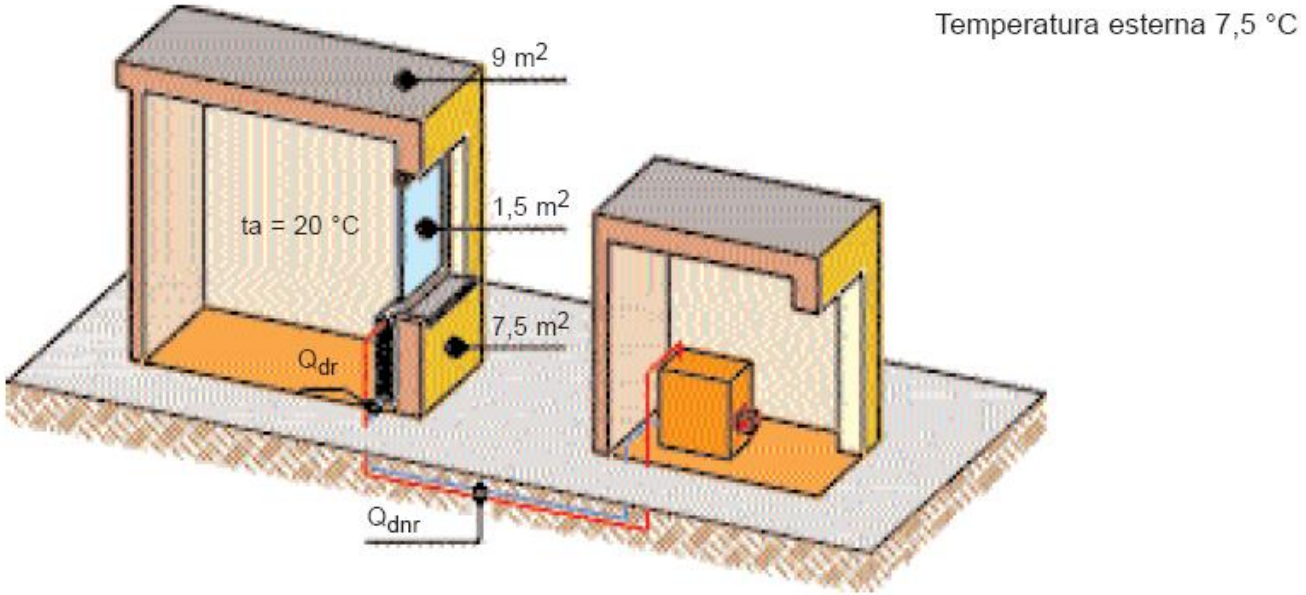
Rendimento di distribuzione

Il rendimento di distribuzione η_d è il rapporto fra la somma del calore utile emesso dai corpi scaldanti e del calore disperso dalla rete di distribuzione all'interno dell'involucro riscaldato dell'edificio ed il calore in uscita dall'impianto di produzione ed immesso nella rete di distribuzione.

Il rendimento di distribuzione medio stagionale caratterizza l'influenza della rete di distribuzione sulla perdita passiva di energia termica (quella non ceduta agli ambienti da riscaldare).

ESEMPIO:

Calcolo dell'energia dispersa verso l'esterno, in un'ora, da un locale di abitazione nel periodo medio stagionale, e del conseguente rendimento di distribuzione.



Rendimento di distribuzione

Il rendimento di distribuzione risulta, nel caso esemplificato:

$$\eta_d = Q_{hr}/(Q_{hr}+Q_{dnr}) = 601/(601+54) = 0.92$$

dove:

Q_{hr} è l'energia termica richiesta per il riscaldamento della zona, fornita in parte dal corpo scaldante (Q_{rad}) ed in parte dalle tubazioni correnti all'interno dell'involucro riscaldato (Q_{dr} è il calore disperso recuperato);

Q_{dnr} è l'energia termica dispersa dalla rete di distribuzione corrente all'esterno dell'involucro riscaldato e quindi non recuperata.

CALORE DISPERSO DAL LOCALE

S (m^2)	U (W/m^2K)	Δt (°C)	τ (s)	Q_{hr} (kJ)
16,5	0,6	12,5	3.600	446
1,5	2,3	12,5	3.600	155
			Totale	601

CALORE IMMESSO NELLA RETE DI DISTRIBUZIONE

Causa di scambio termico	P media (W)	τ (s)	Q_{pr} (kJ)
$Q_{radiatore}$	158	3.600	569
Q_{dr}	9	3.600	32
Q_{dnr}	15	3.600	54
		Totale	655

Rendimento di distribuzione

Il rendimento di distribuzione risulta, nel caso esemplificato:

$$\eta_d = Q_{hr}/(Q_{hr}+Q_{dnr})$$

dove:

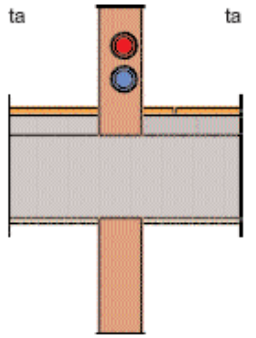
Q_{hr} è l'energia termica richiesta per il riscaldamento della zona, fornita in parte dal corpo scaldante (Q_{rad}) ed in parte dalle tubazioni correnti all'interno dell'involucro riscaldato (Q_{dr} è il calore disperso recuperato);

Q_{dnr} è l'energia termica dispersa dalla rete di distribuzione corrente all'esterno dell'involucro riscaldato e quindi non recuperata.

CALCOLO DEL CALORE DISPERSO NON RECUPERATO

Ai fini del calcolo del calore disperso non recuperato è determinante la posizione della tubazione di distribuzione rispetto allo strato isolante. La norma UNI 10347 fornisce i seguenti valori del rapporto fra calore disperso non recuperato e calore totale disperso (Q_{dnr} / Q_d) (vedi fig. da 1 a 8).

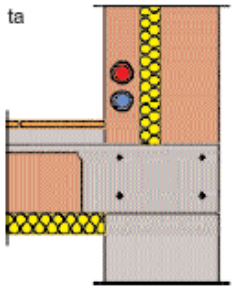
Tubazioni che corrono entro pareti che separano ambienti riscaldati



$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 0$

1

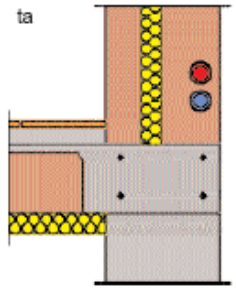
Tubazioni che corrono entro pareti isolate



$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 5$

2

Tubazione posta tra l'ambiente interno e l'isolamento della parete.



$\frac{Q_{dnr}}{Q_d} \cdot 100 = 95$

3

Tubazione posta tra l'isolamento della parete e l'ambiente esterno.

Distribuzione

Prospetti di rendimento in funzione di:

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 antecedentemente all'entrata in vigore del DPR 412/93 (per esempio tubo preisolato con spessore ridotto o tubo nudo inserito in tubo corrugato).

Notare le sigle da A ad E che ricorrono nei prospetti

Distribuzione

Notare le sigle da A ad E che ricorrono nei prospetti

Impianti di riscaldamento autonomi in condominio

a) Impianto autonomo a piano intermedio

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

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

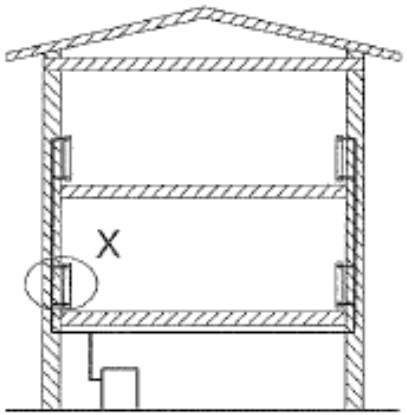
Nota: è escluso il caso su esterno o su pilotis; in tali casi si ricorra a metodi analitici

Impianti di riscaldamento autonomi in edificio singolo - villetta

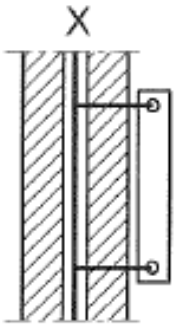
Impianti di riscaldamento centralizzati a montanti orizzontali

Impianti di riscaldamento centralizzati a montanti verticali

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



4.1. Distribuzione orizzontale nel cantinato
Montanti non isolati correnti nell'intercapedine dei muri esterni



		Isolamento distribuzione orizzontale			
	Altezza edificio	A	B	C	D
	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

Distribuzione correzione del rendimento per temperature

Come in precedenza i rendimenti devono essere modificati per temperature diverse da 80/60

Dati utilizzati dal Sw

$$\eta_{H,dx} = 1 - (1 - \eta_d) \times C$$

Prospetto 24 – Fattori di correzione del rendimento di distribuzione

Temperature di mandata e di ritorno di progetto °C	Δt di progetto corrispondente °C	Temperatura media stagionale °C	Fattore di correzione C del rendimento tabulato	Tipologia di impianto corrispondente (indicativa)
80-60	50	37,3	1,00	Impianti a radiatori
	45	36,0	0,94	
70-55	42,5	35,3	0,92	
	40	34,7	0,89	
	35	33,0	0,82	
55-45	30	31,4	0,77	Impianti a ventilconvettori
	25	29,8	0,69	
	20	27,9	0,62	Impianti a pannelli radianti
	15	26,1	0,55	
35-30	12,5	25,1	0,51	
	10	24,2	0,47	

Scelte del professionista

OA.GE ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI GENOVA
FOA.GE FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA

La norma UNI 11300-2 prevede anche la presenza possibile di un sistema di accumulo, sia sull'impianto di riscaldamento, sia su quello (più frequente) dell'Acqua Calda sanitaria (ACS) – pag. 33

Le perdite di accumulo $Q_{l,W,s}$ 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.

$$Q_{l,W,s} = \frac{S_s}{d_s} \times (\theta_s - \theta_a) \times t_s \times \lambda_s \quad [Wh] \qquad (31)$$

dove:

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 [W/m × K];

t_s è la durata del periodo considerato [h];

θ_s è la temperatura media nell'accumulo [°C];

θ_a è la temperatura ambiente del locale di installazione dell'accumulo [°C].

Qualora sia disponibile il valore della dispersione termica dell'apparecchio K_{boll} [W/K] dichiarato dal costruttore, le perdite sono calcolate con la formula seguente:

$$Q_{l,W,s} = k_{boll} \times (\theta_s - \theta_a) \times t_s \quad [Wh] \qquad (32)$$

Esempio. Calcolare le perdite da un serbatoio alto 1.5m di diametro 0.6m, che operi per tutto l'anno a temperatura media di 55°C in ambiente a 15°C (cantina), isolato con 5cm di isolante poliuretanico (λ=0.03W/mK).

Soluzione:

Superficie disperdente:

$S=\pi D^2/4x2+\pi D*H=(3.14x0.6x0.6/4)*2+3.14x0.6*1.5=3.4m^2$

Trascurando le resistenze convettive si ottiene: $Q_{l,W,s} = \frac{S_s}{d_s} \times (\theta_s - \theta_a) \times t_s \times \lambda_s$ [Wh]

Q= $(3.4m^2/0.05m)*0.03*(55-15)$ 1 h=81.6Wh energia dispersa

Qdisp=81.6/1000*365*24=714,8kWh

Una volta calcolate tutte le dispersioni dei vari sottosistemi, si arriva al fabbisogno termico che la caldaia deve fornire all'impianto di riscaldamento: una parte importante dell'impianto è quindi la caldaia con il suo RENDIMENTO DI PRODUZIONE η_P.

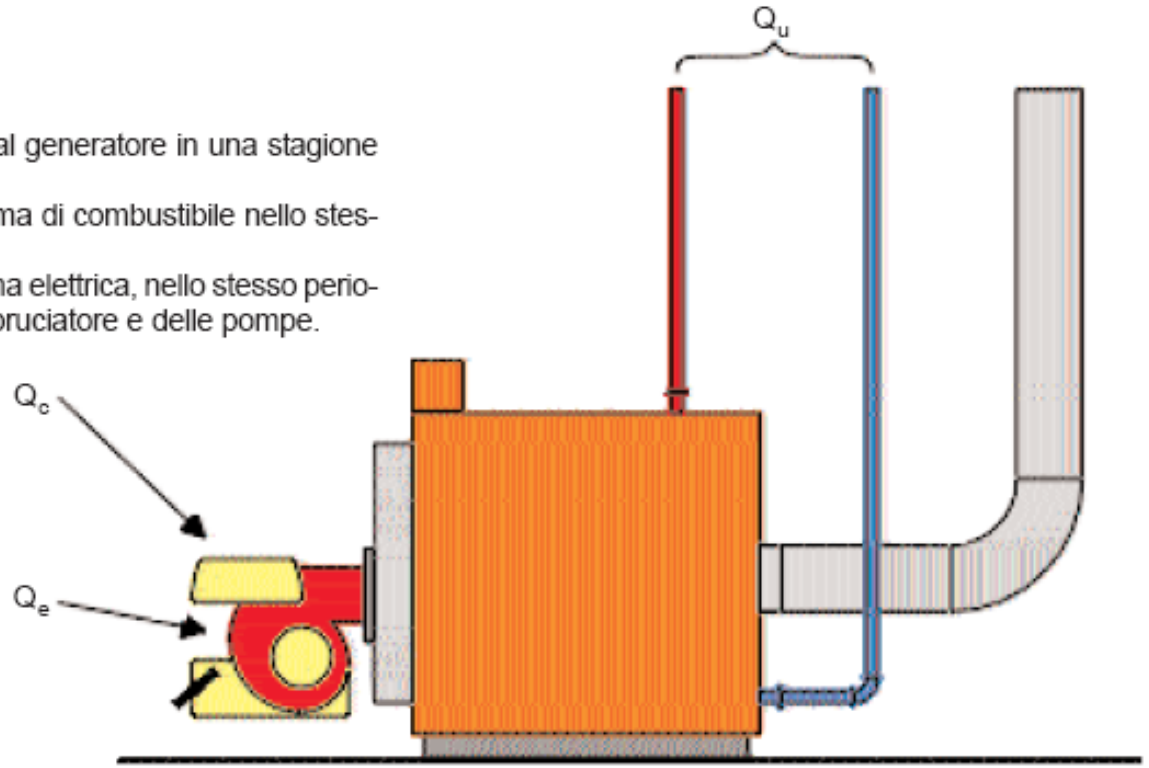
Rendimento di produzione

Il rendimento di produzione medio stagionale è il rapporto fra il calore utile prodotto dal generatore nella stagione di riscaldamento e l'energia fornita nello stesso periodo sotto forma di combustibile ed energia elettrica.

$$\eta_p = \frac{Q_u}{Q_c + Q_e}$$

dove:

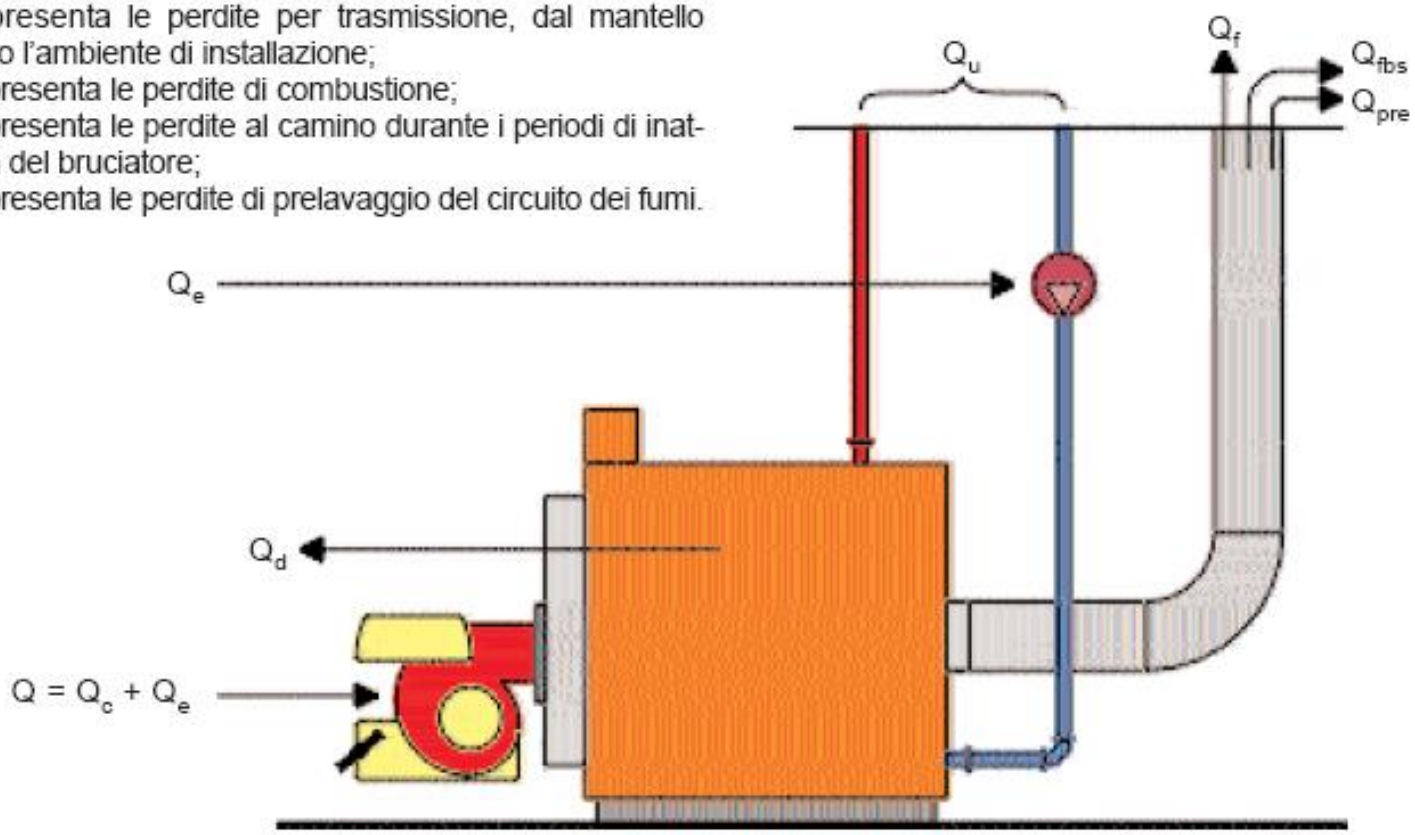
- Q_u è l'energia utile prodotta dal generatore in una stagione di riscaldamento;
- Q_c è l'energia fornita sotto forma di combustibile nello stesso periodo;
- Q_e è l'energia fornita sotto forma elettrica, nello stesso periodo, per l'azionamento del bruciatore e delle pompe.



Rendimento di produzione

Il rendimento di produzione medio stagionale è dovuto al fatto che non tutta l'energia fornita viene trasferita all'acqua, a causa delle perdite.

Q_d rappresenta le perdite per trasmissione, dal mantello verso l'ambiente di installazione;
Q_f rappresenta le perdite di combustione;
Q_{fbs} rappresenta le perdite al camino durante i periodi di inattività del bruciatore;
Q_{pre} rappresenta le perdite di prelavaggio del circuito dei fumi.



Q_f: PERDITE DI COMBUSTIONE

Le perdite di combustione sono presenti durante i periodi in cui il bruciatore è acceso e sono costituite dal calore sensibile contenuto nei prodotti della combustione, che vengono scaricati all'esterno.

Anche le perdite di combustione si possono ridurre con il concorso di più espedienti, costruttivi e progettuali:

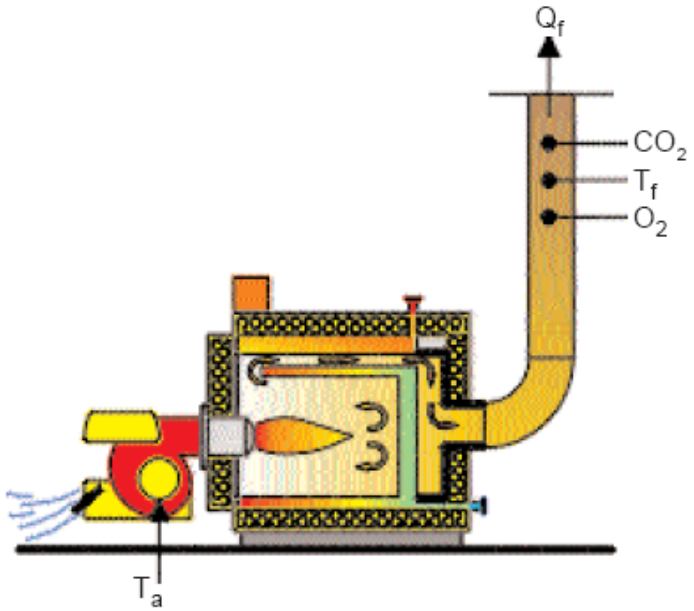
1. migliorando la combustione, ossia riducendo l'eccesso d'aria, con assenza di incombusti (il limite è costituito dalla capacità del bruciatore di funzionare stabilmente con eccessi d'aria molto bassi);

$$P_f = \left(\frac{A_1}{21 - O_2} + B\right) \cdot (T_f - T_a) = \left(\frac{A_2}{CO_2} + B\right) \cdot (T_f - T_a)$$

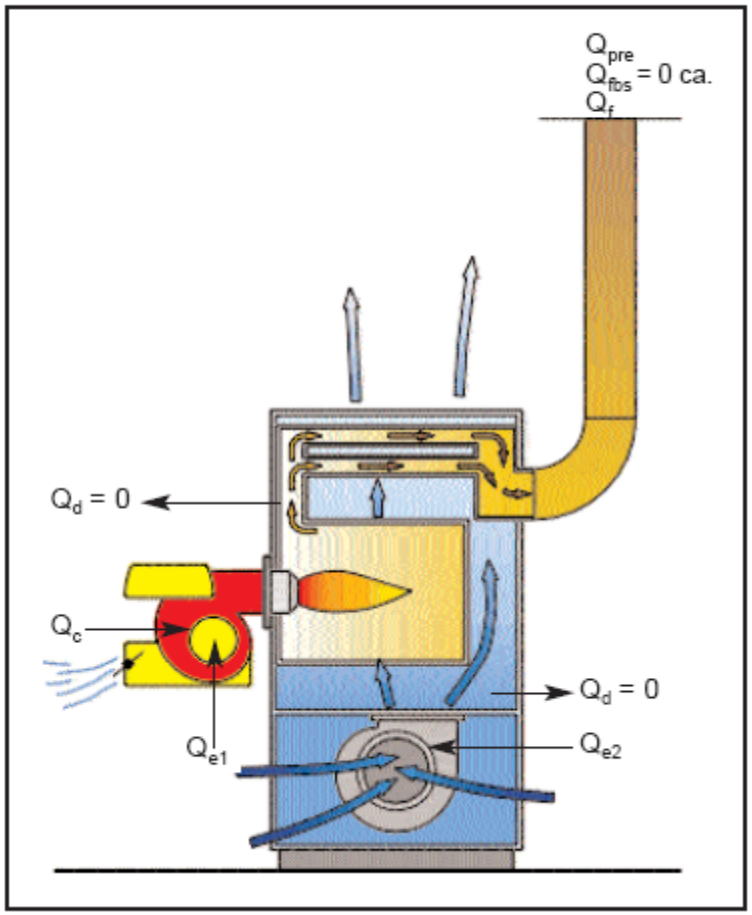
A_1	A_2	B	Combustibile
0,66	0,38	0,010	gas naturale
0,63	0,42	0,008	GPL
0,68	0,50	0,007	gasolio
0,68	0,52	0,007	oli combustibili

dove:

P_f perdite di combustione (%);
T_f temperatura dei prodotti della combustione (°C);
T_a temperatura dell'aria comburente (°C);
O_2 concentrazione di ossigeno nei prodotti della combustione (% volume);
CO_2 concentrazione di anidride carbonica nei prodotti della combustione (% volume).



GENERATORI DI ARIA CALDA (CON SCAMBIATORE ARIA-ARIA)



Installazione all'interno dell'ambiente da riscaldare

- il termine Q_d è nullo, in quanto la totalità delle perdite concorre al riscaldamento dell'ambiente di installazione;
- il termine Q_{fbs} è solitamente quasi nullo: la costruzione generalmente assai leggera ed il temporizzatore che prolunga il funzionamento del ventilatore per alcuni minuti dopo lo spegnimento del bruciatore annullano in pratica questa perdita;
- anche la perdita di prelavaggio Q_{pre} risulta ridotta, in quanto il flusso d'aria attraversa uno scambiatore a temperatura prossima a quella ambiente;
- i termini Q_{e1} e Q_{e2}, costituiti rispettivamente dall'energia assorbita dal motore del bruciatore e da quello del ventilatore, incidono in modo non trascurabile sul rendimento medio stagionale.

La UNI 11300-2 fornisce valori pre-calcolati con riferimento a condizioni di utilizzo "medie", che possono essere usati, con riferimento a 7 parametri significativi, per i calcoli (pag. 24, Tab. 23)

Qualora vengano utilizzati i valori del prospetto 23, le perdite di generazione si calcolano con la formula seguente:

$$Q_{l,gn} = (Q_{hr} + Q_{l,d}) \times \frac{1 - \eta_{gn}}{\eta_{gn}} \quad [Wh] \qquad (15)$$

Rendimenti di generazione precalcolati

La lettura dei prospetti seguenti deve essere fatta tenendo conto dei fattori di correzione elencati nella legenda. Come già precisato, qualora non si identifichi la tipologia del generatore tra quelle dei prospetti o quando le condizioni al contorno non siano comprese tra quelle indicate, si deve ricorrere al calcolo.

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;

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.

Due esempi da Tab. 23

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.

Nota 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.

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

ΔT fumi - acqua ritorno a Pn	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 °C fino 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 fino a 24, oltre 24 °C a potenza nominale.

Se non si conosce il dato specifico del produttore, si applica cautelativamente la riga peggiore

TIPO DI GENERATORE

Tipo generatore tradizionale

Potenza termica nominale

Posizione generatore

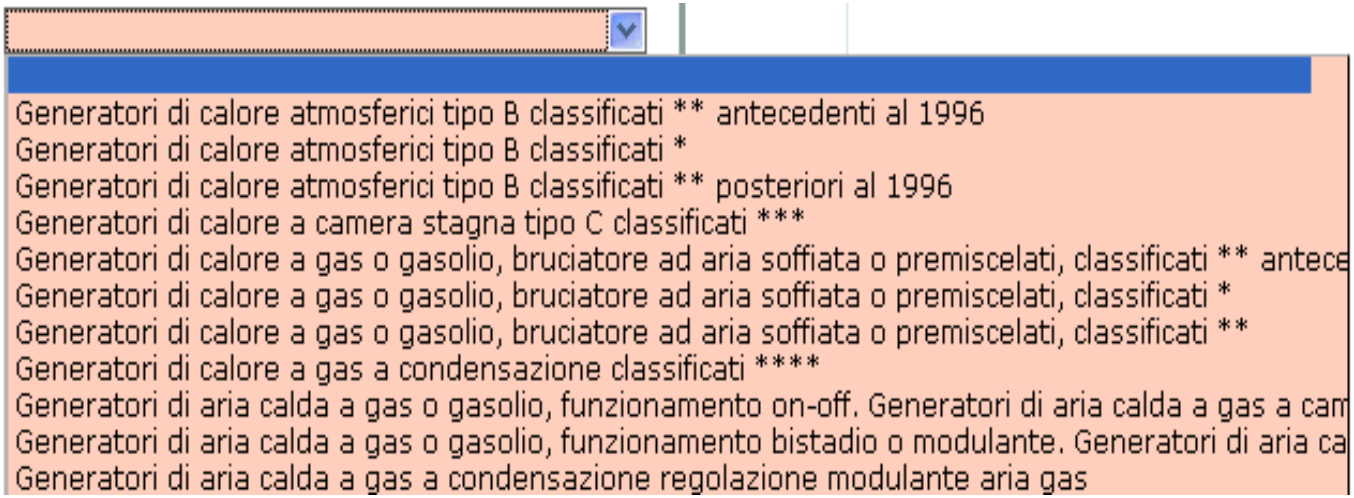
Temperatura media caldaia

Potenza ausiliari a carico nullo

Potenza ausiliari a carico intermedio

Potenza ausiliari a pieno carico

Tipo combustibile



TIPOLOGIE DI GENERATORI

1. Generatori di calore UNI 10642

APPARECCHI DI TIPO A : apparecchio non previsto per il collegamento a canna fumaria o a dispositivo di evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale in cui l'apparecchio è installato. Il prelievo dell'aria comburente e l'evacuazione dei prodotti della combustione avvengono nel locale di installazione.

APPARECCHI DI TIPO B : apparecchio previsto per il collegamento a canna fumaria o a dispositivo di evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale in cui l'apparecchio è installato. Il prelievo dell'aria comburente avviene nel locale di installazione e l'evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno del locale in cui l'apparecchio è installato.

APPARECCHI DI TIPO C : apparecchio il cui circuito di combustione (prelievo aria comburente, camera di combustione, scambiatore di calore e evacuazione dei prodotti di combustione) è a tenuta stagna rispetto al locale in cui l'apparecchio è installato. Il prelievo dell'aria comburente e l'evacuazione dei prodotti della combustione avvengono direttamente all'esterno del locale.

B_{xy}

Classificazione degli apparecchi: A, B, C

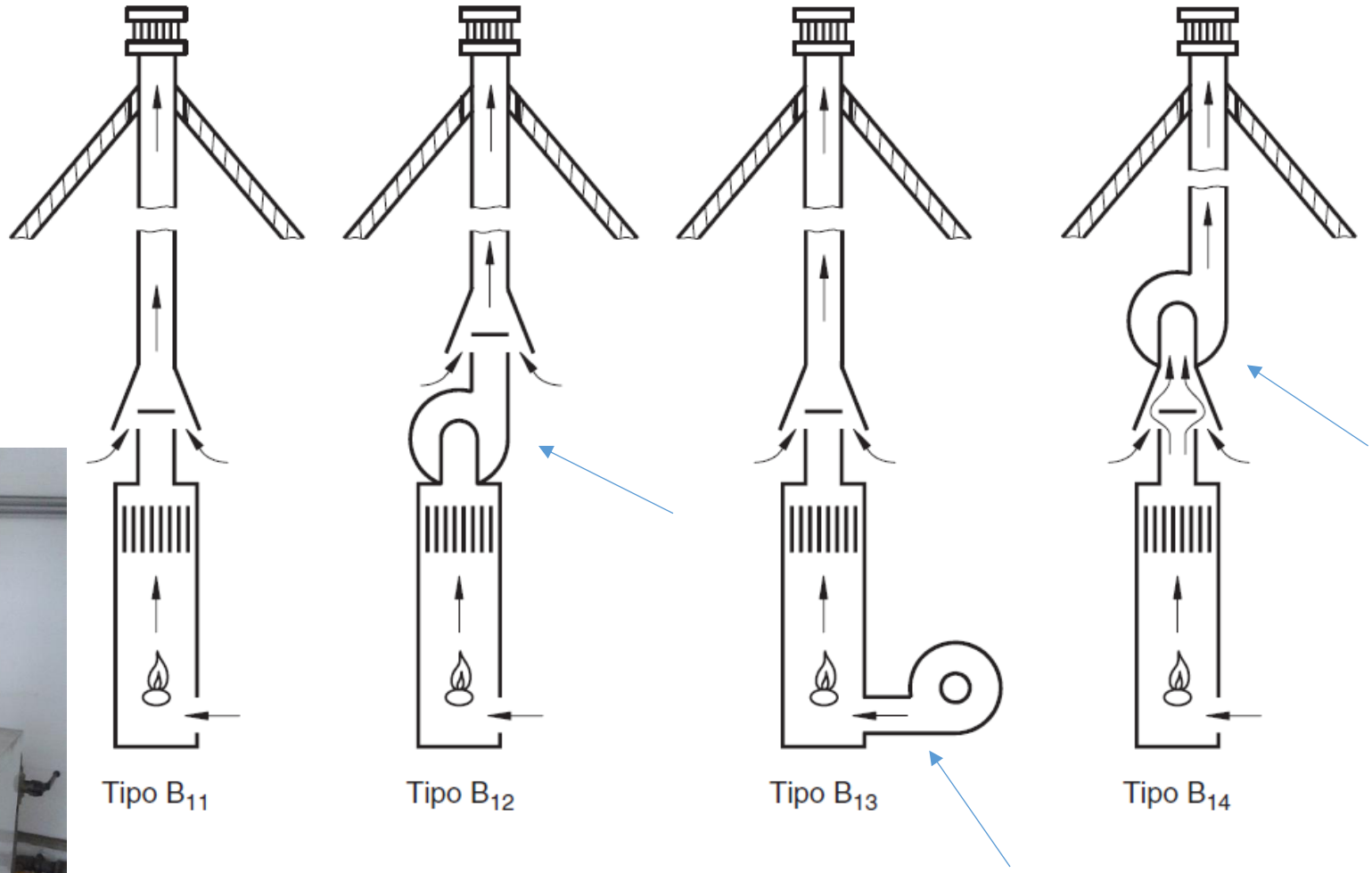
Presenza dispositivo rompitiraggio antivento

1 = Senza ventilatore nel circuito
2; 3; 4 = Con ventilatore nel circuito

Tipo B_1

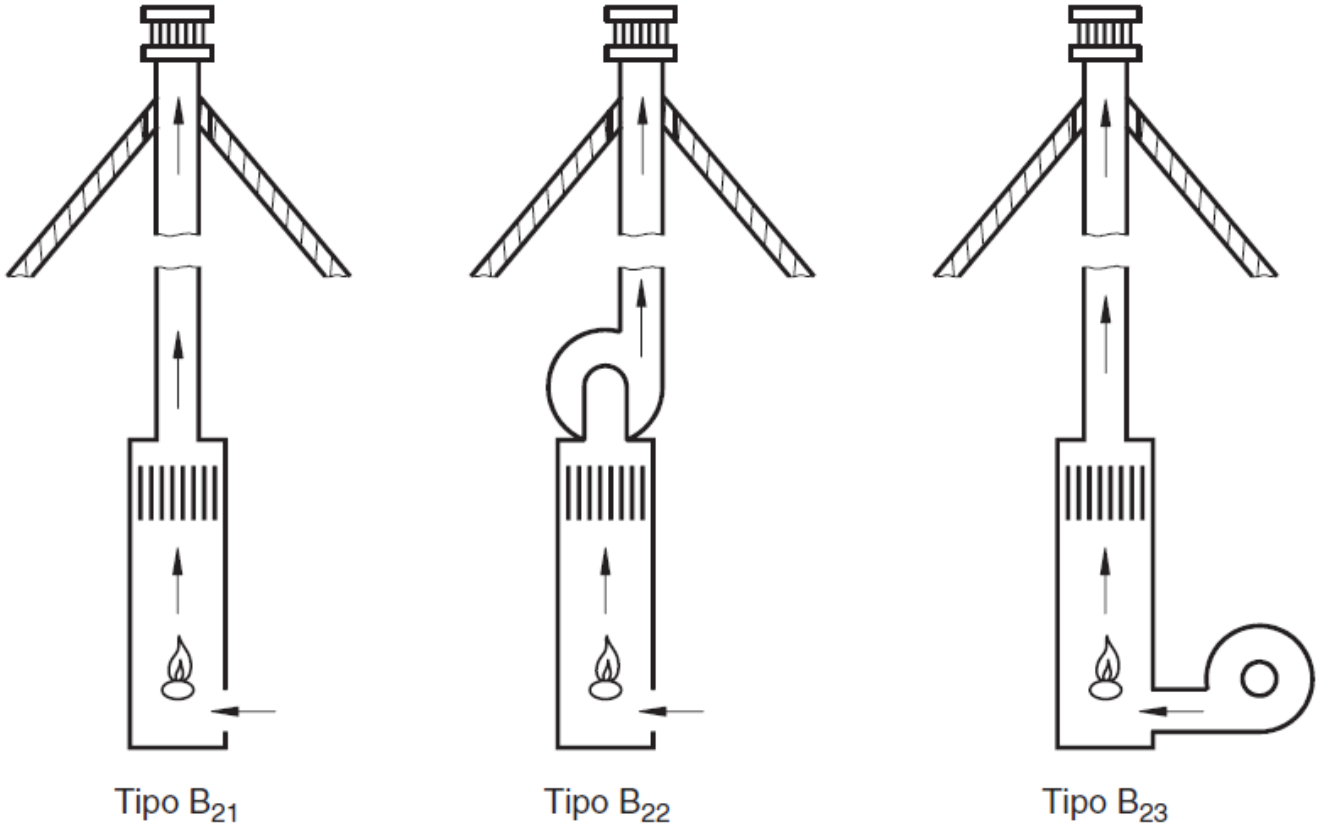
Apparecchio con dispositivo rompitiraggio antivento





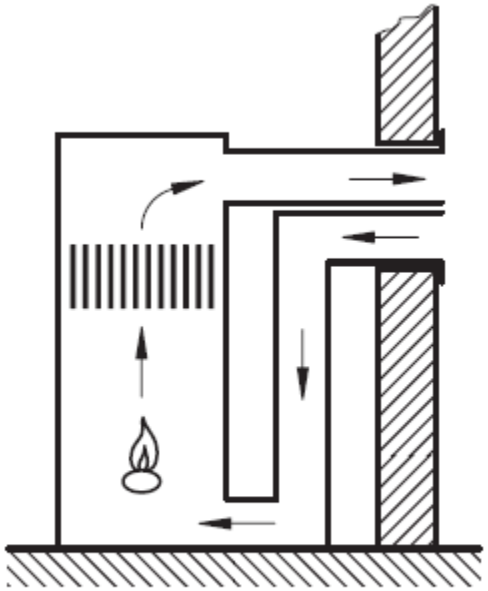
Tipo B_2

Apparecchio senza dispositivo rompitiraggio antivento

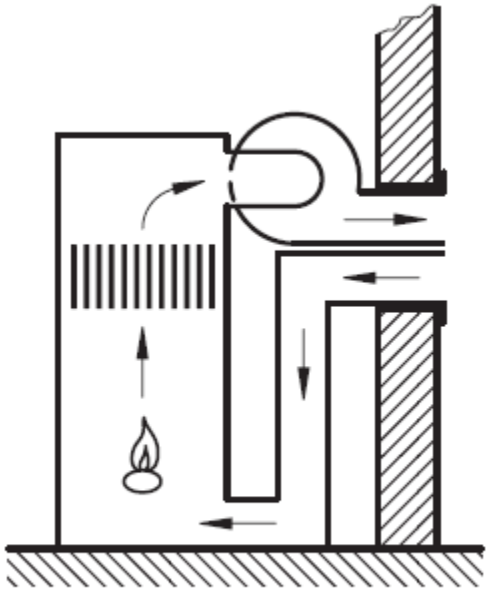


Tipo C_1

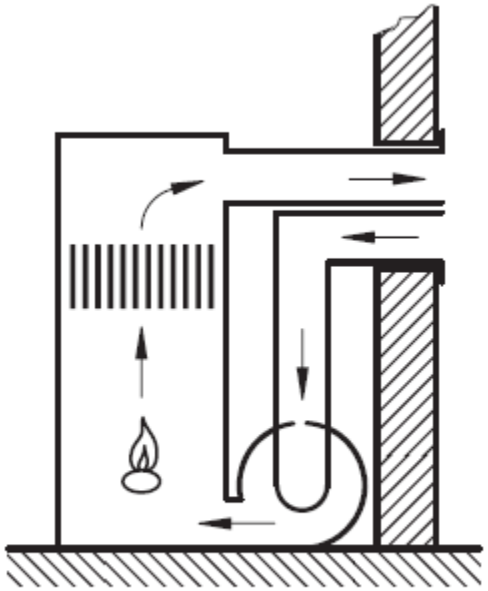
Apparecchio previsto per il collegamento a mezzo di condotti propri ad un terminale orizzontale che, al tempo stesso, consente l'immissione di aria comburente e l'evacuazione dei prodotti della combustione all'esterno.



Tipo C_{11}



Tipo C_{12}



Tipo C_{13}

CLASSIFICAZIONE CALDAIE D.P.R. 660/96

Le caldaie possono essere classificate secondo la loro potenza nominale:

Marcatura	Rendimento alla potenza nominale (Pn) Tmedia = 70 °C	Rendimento a carico parziale (30% Pn) Tmedia ≥ 50 °C
*	≥ 84 +2Log(Pn)	≥ 80 + 3Log(Pn)
**	≥ 87 +2Log(Pn)	≥ 83 + 3Log(Pn)
***	≥ 90 +2Log(Pn)	≥ 86 + 3Log(Pn)
**** ()	≥ 93 +2Log(Pn)	≥ 89 + 3Log(Pn)

1 e 2 stelle sono caldaie a camera aperta e tiraggio naturale o forzato.
3 stelle solitamente sono caldaie a tiraggio forzato e camera stagno
4 stelle caldaie a condensazione

Completa il calcolo del fabbisogno di energia la valutazione (stimata o rilevata) dei consumi elettrici dei vari sottosistemi (pag. 27 UNI 11300-2):

6.7 Fabbisogno di energia elettrica dei sottosistemi degli impianti di riscaldamento

Il fabbisogno di energia elettrica di un impianto di riscaldamento è espresso da:

$$Q_{H,aux} = Q_{aux,e} + Q_{aux,d} + Q_{aux,gn}\ [\text{Wh/periodo considerato}] \quad (18)$$

dove:

$Q_{H,aux}$ è il fabbisogno totale di energia elettrica degli ausiliari;

$Q_{aux,e}$ è il fabbisogno totale di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di emissione;

$Q_{aux,d}$ è il fabbisogno totale di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di distribuzione;

$Q_{aux,gn}$ è il fabbisogno totale di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di produzione.

Il fabbisogno è espresso in Wh per stagione di riscaldamento (per mese, per anno) per un determinato edificio. Il fabbisogno viene espresso come:

- energia elettrica;
- corrispondente energia primaria determinata con il relativo fattore di conversione.

Tabella 1 - Fattori di conversione in energia primaria dei vettori energetici

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	0,20	0,80	1,00
Biomasse liquide e gassose	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento	1,5	0	1,5
Rifiuti solidi urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari	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	0	1,00	1,00
Energia termica dall'ambiente esterno – pompa di calore	0	1,00	1,00

Esempio

Fabbisogno $Q_{h,nd}$ = 100000 kWh

emissione η_{le}=0.9 $Q_{l,e}$ = 11111 kWh

regolatione η_{rg}=0.98 Q_{rg} =(0.02/0.98*111111) Q_{rg} = 2267 kWh

distributione η_{d}=0.92 Q_{rg} =(0.08/0.92*113378) Q_{d} = 9859 kWh

No Accumulo

Generatione η_{p}=0.9 Q_{p} =(0.1/0.9*123237) Q_{rg} = 13693 kWh

Q_{aux} = 200 W x 166 g x 248 h = 797 kWh $_{el}$

$f_{pel\ n\ ren}$ =1.95 Q_{aux}= 1554 kWh

$Q_{p,H}$ = 138484 kWh

Rendimento stagionale

η_g= 100000/138484 = 0.72

che, **in caso di assenza di accumulo e consumi elettrici trascurabili**,

è similea $\eta_g = \eta_{l,e}\ \eta_{rd}\ \eta_d\ \eta_p$=0.9*0.98*0.92*0.9 = 0.73

e quindi

$$Q_{p,H} \approx Q_{h,nd} / \eta_g$$

ACQUA CALDA SANITARIA

Come per l'impianto di riscaldamento, gli elementi di calcolo essenziali seguono sempre la stessa logica:

1. Determinazione del fabbisogno Qh,W (UNI TS 11300-2, punto 5.2, pag. 9-11)

2. Produzione, (accumulo), distribuzione ed erogazione dell'ACS

3. Valutazione dell'efficienza dei singoli sottosistemi e dell'energia perduta in ciascuna delle quattro fasi precedenti (UNI TS 11300-2, punto 6-9, pag. 34-36)

4. Calcolo finale del consumo di energia primaria equivalente (UNI TS 11300-2, punto 6-10 ed esempio 6.11, pag. 37-39)

Come si vede, nel caso dell'ACS il sistema di regolazione è meno importante, in quanto in sostanza l'unico parametro controllato è la temperatura di mandata dell'acqua calda (40°C), regolata direttamente in caldaia.

ACS - FABBISOGNI

Fabbisogni di energia per acqua calda sanitaria

L'energia termica $Q_{h,W}$ richiesta per riscaldare una quantità di acqua alla temperatura desiderata è:

$$Q_{h,W} = \sum_i \rho \times c \times V_W \times (\theta_{er} - \theta_O) \times G \qquad [Wh] \qquad (4)$$

dove:

ρ è la massa volumica dell'acqua [kg/m^3];

c è il calore specifico dell'acqua pari a 1,162 [Wh/kg °C];

V_W è il volume dell'acqua richiesta durante il periodo di calcolo [m^3/G];

θ_{er} è la temperatura di erogazione [°C];

θ_O è la temperatura di ingresso dell'acqua fredda sanitaria [°C];

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

N.B. Cp acqua 4186J/kg°C : 4,186kJ/kg°C/3600=1,162Wh/kg°C

ρ=1000kg/m3 - $(\theta_{er} - \theta_O)$ =40-15=25°C (i = 15 ° MEDIA STAGIONALE DELLA LOCALITà riferimento) – I fabbisogni sono quindi stabiliti in base a Vw e G

ACS – FABBISOGNI – Volumi Vw

$V_W = a \times N_u$ [l/G]

dove:

a è il fabbisogno giornaliero specifico [l/G];

N_u è il parametro che dipende dalla destinazione d'uso dell'edificio vedere punto 5.2.1.1 per le abitazioni e punto 5.2.1.2 per destinazioni diverse.

Tipicamente nelle abitazioni medie di 80mq si possono stimare circa 100l/gg, ovvero circa 50l/occupante.

La norma UNI TS 11300-2 fa riferimento (Nu) al mq di abitazione per usi civili e ad unità diverse per altri usi (per esempio Nu è il posto letto per gli ospedali)

Valori dei parametri *a* e *b*

Superficie utile S_u [m^2]	S_u <= 35	35 < S_u <= 50	50 < S_u <= 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

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:

$$V_w = a \times S_u + b \quad [\text{l/giorno}] \qquad (28)$$

dove:

a è un parametro in litri/(m^2 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.

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

Una volta stabilito il fabbisogno all'utenza, si ripercorre a ritroso il percorso del sistema di erogazione dell'energia fino alla fonte primaria (combustibile) Riferimento: UNI TS 11300-2

Erogazione dell'ACS ($\eta_{w,er}$=1)

Distribuzione

Accumulo

Produzione (generazione)

Valori diversi della temperatura di ingresso rispetto ai 15°C di riferimento portano a consumi effettivi diversi, che non intervengono tuttavia ai fine del calcolo nella certificazione energetica.

N.B. Non si considerano recuperi termici nei sistemi ACS, e l'eventuale recupero termico ai fini del fabbisogno energetico dell'edificio (riscaldamento Q'h) è considerato solo se i calcoli sono effettuati con metodi analitici, NON CON IL METODO SEMPLIFICATO

ACS – Perdite nella Distribuzione

La norma non definisce un metodo di calcolo del rendimento di distribuzione ηd,w, ma lo fa indirettamente sulla base della definizione, calcolando le perdite di distribuzione

Perdita delle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda sanitaria

In presenza di ricircolo, il calcolo delle perdite $Q_{l,W,d}$ si effettua in maniera dettagliata come descritto nell'appendice A.

In assenza di ricircolo, si possono utilizzare i coefficienti di perdita $f_{l,W,d}$ del prospetto 30.

In questo caso risulta:

$$Q_{l,W,d} = \frac{Q_{h,W}}{\eta_{W,er}} \times f_{l,W,d} \quad [Wh] \qquad (29)$$

Le perdite recuperate sono date da:

$$Q_{lrh,W,d} = f_{rh,W,d} \times Q_{l,W,d} \qquad (30)$$

dove:

$f_{rh,W,d}$ è il coefficiente di recupero. Valori di default sono riportati nel prospetto 30.

Ai fini della presente specifica tecnica nel caso siano previste o installate pompe di ricircolo si considerano solo i fabbisogni elettrici e non il relativo recupero termico.

Perdite e recuperi della distribuzione, nel caso di assenza di ricircolo

Tipologia del sistema	Coefficiente di perdita $f_{l,W,d}$	Coefficiente 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	0,08	0,5

I coefficienti del prospetto consentono di determinare le perdite totali nel tempo in cui si ha circolazione di acqua calda in rete.

Calcolare il rendimento di distribuzione di un sistema ACS installato nel 1965 e le relative perdite di distribuzione (energia richiesta incluse perdite di erogazione Qer=57138kWh)

Perdite: $Q_{l,W,d}$=(0.12*57138)kWh=6856,56kWh di queste vengono recuperate il 50% (coefficiente di recupero 0.5), per cui le perdite totali da compensare nel sistema di distribuzione sono $Q_{l,,d,W}$=3428,28kWh

Energia in ingresso al sistema di distribuzione Qd,W=Qer+perdite=60566,28kWh

$\eta_{d,w}$= $Q_{er}/Q_{d,W}$=57138/60566,28=0.9434=

1- $Q_{l,d,W}/Q_{er}$=1-3428,28/57138=1-0.06=0.94

(NB. Si può calcolare direttamente $\eta_{d,w}$=1-0.12*0.5=0.94)

OA.GE ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI GENOVA
FOA.GE FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA

ACS – Perdite di Accumulo

Le perdite di accumulo $Q_{l,W,s}$ 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.

$$Q_{l,W,s} = \frac{S_s}{d_s} \times (\theta_s - \theta_a) \times t_s \times \lambda_s \quad [\text{Wh}] \qquad (31)$$

dove:

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 [W/m × K];

t_s è la durata del periodo considerato [h];

θ_s è la temperatura media nell'accumulo [°C];

θ_a è la temperatura ambiente del locale di installazione dell'accumulo [°C].

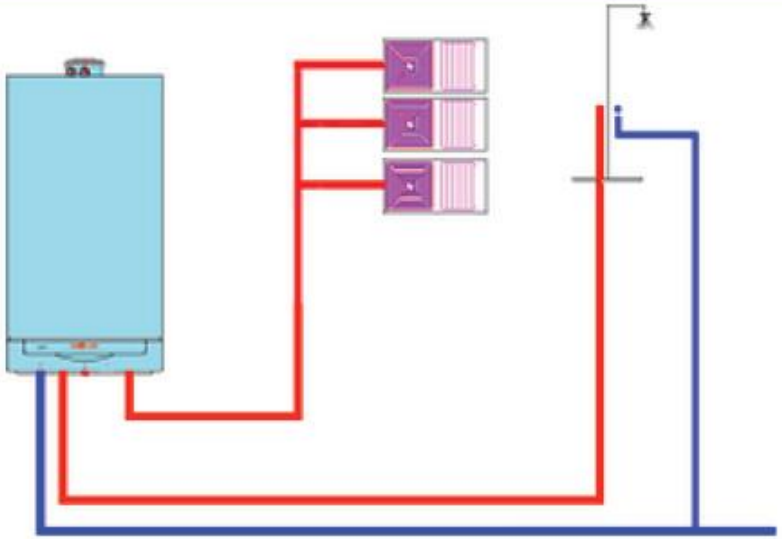
Qualora sia disponibile il valore della dispersione termica dell'apparecchio K_{boll} [W/K] dichiarato dal costruttore, le perdite sono calcolate con la formula seguente:

$$Q_{l,W,s} = k_{boll} \times (\theta_s - \theta_a) \times t_s \quad [\text{Wh}] \qquad (32)$$

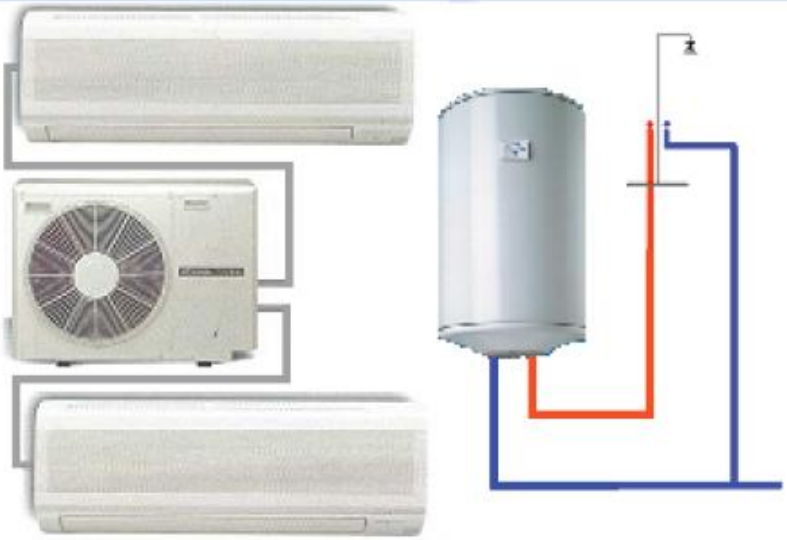
Le perdite di accumulo si considerano recuperte al 100% ai fini del fabbisogno termico dell'edificio solo se l'accumulo è in ambiente riscaldato e si effettuano i calcoli col metodo analitico (no metodo semplificato)

IMPIANTI AUTONOMI

PROD. COMBINATA

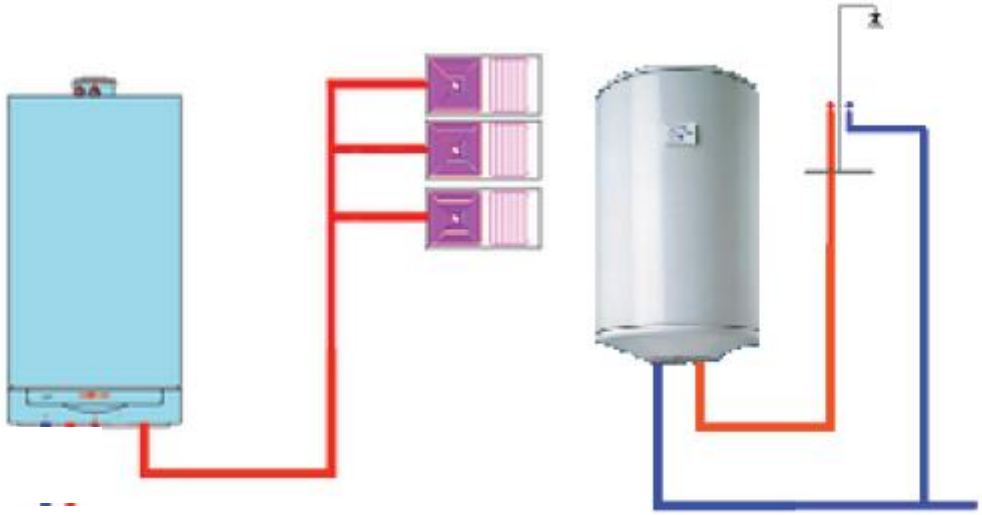


PROD SEPARATA

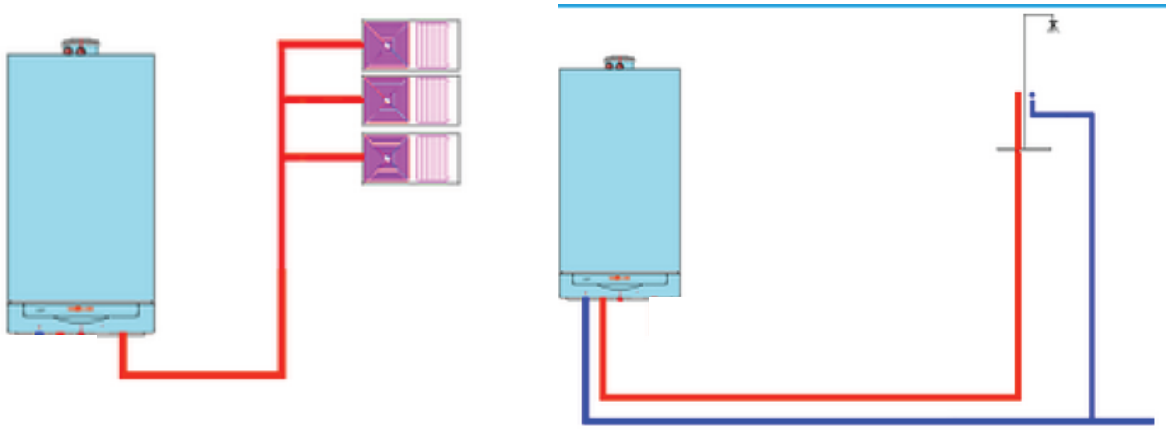


Centralizzato
Prod separata

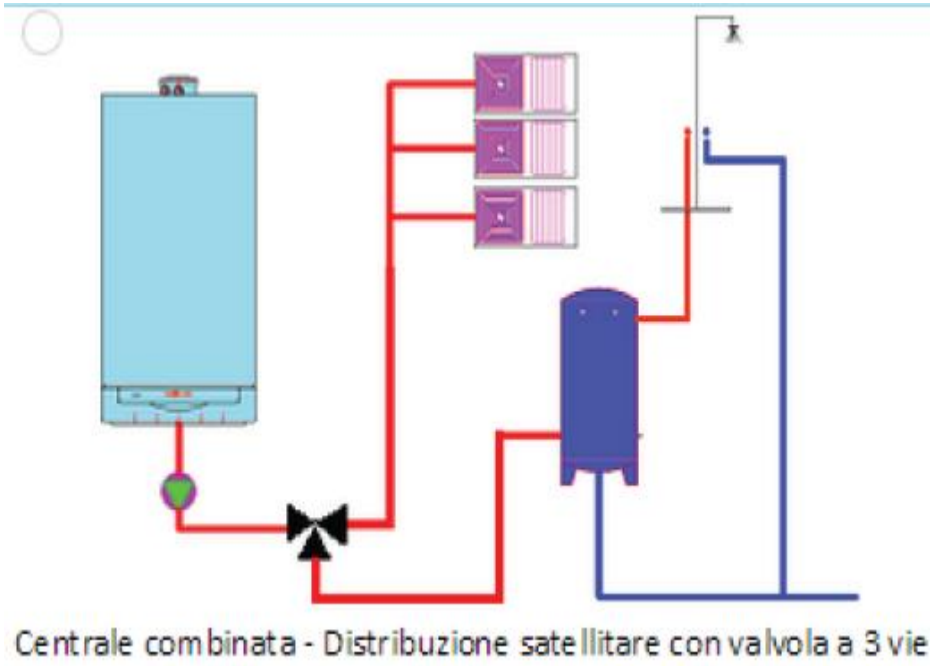
A) Caldaia centralizzata
e prod acs autonoma
O misto termoboiler



B) Caldaie centralizzate
Separate per risc e acs



Centralizzato
Prod separata



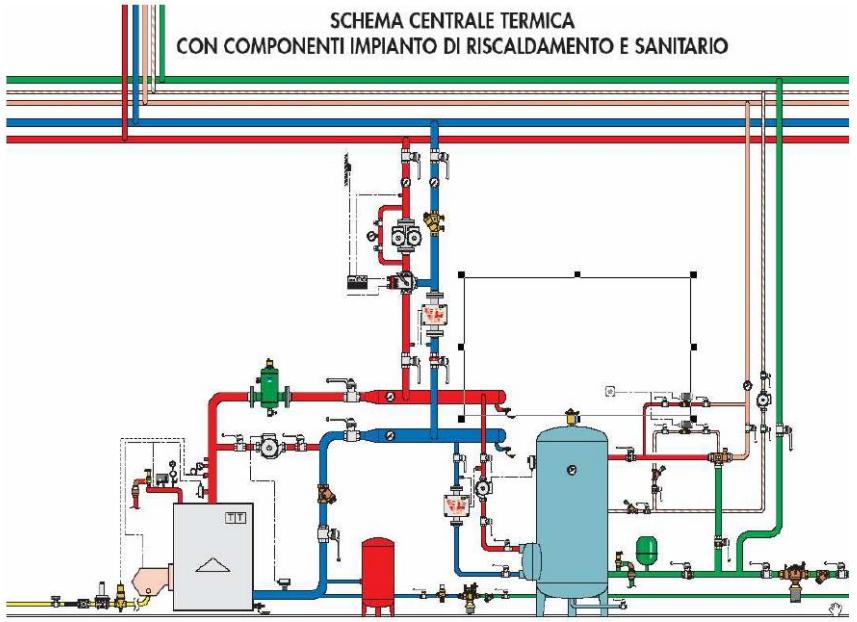


Figura 52: Schema di una centrale termica completa

Rendimenti convenzionali degli scaldaacqua con sorgente interna di calore

Tipo di apparecchio	Versione	Rendimento* istantaneo (%)	Rendimento* 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

* I dati di rendimento riportati possono essere utilizzati in mancanza di dati forniti dal costruttore dell'apparecchio.

** 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%.

ACS – Il calcolo del Fabbisogno di energia primaria

Fabbisogno di energia primaria

Nel periodo di calcolo prefissato il fabbisogno di energia primaria $Q_{p,W}$ per la produzione di acqua calda sanitaria è dato da:

$$Q_{p,W} = Q_{c,W} + Q_{aux,W} \times f_{p,el} \quad (35)$$

Nel caso di sistemi dedicati alla produzione di acqua calda sanitaria (oppure durante il funzionamento estivo di sistemi combinati) il rendimento di generazione è dato da:

$$\eta_{W,gn} = \frac{Q_{h,W} + Q_{l,W,er} + Q_{l,W,d} + Q_{l,W,s}}{Q_{p,W}} \quad (36)$$

Nel caso di sistemi dedicati alla produzione di acqua calda sanitaria (oppure durante il funzionamento estivo di sistemi combinati) il rendimento globale del sistema acqua calda sanitaria è dato da:

$$\eta_{W,gn} = \frac{Q_{h,W}}{Q_{p,W}} \quad (37)$$

Nel caso di sistemi combinati il rendimento globale è dato da:

$$\eta_{H,W,gn} = \frac{Q_{h,H} + Q_{h,W}}{Q_{p,H,W}} \quad (38)$$

Uni 11330 -3
estivo -pdc

Come si può stimare a priori il consumo stagionale di macchine, come i climatizzatori direttamente dalle condizioni climatiche?

EER – Energy Efficiency Ratio – (raffrescamento)

COP (pompa di calore)

esprime il rapporto fra la

potenza (termica) resa e quella (elettrica) assorbita

Questo rapporto, però, è un dato istantaneo, e per il nostro scopo occorre integrarlo per tutto il periodo di funzionamento stagionale (o meglio, mensile)

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Analogamente alla parte 2

Il fabbisogno stagionale è dato dalla somma dei fabbisogni mensili

Il fabbisogno effettivo per raffrescamento è calcolato, su base mensile, come:

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

$Q_{C,nd,k}$	fabbisogno ideale dell'edificio
$Q_{l,e,k}$	perdite totali di emissione
$Q_{l,rg,k}$	perdite totali di regolazione
$Q_{l,d,k}$	perdite totali di distribuzione
$Q_{l,d,s,k}$	perdite totali dei serbatoi di accumulo inerziale
$Q_{rr,k}$	energia termica recuperata

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Le perdite di emissione sono così valutate:

$$Q_{l,e,k} = Q_{C,nd,k} (1-\eta_e) / \eta_e$$

η_e è costante per tutto il periodo di raffrescamento, si sceglie dal prospetto 6.

Alcuni esempi

Ventilconvettori idronici	ηe = 98 %
Terminali ad espansione diretta, unità interne sistemi split,…	ηe = 97 %
Armadi autonomi, ventilconvettori industriali posti in ambiente, travi fredde	ηe = 97 %
Pannelli isolati annegati a pavimento	ηe = 97 %
Pannelli isolati annegati a soffitto	ηe = 98 %

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Le perdite di regolazione sono così valutate:

$$Q_{l,rg,k} = (Q_{C,nd,k} + Q_{l,e,k}) (1-\eta_{rg}) / \eta_{rg}$$

Alcuni esempi (prospetto 7)

sistema	regolazione	ηrg
Regolazione centralizzata	ON-OFF	84 %
Regolazione centralizzata	modulante	90 %
Controllori zona	ON-OFF	93 %
Controllori zona	BP 2°C	95 %
Controllori zona	BP 1°C	97 %
Controllo singolo ambiente	ON-OFF	94 %
Controllo singolo ambiente	BP 2°C	96 %
Controllo singolo ambiente	BP 1°C	98 %

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Le perdite di distribuzione: (calcolo da appendice A)

Due possibilità

A Sistemi ad aria (come fluido termovettore):

1 unità autonome monoblocco o di tipo split ad espansione diretta

2 unità di tipo roof top per installazione su terrazzo o in copertura ad espansione diretta

B. Sistemi ad aria e acqua:

1 sistemi costituiti da:
- unità terminali in ambiente ad acqua refrigerata con o senza ventilatore;
- unità centralizzata di trattamento termoigrometrico di aria primaria con distribuzione agli ambienti.

2 sistemi costituiti da:
- unità centralizzata di trattamento aria e distribuzione centralizzata di aria;
- unità di zona ad acqua.

3 sistemi costituiti da:
- unità centralizzata di trattamento dell'aria alimentata ad acqua;
- distribuzione canalizzata di aria trattata.

4 sistemi costituiti da:
- pannelli integrati nelle murature alimentati ad acqua;
- unità centralizzata di trattamento termoigrometro di aria primaria alimentata ad acqua con distribuzione di aria separata.

5 sistemi costituiti da:
- elementi installati nello spazio climatizzato disaccoppiati termicamente dalle strutture (travi radianti) alimentati ad acqua;
- rete di aria trattata con immissione diretta negli elementi stessi o separata

CASO A

Le perdite di distribuzione del circuito frigorigeno si considerano comprese nel rendimento di produzione dell'unità ad espansione diretta. Nel caso in cui la distribuzione dell'aria sia canalizzata ed avvenga tutta negli ambienti climatizzati le perdite si considerano tutte recuperate (generalmente nel caso 1).
Nel caso in cui le canalizzazioni siano in ambienti non climatizzati o all'esterno le perdite si calcolano secondo l'appendice.

CASO B

In tutti i casi si hanno due o più reti ad aria e ad acqua alimentate dalla stessa unità di produzione il cui calcolo delle perdite si effettua secondo l'appendice.

Le perdite complessive = somma delle perdite di tutti i circuiti di distribuzione di **aria** e di **acqua**

$$Q_{l,d,k} = \Sigma \left(Q_{l,da,k} + Q_{l,dw,k} \right)$$

OA.GE ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI GENOVA

FOA.GE FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Le perdite di distribuzione :

Perdite nei canali f(altezza locali, diametro equivalente, T media aria esterna al canale)

prospetto A.12 **Emissioni verso l'esterno con rivestimento canali protetti dal sole - Altezza del locale: 3 m**

		Temperatura media aria esterna al canale θ_e (°C)				
		25	24	23,5	21,5	16
Diametro equivalente medio canali principali	Trasmittanza lineare canale	Potenza frigorifera persa dalla rete				
D (m)	Ψ [W/(m × K)]	$\theta_{l,d}$ (W/m)	$\theta_{l,d}$ (W/m)	$\theta_{l,d}$ (W/m)	$\theta_{l,d}$ (W/m)	$\theta_{l,d}$ (W/m)
0,376	1,8	5,7	4,0	3,1	0	0
0,461	2,18	6,9	4,8	3,7	0	0
0,532	2,49	8	5,5	4,3	0	0

<u>rendimenti di distribuzione per terminali ad acqua</u>

n° piani	rete ad anello e montanti verticali	rete orizzontale
1	97.5%	98%
2	98.0%	98%
3	98.5%	98%
4	99.0%	99%
5	99.0%	99%
>5	99%	99%

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Le perdite di accumulo : (come uni 11300 –2)

$$Q_{l,d,s,k} = A_s / d_s \, (\Theta_s - \Theta_e) \, h_k \, \lambda_s / 1000 \; [kWh]$$

A_s	superficie esterna accumulo [m^2]
d_s	spessore isolante [m]
λ_s	conduttività isolante [W/m/K]
Θ_s	T media accumulo [°C]
Θ_e	T media nel mese k del locale di accumulo [°C]

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

VENTILAZIONE

Fabbisogno di energia termica dell'edificio per trattamenti dell'aria

$$Q_{v,k} = (Q_{v,m,h})_k \times q \times h_k \ [kWh]$$

$(Q_{v,m,h})_k$ fabbisogno specifico orario medio per trattamento dell'aria [kJ / kg]

$$(Q_{v,m,h})_k = 1.3615 \times H_k - 58.54 \ [kJ / kg]$$

H_k l'entalpia dell'aria esterna per il mese k-esimo [kJ / kg]

h_k numero di ore del mese [h]

q portata dell'aria di ventilazione [kg/s] , da 11300 parte 1

-58,54 l'entalpia dell'aria interna all'ambiente alle condizioni standard di riferimento prefissate per la climatizzazione estiva

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Fabbisogno di energia elettrica per ausiliari

$$Q_{aux,k} = Q_{aux,e,k} + Q_{aux,d,k} + Q_{aux,gn,k} \text{ [kWh]}$$

$Q_{aux,e,k}$ fabbisogno di energia elettrica del sottosistema di emissione [kWh]

$Q_{aux,d,k}$ fabbisogno di energia elettrica del sottosistema di distribuzione [kWh]

$Q_{aux,gn,k}$ fabbisogno di energia elettrica del sottosistema di generazione [kWh]

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Fabbisogno di energia elettrica per ausiliari: emissione

In assenza di dati di progetto potenza dei ventilatori da prospetto 8

Categorie di terminali	Tipologie	Potenza elettrica (W)	
Terminali privi di ventilatore	Pannelli isolati dalle strutture ed annegati nelle strutture	Nulla	
Terminali per immissione di aria	Bocchette e diffusori in genere	Nulla	
Terminali ad acqua o ad espansione diretta con ventilatore a bordo	Ventilconvettori, apparecchi in genere con ventilatore ausiliario	Portata d'aria (m^3/h)	Potenza elettrica (W)
		≤200	40
		200 - 400	50
		400 - 600	60
Unità canalizzabili	Unità pensili o a basamento - Roof top	1 500	180
		2 500	340

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

Fabbisogno di energia elettrica per ausiliari: produzione

$$Q_{aux,vn,k} = F_k \times \Phi_{\Sigma aux,gn,n} \times h_k \ [kWh]$$

F_k fattore medio di carico mese k (5.5.2)

$\Phi_{\Sigma aux,gn,n}$ potenza nominale della somma degli ausiliari esterni [kW]

h_k ore / mese [h]

Qualora le potenze non siano note si può fare riferimento ai valori riportati nel prospetto 9, **per unità di potenza del condensatore**

Tipo di componente	Potenza elettrica specifica (W/kW)	
	Elettroventilatori	Elettropompe
Condensatori raffreddati ad aria [a]:		
- con ventilatori elicoidali non canalizzati	20 - 40	-
- con ventilatori centrifughi canalizzati	40 - 60	
Condensatori raffreddati ad acqua	-	Dati variabili in relazione alle condizioni al contorno (dislivelli di quota, modalità di presa, filtraggio, ecc.)

PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

PRODUZIONE

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera $\eta_{mm,k}$

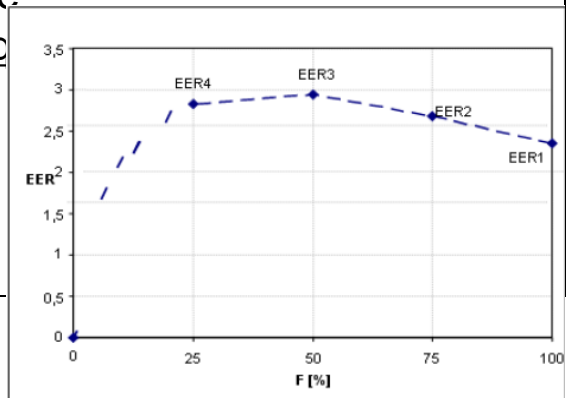
$$\eta_{mm,k} = EER(F_k)\ \eta_1(F_k)\ \eta_2\ \eta_3\ \eta_4\ \eta_5\ \eta_6\ \eta_7$$

EER(F_k) rapporto di efficienza energetica in corrispondenza del fattore di carico F_k, ricavabile per interpolazione dalle curve degli EER costruite secondo quanto indicato al punto 5.5.1

Conoscendo i valori di EER forniti dai costruttori, si costruisce la curva di funzionamento della macchina a carichi parziali (figura 1), ovvero la curva che descrive l'andamento dei valori di EER di una macchina frigorifera in funzione del fattore di carico *F*. I valori di EER per fattori di carico inferiori al 25% si determinano come:

Unità Aria-aria e Acc

- 20% EER4 x 0,94
- 15% EER4 x 0,85
- 10% EER4 x 0,73
- 5% EER4 x 0,50
- 2% EER4 x 0,26
- 1% EER4 x 0,14



Analogamente, **per macchine già installate di cui non sia possibile conoscere i valori di EER a carico parziale**, ai fini del calcolo del coefficiente di prestazione medio mensile η_{mm} si utilizzano i valori ottenuti a pieno carico (forniti dai costruttori secondo la parte pertinente della serie UNI EN 14511) opportunamente corretti con i coefficienti di correzione $\eta_{i=1,7}$

FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

PRODUZIONE

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_1 (F_k) , da appendice C

Tiene conto di condizioni di funzionamento diverse da quelle di riferimento (T bulbo secco aria esterna, T aria ambiente interno, T acqua in uscita, T ingresso acqua condensatore)

Si ricava η_1 per ogni fattore di carico, a seconda della tipologia, per interpolazione lineare.

Esempio: PDC aria-aria, F_k=100%, Tbs aria esterna 32°C, Tbu aria interna 19°C

T bulbo secco aria esterna

T bulbo umido aria interna

η_1 (100%)	15 °C	20 °C	25 °C	30 °C	35 °C	40 °C
16 °C	1,634	1,457	1,281	1,105	0,928	0,807
18 °C	1,720	1,518	1,327	1,148	0,979	0,856
19 °C	1,756	1,534	1,332	1,155	1,000	0,871
20 °C	1,782	1,569	1,370	1,187	1,018	0,890

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

PRODUZIONE

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_2 (appendice D)

Tiene conto di condizioni di ventilazione alta o bassa.

In generale tiene conto delle condizioni di lavoro all'evaporatore

Macchine 'aria-aria' e 'acqua-aria': correzione in funzione della velocità del ventilatore dell'unita interna

velocità alta (nominale)	η_2=1
velocità media	η_2=0.99
velocità bassa	η_2=0.98

Macchine 'aria-acqua' e 'acqua-acqua': correzione in funzione del ΔΘ dell'acqua all'evaporatore

ΔΘ = 4 °C	η_2=0-99
ΔΘ = 5 °C	η_2=1
ΔΘ = 6 °C	η_2=1.01
ΔΘ = 7 °C	η_2=1.03

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

PRODUZIONE

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_3 (appendice D)

In generale tiene conto delle perdite relative al lato evaporatore

Macchine 'aria-aria' e 'acqua-aria': perdite nelle tubazioni, in funzione della lunghezza delle tubazioni

L=3 m	η_3=1.04
L=7.5 m	η_3=1.00
L=10 m	η_3=0.975
L=20 m	η_3=0.94

Macchine 'aria-acqua' e 'acqua-acqua': correzione in funzione del fattore di sporcamento lato acqua

valore di riferimento: 0,04403 [$(m^2K)/kW$] , η_3=1.00

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

PRODUZIONE

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_4 (appendice D)

In generale tiene conto delle variazioni di perdita di carico nei canali di distribuzione lato interno per variazione dalla portata nominale (espansione diretta), o della viscosità del fluido (idronici)

Macchine 'aria-aria' e 'acqua-aria': funzione della portata dei canali dell'unità interna

80% portata nominale	η_4=0.96
100% portata nominale	η_4=1
120% portata nominale	η_4=1.03

Macchine 'aria-acqua' e 'acqua-acqua': funzione della percentuale di glicole aggiunto all'acqua

10% di glicole	η_4=0.986
20% di glicole	η_4=0.977
30% di glicole	η_4=0.969

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

PRODUZIONE

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_5 (appendice D)

In generale tiene conto delle variazioni di portata nominale lato esterno (condensatore)

Macchine 'aria-aria' : funzione della portata dei canali dell'unità esterna con setti insonorizzanti 0.93

Portata	80%	100%	120%
η_5	0.94	1	1.04

Macchine 'acqua-aria': funzione della portata d'acqua diversa da quella di riferimento

Portata	65%	100%	130%
η_5	0.91	1	1.05

Macchine 'aria-acqua': funzione della portata d'aria nei canali con setti insonorizzanti 0.93

Portata	80%	100%	120%
η_5	0.94	1	1.04

Macchine 'aria-acqua': funzione del $\Delta\Theta$ al condensatore

$\Delta\Theta$	4 °C	5 °C	6 °C
η_5	1.021	1	0.966

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

PRODUZIONE

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_6 (appendice D)

In generale tiene conto delle perdite relative al lato condensatore

Macchine 'aria-acqua': perdite nelle tubazioni, in funzione della lunghezza delle tubazioni

L=10 m	η_6=0.974
L=20 m	η_6=0.937
L=30 m	η_6=0.908

Macchine 'acqua-aria' e 'acqua-acqua': correzione in funzione del fattore di sporcamento lato acqua

valore di riferimento: 0,04403 [(m^{2}K)/kW] , η_6=1.00

UNI TS 11300 –3 PROCEDURA DI MASSIMA

PRODUZIONE

Coefficiente di prestazione medio mensile del sistema di produzione dell'energia frigorifera η_7 (appendice D)

In generale tiene conto delle perdite relative all'utilizzo di miscele incongelabili lato condensatore

Macchine 'acqua-aria' e 'acqua-acqua': correzione in funzione della percentuale di glicole lato acqua al condensatore

% glicole	10%	20%	30%
η_7	0.991	0.989	0.985

UNI 11300-4
FONTI RINNOVABILI

OA.GE
ORDINE DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI PAESAGGISTI
E CONSERVATORI DI GENOVA

FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI
PAESAGGISTI PIANIFICATORI
E CONSERVATORI DI GENOVA

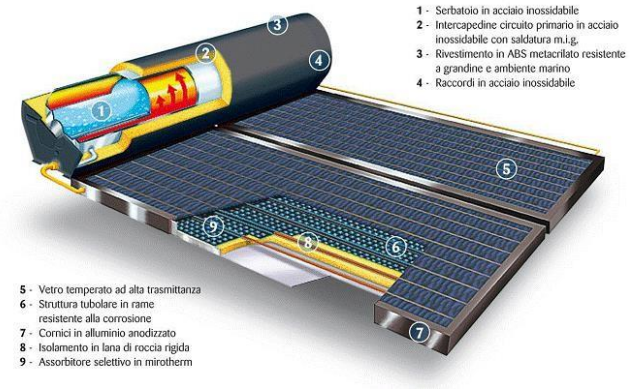
RICHIAMI SULLE FONTI RINNOVABILI NELLA UNI 11300 – 4

Si considerano le seguenti energie rinnovabili per:

produzione di ENERGIA TERMICA utile:

- **SOLARE TERMICO;**



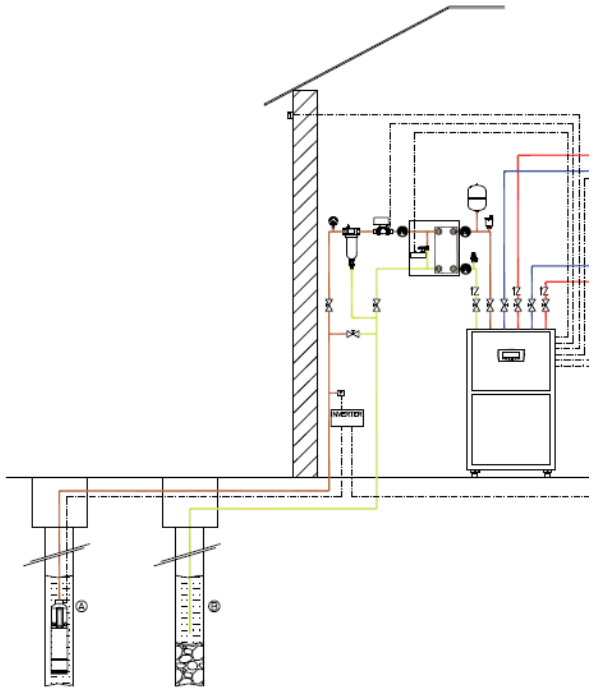


- **COMBUSTIONE DI BIOMASSE;**

POMPE DI CALORE PER LA QUOTA CONSIDERATA RINNOVABILE;

FONTI AERAULICHE,

- POMPA DI CALORE ARIA-ARIA O ARIA ACQUA





- GEOTERMICHE

- IDROTERMICHE

e per la produzione di energia elettrica:

- **SOLARE FOTOVOLTAICO.**



Classificazione dei FABBISOGNI energetici, e riferimenti per il calcolo

Servizio	Parametri correlati alla prestazione energetica	Simbolo	Unità di misura	Riferimenti per il calcolo
Climatizzazione invernale	Energia termica utile per il riscaldamento	$Q_{H,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-1
	Energia termica utile per l'umidificazione[1)]	$Q_{H,hum,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-1
	Rendimento medio stagionale	η_H	[-]	UNI/TS 11300-2 UNI/TS 11300-4
	Energia primaria	$Q_{p,H}$	[kWh]	UNI/TS 11300-2 UNI/TS 11300-4
Acqua calda sanitaria	Energia termica utile	$Q_{W,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-2
	Rendimento medio annuo	η_W	[-]	UNI/TS 11300-2
	Energia primaria	$Q_{p,W}$	[kWh]	UNI/TS 11300-2 UNI/TS 11300-4
Ventilazione	Portata d'aria per ventilazione meccanica[1)]	$q_{ve} \times FC_{ve} \times \beta$	[m^3/s]	UNI/TS 11300-1
	Energia primaria[2)]	$Q_{p,ve}$	[kWh]	UNI/TS 11300-2
Climatizzazione estiva	Energia termica utile per il raffrescamento	$Q_{C,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-1
	Energia termica utile per la deumidificazione[1)]	$Q_{C,dhum,nd}$	[kWh]	UNI/TS 11300-1
	Rendimento medio stagionale	η_C	[-]	UNI/TS 11300-3
	Energia primaria	$Q_{p,C}$	[kWh]	UNI/TS 11300-3
Illuminazione	Energia primaria[2)]	$Q_{p,ill}$	[kWh]	UNI/TS 11300-2

1) Parametro non incluso nella UNI/TS 11300-1:2008, ma sarà considerato nella successiva revisione.
2) Parametro non incluso nella UNI/TS 11300-2:2008, ma sarà considerato nella successiva revisione.

INVOLUCRO

COMB LIQ E GAS

BIOMASSE E RINN

prossima revisione

Sorgente fredda	Pozzo caldo		
	Aria[1)]	**Acqua a temperatura costante**	**Acqua a temperatura variabile**[2)]
Aria esterna	Bin mensili	Bin mensili	Bin mensili
Aria interna (recupero) a temperatura dipendente dalle condizioni climatiche	Bin mensili	Bin mensili	Bin mensili
Aria interna (recupero), temperatura indipendente dalle condizioni climatiche	Mese	Mese	Mese
Terreno/roccia climaticamente perturbato	Mese	Mese	Mese
Terreno/roccia climaticamente non perturbato	Mese	Mese	Mese
Acqua di mare, di fiume, di lago	Mese	Mese	Mese
Acqua di risulta e liquami di processi tecnologici	Mese	Mese	Mese
Liquami urbani	Mese	Mese	Mese

1) Temperatura costante = temperatura ambiente di set point
2) La temperatura riferita al fluido termovettore nel generatore.

Temperatura costante nel caso in cui il generatore di calore alimenta la rete a temperatura costante e la **variabilità in rete è ottenuta tramite valvola miscelatrice**

Temperatura variabile nel caso in cui il generatore alimenti direttamente la rete a temperatura scorrevole.

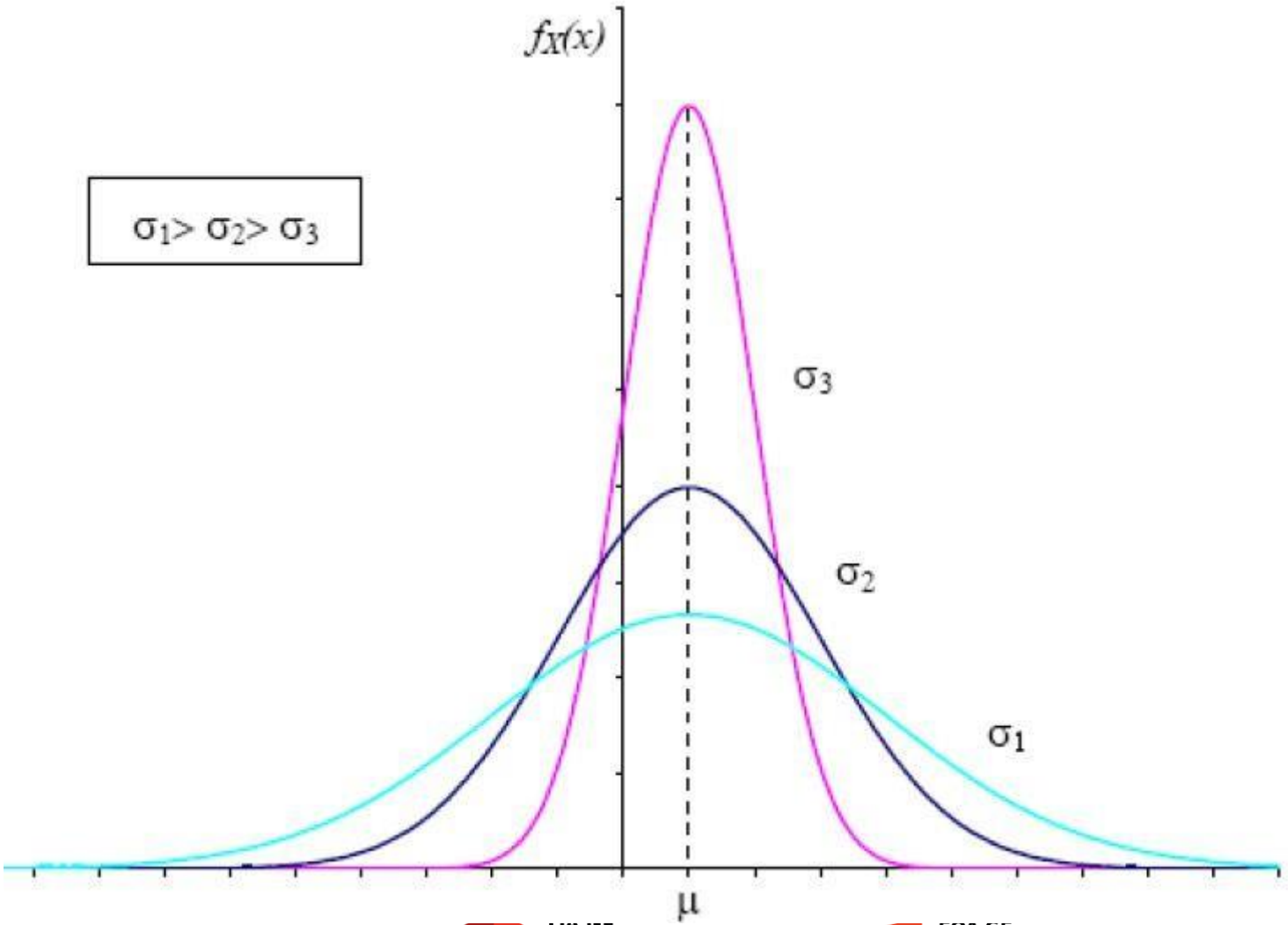
Per le valutazioni **di PROGETTO O DI CERTIFICAZIONE** si utilizza una distribuzione normale (GAUSSIANA) di temperatura nel mese, costruita nel seguente modo

-temperatura esterna media mensile θ_{mese} secondo la UNI 10349

-temperatura esterna di progetto $\theta_{progetto}$, invernale secondo la UNI EN 12831 (allegato nazionale A -normativo);

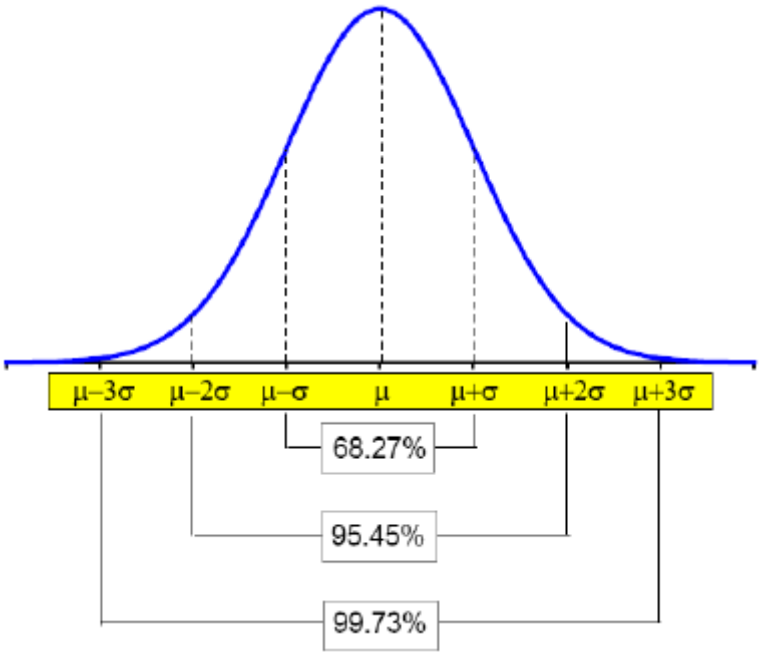
-somma dell'irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale diffusa e diretta secondo la UNI 10349 [MJ/m^2]

COMUNE PILOTA					NORD ITALIA							
Temperatura esterna di progetto					-8 °C							
	DATI CLIMATICI DA UNI 10349											
t	Temperatura media mensile											
°C	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
	0	2.8	8.1	13.1	17.3	22	24.7	23.6	19.9	13.1	6.9	1.9
	Radiazione solare sul piano orizzontale [MJ/mq]											
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
Hdh riff	2.4	3.5	5.1	6.7	7.9	8.4	7.7	7	5.6	4	2.7	2.1
Hbh dir	2.3	4	6.5	9.1	10.6	12.1	14.9	11	7.8	4.5	2.6	0.1
H totale	4.7	7.5	11.6	15.8	18.5	20.5	22.6	18	13.4	8.5	5.3	2.2


$f_X(x)$
$\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$
σ_3
σ_2
σ_1
μ

- fra **μ+**σ e **μ-**σ l'area è uguale al 68,27% (circa i 2/3),
- fra **μ+2**σ e **μ-2**σ è uguale 95,45% (in cifra tonda 95%),
- quella fra **μ+3**σ e **μ-3**σ è esattamente uguale al 99,73% (circa il 99,9%).

In pratica, nella curva normale la quasi totalità dei dati è compresa nell'intorno della media di ampiezza 3 σ**.**



SI CALCOLA QUINDI LA DISTRIBUZIONE MENSILE

Poiché la distribuzione normale teorica si estende all'infinito, ai fini pratici essa viene troncata azzerando le durate dei bin inferiori al 1,5% della durata del mese e si ridistribuiscono le ore rimaste sulla durata del mese

quindi

- Si calcola $t_{min,mese}$: $t_{min,mese} = t_{mese} * 0{,}015$

$t_{min,mese} = t_{mese} \times 0.015$

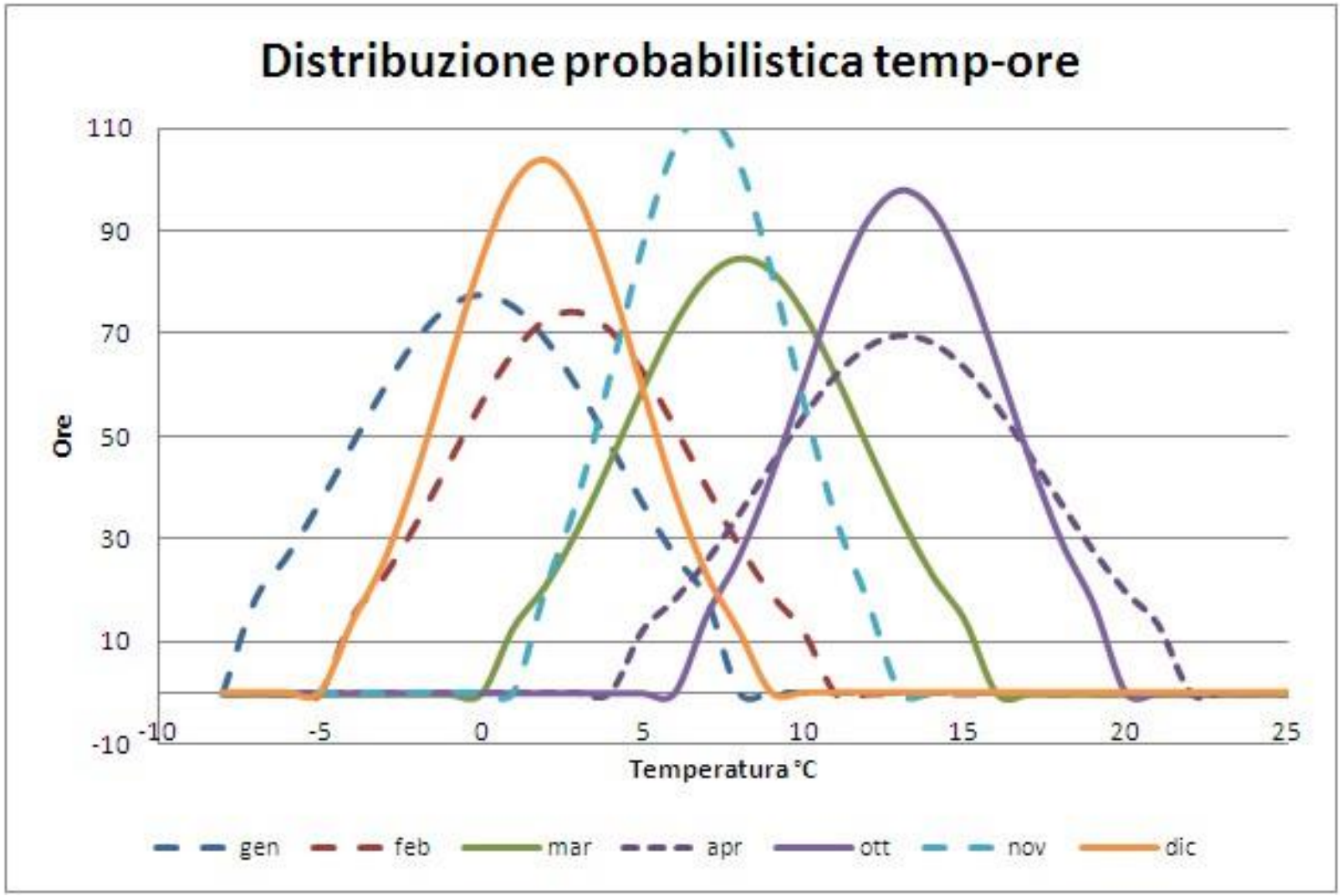
	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
ore mese	744	672	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744
$t_{min\ mese}$	11.16	10.08	11.16	10.8	11.16	10.8	11.16	11.16	10.8	11.16	10.8	11.16

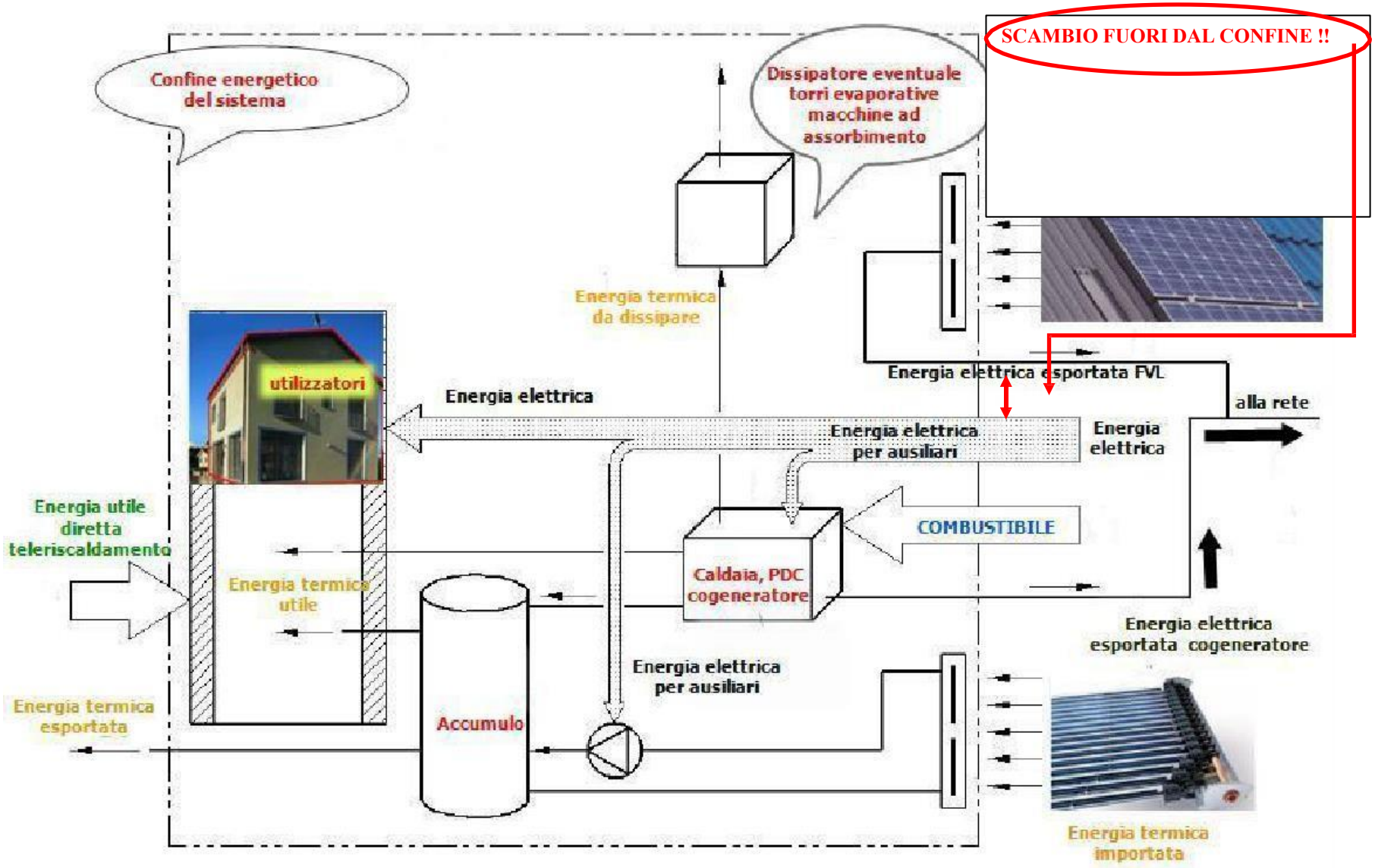
Si calcolano i valori di $t_{bin,mese}$

Densità di distribuzione probabilistica $t_{bin\ mese} = K_{bin\ mese} \times t_{mese}$ con ridistribuzione degli scarti												
θ_{bin}	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic
-8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-7	18.17578	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-6	26.69592	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-5	36.9583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
-4	48.22742	14.75442	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.72358
-3	59.31865	22.93031	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25.72001
-2	68.77071	33.2279	0	0	0	0	0	0	0	0	0	42.90972
-1	75.15033	44.89531	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63.72662
0	77.40577	56.55932	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84.24942
1	75.15033	66.43737	12.8265	0	0	0	0	0	0	0	0	99.15025
2	68.77071	72.76555	21.01616	0	0	0	0	0	0	0	20.32628	103.8727
3	59.31865	74.30949	31.95263	0	0	0	0	0	0	0	38.06971	96.87015
4	48.22742	70.75675	45.07838	0	0	0	0	0	0	0	61.82506	80.41911
5	36.9583	62.8198	59.01172	12.11232	0	0	0	0	0	0	87.0588	59.4305
6	26.69592	52.00323	71.68307	18.17332	0	0	0	0	0	0	106.2978	39.09672
7	18.17578	40.13924	80.79849	25.84974	0	0	0	0	0	15.16656	112.5379	22.8956
8	0	28.88771	84.50808	34.85725	0	0	0	0	0	26.57312	103.3087	11.93561
9	0	19.38484	82.01656	44.55995	14.48054	0	0	0	0	42.12173	82.23146	0
10	0	12.12876	73.86067	54.00217	20.43116	0	0	0	0	60.40566	56.75478	0
11	0	0	61.72104	62.04298	27.58249	0	0	0	0	78.3713	33.96489	0
12	0	0	47.85878	67.57544	35.62921	0	0	0	0	91.99079	17.62468	0
13	0	0	34.43486	69.77502	44.03634	12.5362	0	0	16.71082	97.68764	0	0
14	0	0	22.99023	68.30081	52.07731	17.42657	0	0	25.21643	93.85184	0	0
15	0	0	14.24284	63.38211	58.92752	23.30392	0	12.39122	35.68206	81.5744	0	0
16	0	0	0	55.75994	63.79991	29.979	16.38474	17.93601	47.34745	64.14649	0	0
17	0	0	0	46.50427	66.09281	37.10021	21.66935	24.80328	58.91468	45.63519	0	0
18	0	0	0	36.76869	65.51197	44.16789	27.69787	32.76904	68.74336	29.37208	0	0
19	0	0	0	27.55995	62.13258	50.58339	34.21695	41.36087	75.2174	17.1032	0	0
20	0	0	0	19.58364	56.38329	55.72888	40.85363	49.87548	77.17669	0	0	0
21	0	0	0	13.19239	48.95688	59.06412	47.14268	57.4587	74.25648	0	0	0
22	0	0	0	0	40.67329	60.21964	52.57658	63.24059	66.99816	0	0	0
23	0	0	0	0	32.33234	59.06412	56.6715	66.49782	56.68546	0	0	0
24	0	0	0	0	24.5922	55.72888	59.03798	66.80212	44.97393	0	0	0
25	0	0	0	0	17.89739	50.58339	59.44189	64.11276	33.46033	0	0	0
26	0	0	0	0	12.46277	44.16789	57.84264	58.78548	23.34426	0	0	0
27	0	0	0	0	0	37.10021	54.39988	51.49524	15.2725	0	0	0
28	0	0	0	0	0	29.979	49.44725	43.09585	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	23.30392	43.4391	34.45682	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	17.42657	36.88194	26.32002	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	12.5362	30.26503	19.20741	0	0	0	0
32	0	0	0	0	0	0	24.00285	13.3913	0	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	18.39835	0	0	0	0	0
34	0	0	0	0	0	0	13.62979	0	0	0	0	0

da cui $t_{4,3}$= 45.07 h
ossia t ha oscillato attorno ai 4 °C (tra 3.5 °C e 4.5 °C) nel mese 3 (marzo) per 45.07 ore.

Quanto vale $t_{5,11}$=????


Distribuzione probabilistica temp-ore
110
90
70
50
30
10
-10
Ore
-10
-5
0
5
10
15
20
25
Temperatura °C
gen
feb
mar
apr
ott
nov
dic



OA.GE
ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI GENOVA

FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA

NUOVO

Sistemi con produzione di energia termica da rinnovabili e altri sottosistemi di generazione (pompe di calore, cogenerazione, combustione a fiamma con vettori energetici non rinnovabili), la ripartizione del carico tra i generatori deve essere effettuata secondo un **ordine di priorità**, definito **nel progetto**

-*-

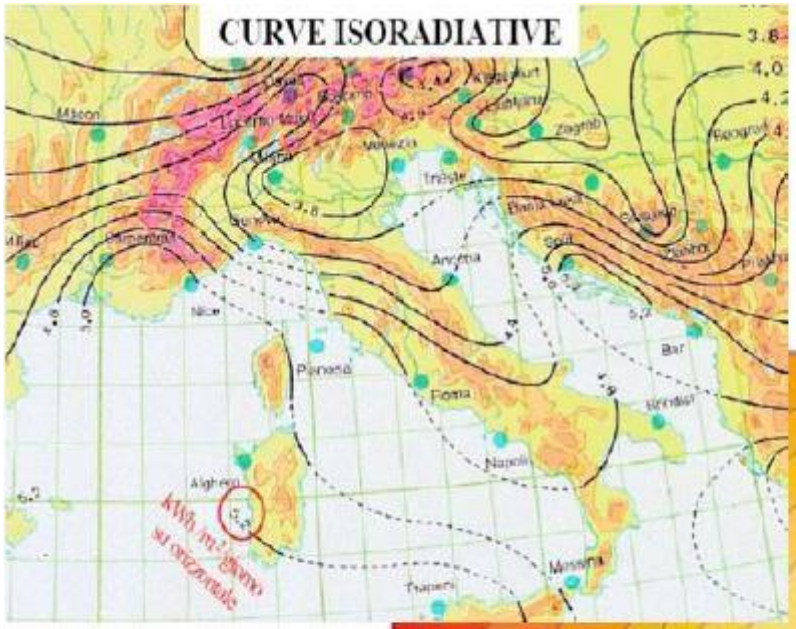
ESISTENTE

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

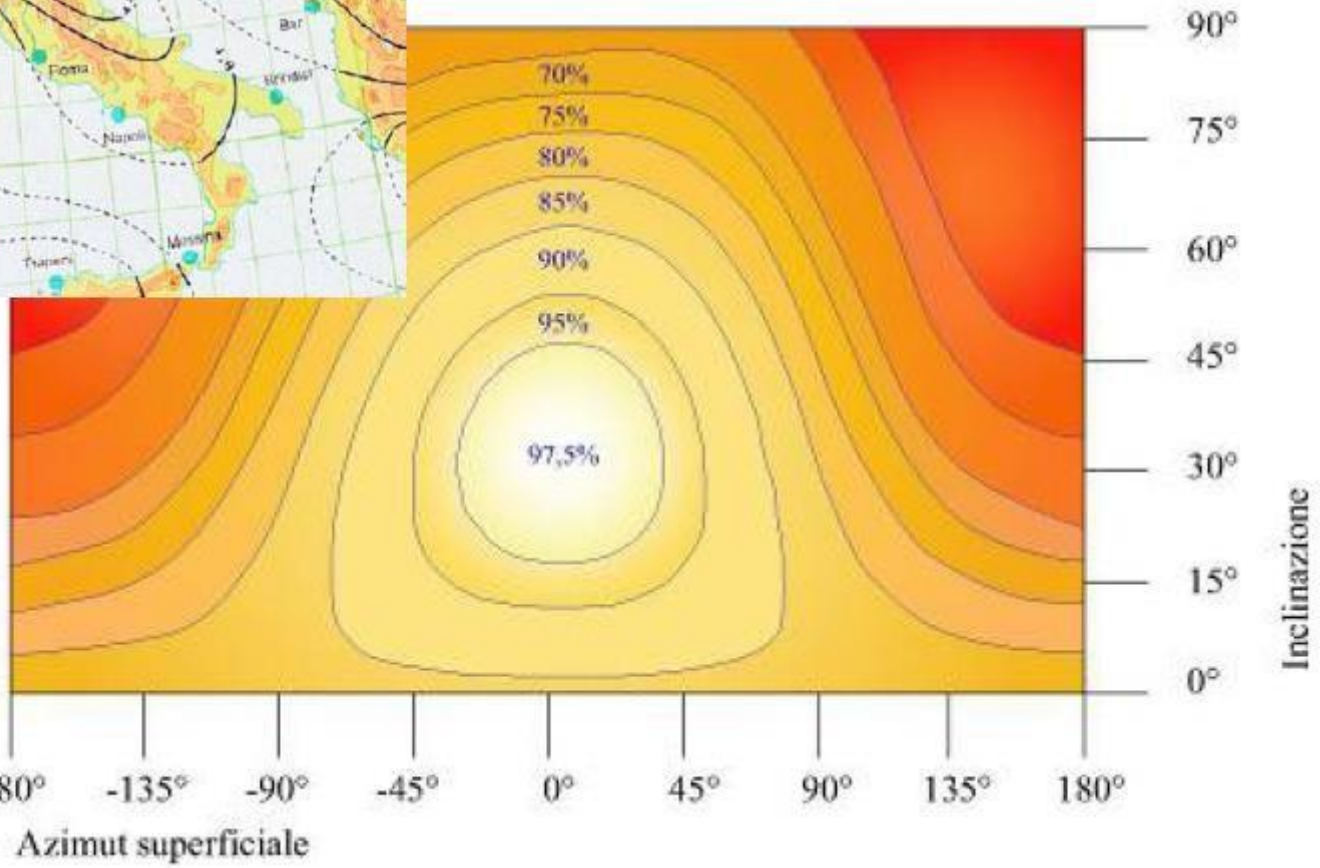
a) Qualora il sistema preveda l'utilizzo di energia termica utile da rete (teleriscaldamento) e di energia solare, a quest'ultima viene assegnata priorità 1.

SOLARE



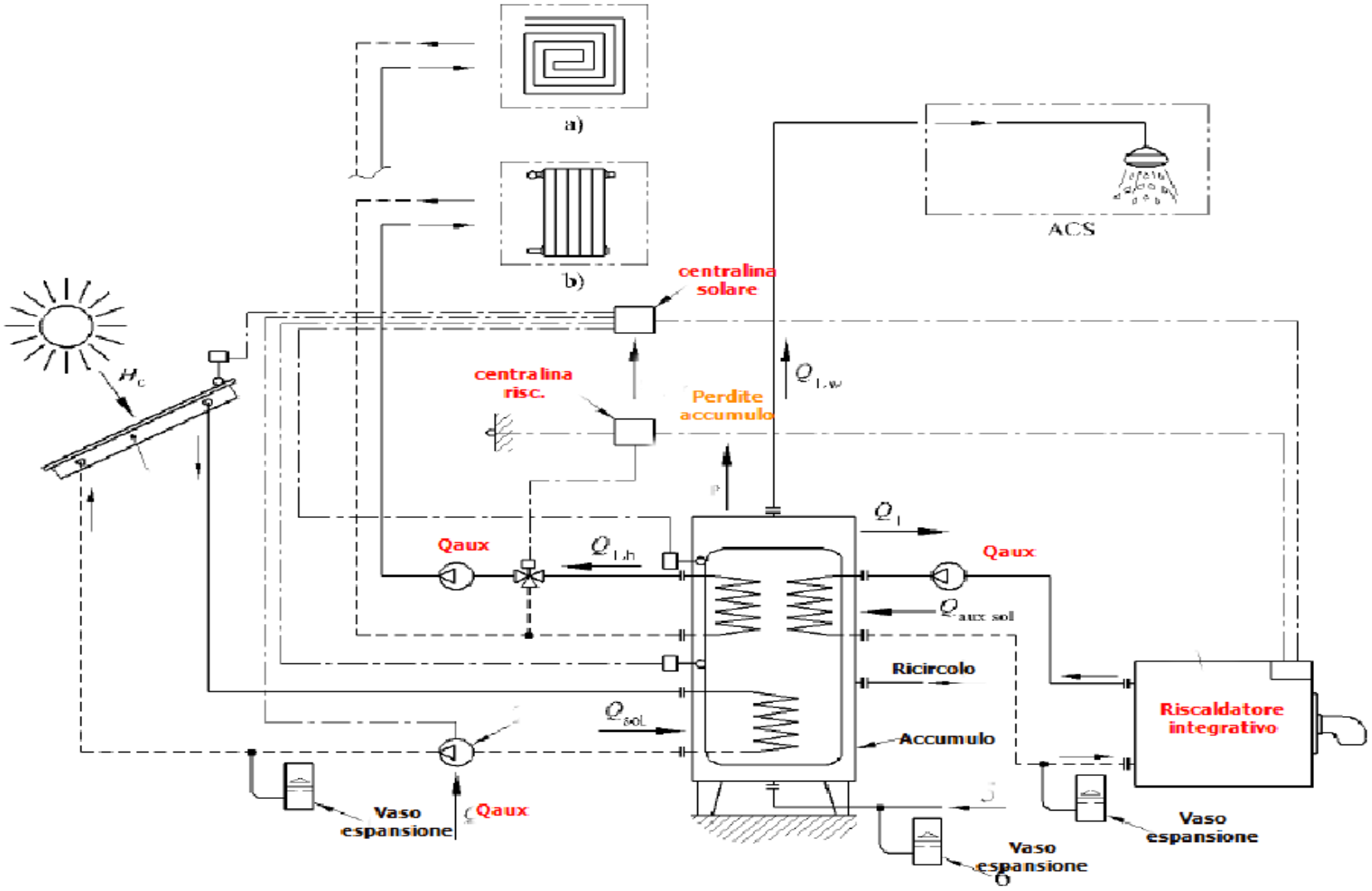


Radiazione incidente



OA.GE
ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI GENOVA

FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA


a)
b)
ACS
centralina solare
centralina risc.
Perdite accumulo
H_c
$Q_{l,w}$
Q_l
Qaux
$Q_{l,h}$
Qaux
$Q_{aux\ sol}$
Ricircolo
Q_{sol}
Accumulo
Riscaldatore integrativo
Vaso espansione
Qaux
Vaso espansione
Vaso espansione

$Q_{,gn,out,mese}$, è il fabbisogno mensile applicato ali'impianto solare termico, riferito ad acqua calda sanitaria e a riscaldamento [kWh];

A è la superficie di apertura del collettore solare ossia l'area di captazione netta in accordo con la UNI EN 12975-2 [m^2];

U_{loop} è il coefficiente di perdita globale di energia del circuito del collettore comprendente il collettore stesso e le tubazioni, determinato

$$U_{loop} = a_1 + 40\ a_2 + U_{loop,p} / A$$

Caratteristiche dei collettori solari

Tipologia del collettore	η_o	a_1 [W/(m^2 × K)]	a_2 [W/(m^2 × K)]	IAM
Collettori a tubi sottovuoto con assorbitore piano	0,90	1,8	0,008	0,97
Collettori a tubi sottovuoto con assorbitore circolare	0,90	1,8	0,008	1,00
Collettori piani vetrati	0,78	3,5	0,015	0,94
Collettori non vetrati	0,76	15	0	1,00

$U_{loop,p}$ è il coefficiente globale di perdita di calore delle tubazioni nel circuito comprendente collettori, tubazioni tra collettori e le tubazioni tra i collettori ed il sistema di accumulo, calcolato come:
$U_{loop,p} = 5 + 0,5\ A$ [W/K]

η_{loop} =**0,8 standard**

Nel caso siano noti i dati forniti dal fabbricante si calcola come segue: $\eta_{loop} = 1 - (\eta_{10} A a_1) / U$

η_{10} è il rendimento del collettore a perdite nulle;

A è l'area di apertura del collettore [m^2];

a_1 coefficiente di primo ordine di dispersione del collettore;

U coefficiente di scambio termico dello scambiatore di calore [WIK];

ΔT è la differenza di temperatura di riferimento calcolata

$\Delta T = \theta_{ref} - \theta_{e.avg}$

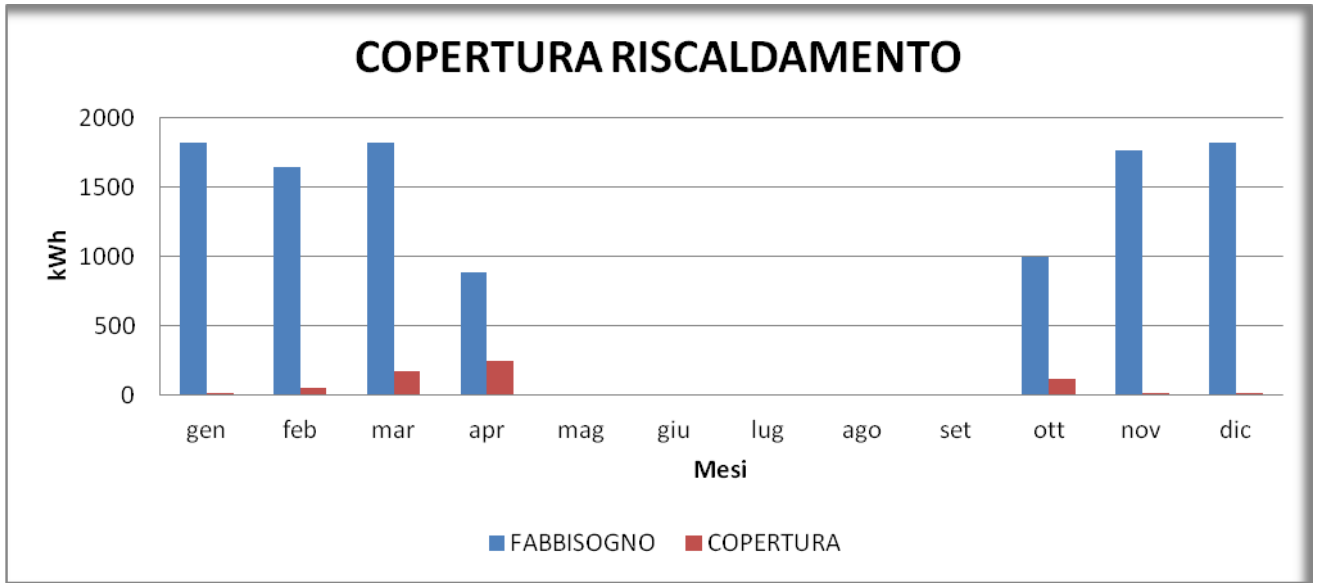
dove:

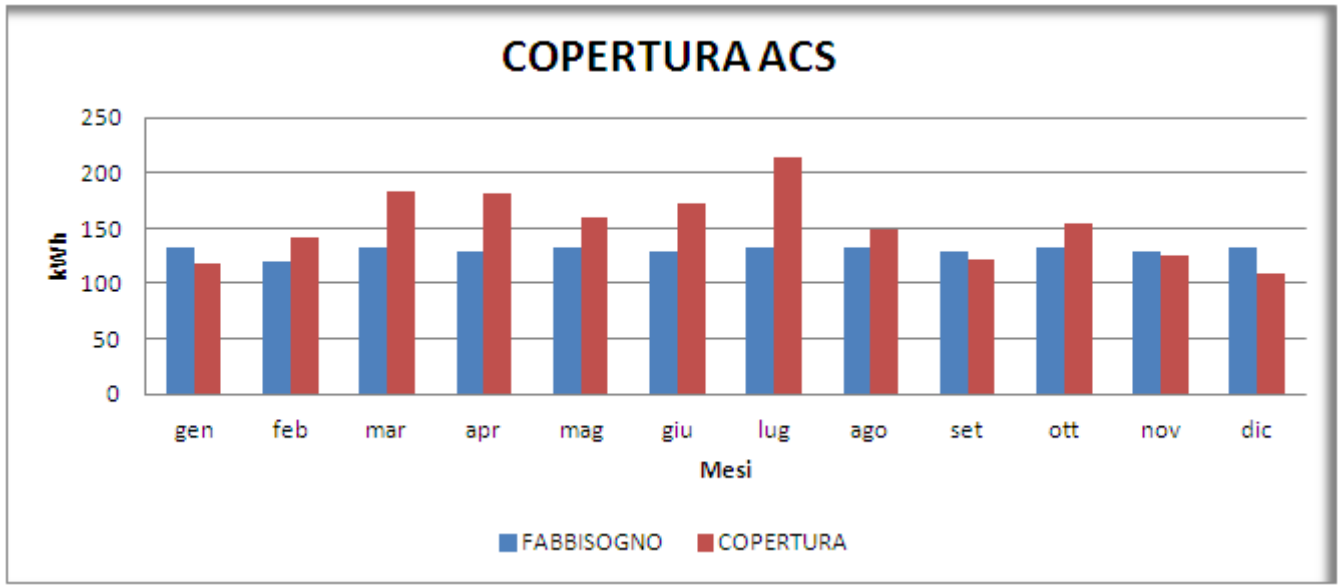
Calcolo del fattore IAM e η_0

IAM modificatore dell'angolo di incidenza

η_0 o da scheda o da prospetto

Tipologia del collettore	η_0	IAM
Collettori a tubi sottovuoto con assorbitore piano	0,90	0,97
Collettori a tubi sottovuoto con assorbitore circolare	0,90	1,00
Collettori piani vetrati	0,78	0,94
Collettori non vetrati	0,76	1,00





OA.GE
ORDINE DEGLI ARCHITETTI PIANIFICATORI PAESAGGISTI E CONSERVATORI DI GENOVA

FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI PAESAGGISTI PIANIFICATORI E CONSERVATORI DI GENOVA

SOLARE FOTOVOLTAICO

Per il calcolo della prestazioni energetiche degli edifici il contributo di energia elettrica da solare **fotovoltaico** va a **diminuire** il **fabbisogno** di en.el. utilizzata direttamente per la climatizzazione, per gli ausiliari, per la produzione di ACS, degli ausiliari di produzione di energia dell'edificio, e dell'illuminazione nel caso di edifici non residenziali.

La produzione di **energia elettrica del fotovoltaico, non può essere maggiore** della **somma dei fabbisogni elettrici** sopraccitati.

(**UNI EN 15316-4-6** Impianti di riscaldamento degli edifici Sistemi di generazione del calore, sistemi fotovoltaici)

$$E_{el,pv,out} = \frac{E_{pv} \cdot f_{pv} \cdot W_{pv}}{I_{ref}} \quad [kWh]$$

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

–E_{pv} : radiazione solare incidente sul pannello solare fotovoltaico [kWh/m^2]
da 1200 a 1750 kWh /m^2
–W_{pv}**:** potenza **di picco** (per irraggiamento di 1 kW/m^2 a 25°C)
–f_{pv} : fattore di efficienza del pannello solare fotovoltaico
–I_{ref} : irradianza solare di riferimento pari a 1 kW/m^2
Non si considerano fabbisogni el. per ausiliari dei sistemi fotovoltaici

POTENZA DI PICCO DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

La potenza di picco W, si ottiene in condizioni di prova. Se tale valore non è disponibile può essere calcolato come:

$$W_{pv} = K_{pv} \times A \ [kW]$$

K_{pv} da prospetto [kW/m^2]; A è la superficie di captazione netta [m^2].

Valori del fattore di potenza di picco K_{pv}

Tipo di modulo fotovoltaico	K_{pv} [kW/m^2]
Silicio mono cristallino	0,150
Silicio multi cristallino	0,130
Film sottile di silicio amorfo	0,060
Altri strati di film sottile	0,035
Film sottile di diseleniuro di indio-rame-gallio (CIGS)	0,105
Film sottile di telluro di cadmio (CdTe)	0,095

BIOMASSE

biomasse combustibili che rispettano i requisiti definiti dalla legislazione vigente:
SOPRATTUTTO IN TERMINI DI EMISSIONI
Il rendimento del sottosistema è dato da:
$\eta_{gn.p} = Q_{gn.out} / (f_{p.x} Q_{gn.in} + f_{p.el} Q_{gn.aux})$
dove:
$f_{p,x}$ è fattore di conversione dell'energia termica in energia primaria a seconda della biomassa utilizzate
Ai soli fini dell'accesso alle detrazioni di imposta di cui all'art. 1, comma 344, della legge finanziaria 2007, nel caso in cui la riqualificazione energetica includa la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con impianti dotati di generatori di calore alimentati da biomasse combustibili si assume una quota di energia fossile pari all'energia primaria realmente fornita all'impianto moltiplicata per il fattore 0,3.»;

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

$Q_{gn,in}$ 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];
$k_{s,rlh}$, è il fattore di recupero delle perdite di accumulo ;
$k_{aux,rlh}$ è il fattore di recupero dell'energia ausiliaria ;(0 se uso i prospetti)
$Q_{gn,aux}$ fabb. di energia elettrica degli aux del sist. di generazione [kWh].

La procedura è simile a quella per i generatori a combustibile liquido e gassoso dove in funzione di opportuni fattori di correzione (F1-F7) si calcolano i rendimenti standard.
Si riporta un esempio di estratto:

Termocamini, termostufe e termocucine a biomassa a caricamento manuale

Valore di base[2]	F1[1]			F3
	1	2	4	
Valore dichiarato dal fabbricante (Norme di riferimento UNI EN 13229 - UNI EN 13240 - UNI EN 12815)	0	-2	-6	-4
50% (valore di default in assenza di valore dichiarato)	0	-2	-6	-4

1) Se il generatore opera su un serbatoio inerziale dimensionato secondo la UNI EN 303-5 F1 si considera uguale a 1.
2) Il valore del rendimento base è quello riferito alla potenza nominale.

La norma riporta valori relativi anche a Generatori di calore **a biomassa**: a **caricamento manuale** aspirati e con ventilatore
a **caricamento automatico** con ventilatore
a **condensazione a caricamento automatico** con ventilatore
Caminetti, inserti a focolare chiuso, stufe e cucine a caricamento manuale.

POMPE DI CALORE

RICORDIAMO CHE…

DLgs 3 marzo 2011, n.28

$$E_{RES} = E_{PDC} \cdot \left(1 - \frac{1}{S_{PF}}\right)$$

$$SPF > \frac{1{,}15}{\eta}$$

dove:

E_{PDC} = energia prodotta dalla pompa di calore nel funzionamento invernale.

SPF = fattore di **rendimento medio stagionale**

η = rapporto tra la produzione totale lorda di elettricità ed il consumo di energia primaria = 1 /1,95=0,51

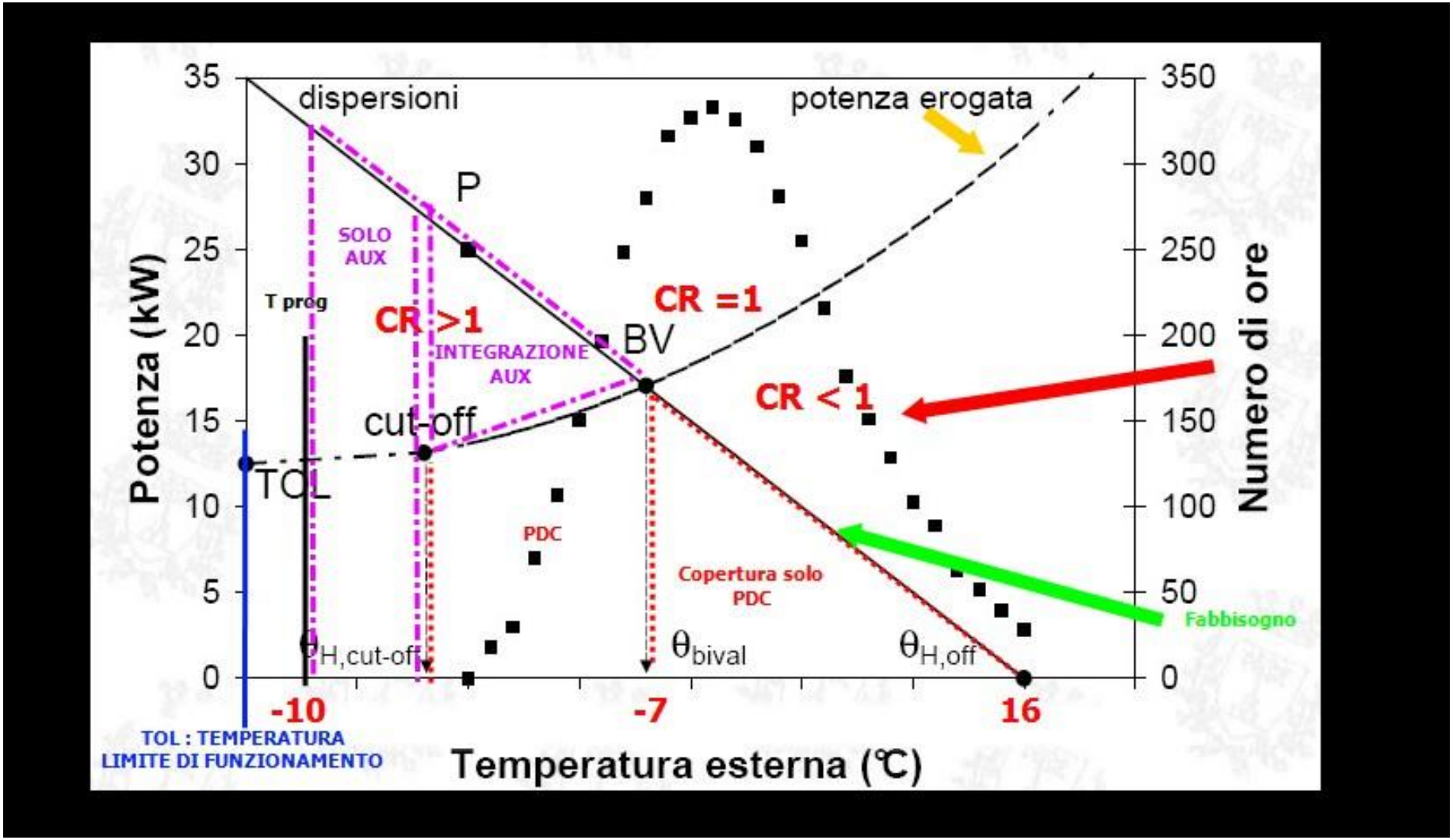
SPF >2,24 (COP MIN)

OSSERVAZIONI

1)Premia le pompe di calore con efficienza mediocre;

2) Non considera **come viene effettuata l'eventuale integrazione** (BOOSTER) alle pompe di calore;

3)Penalizza le pompe di calore ad assorbimento e con motore endotermico;


dispersioni
potenza erogata
P
SOLO AUX
T prog
CR >1
INTEGRAZIONE AUX
CR =1
BV
CR < 1
cut-off
TOL
PDC
Copertura solo PDC
Fabbisogno
θH,cut-off
θbival
θH,off
-10
-7
16
TOL : TEMPERATURA LIMITE DI FUNZIONAMENTO
Potenza (kW)
Numero di ore
Temperatura esterna (°C)
35
30
25
20
15
10
5
0
350
300
250
200
150
100
50
0

		A T_{bival}	B	C	D
Temperature di riferimento	-10 °C	- 7 °C	2 °C	7 °C	12 °C
PLR (T des = - 10°)	100%	88%	54%	35%	15%
Potenza DC a pieno carico		$DC_A = DC_{bival}$	DC_B	DC_C	DC_D
COP a carico parziale		COP_A	COP_B	COP_C	COP_D
COP a pieno carico		COP'_A	COP'_B	COP'_C	COP'_D
CR	>1	1	$(0{,}54 \times P_{des}) / DC_B$	$(0{,}35 \times P_{des}) / DC_C$	$(0{,}15 \times P_{des}) / DC_D$
Fattore correttivo F_p	1	1	COP_B / COP'_B	COP_C / COP'_C	COP_D / COP'_D

1.13 DC_{biv}

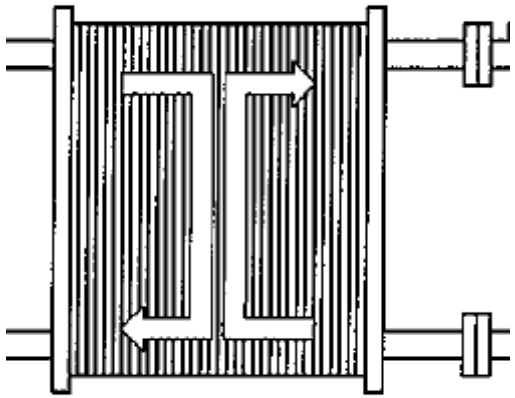
PLR = part load ratio ossia fattore di carico climatico.
CR = fattore di carico della pompa di calore.
DC = potenza a pieno carico alle temperature indicate.
DC_{bival} = potenza a pieno carico a -7/35 °C.
$P_{designh}$ = a pieno carico con clima A.
COP = COP a carico CR alle stesse condizioni di temperatura di COP'.
COP' = COP a pieno carico alle stesse condizioni di temperatura di COP.

Nel caso i dati del produttore non siano disponibili, EN 14825 prevede

$COP_{PL(A,B,C,D)} = COP_{DC} \times (1 - Cd \times (1 - CR))$

dove coefficiente Cd viene determinato con appositi test oppure assume il valore 0,25.

TELERISCALDAMENTO



BILANCIO DELLA SOTTOSTAZIONE

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

$$Q_{ss,out} = Q_{ss.in} - Q_{i.ss,ls} \text{ [kWh]}$$

dove:

Q,i,ss,ls energia termica dispersa dalla sottostazione in ambiente [kWh].

Tale perdita viene calcolata tenendo conto delle perdite recuperabili, della temperatura media del fluido tra mandata e ritorno, della temperatura dell'ambiente e in cui è posta la sottostazione per un fattore standard di perdita della sottostazione.

La Potenza dissipata può essere calcolata:

$$P\ \% = [2.24 - 0.57\ \mathrm{Log}_{10}(P_{nom})] \times (\theta_{ss,W,\,avg} - \theta_{a,ass}) / (85-20)\ [\%]$$

$\theta_{ss,W,\,avg}$= 70 ° per ACS bassa temp e 90° per acqua surriscaldata

$\theta_{a,ass}$= 15 ° se in centrale termica; 20° in amb risc : T media est se al'esterno

UNI 11300-5 Calcolo en. primaria e rinnovabili

La prestazione energetica dell'edificio è quantificata da due indici, l'indice di energia primaria globale totale e l'indice di energia primaria globale non rinnovabile, entrambi espressi in kilowattora su metro quadro in un anno:

$$EP_{tot} = E_{P,gl,tot} / A \qquad [kWh/m^2] \qquad (1)$$

$$EP_{nren} = E_{P,gl,nren} / A \qquad [kWh/m^2] \qquad (2)$$

dove:

$E_{P,gl,tot}$ è il fabbisogno annuale globale di energia primaria totale dell'edificio [kWh];

$E_{P,gl,nren}$ è il fabbisogno annuale globale di energia primaria non rinnovabile dell'edificio [kWh];

A è l'area della superficie utile climatizzata dell'edificio, cioè la superficie utile riscaldata e/o raffrescata dell'edificio [m^2].

La prestazione energetica del singolo servizio *k* dell'edificio è anch'essa quantificata dai due indici, l'indice di energia primaria totale e l'indice di energia primaria non rinnovabile, entrambi espressi in kilowattora su metro quadro in un anno:

$$EP_{k,tot} = E_{P,k,tot} / A \qquad [kWh/m^2] \qquad (3)$$

$$EP_{k,nren} = E_{P,k,nren} / A \qquad [kWh/m^2] \qquad (4)$$

dove:

$E_{P,k,tot}$ è il fabbisogno annuale di energia primaria totale del servizio *k-esimo* dell'edificio;

$E_{P,k,nren}$ è il fabbisogno annuale di energia primaria non rinnovabile del servizio *k-esimo* dell'edificio.

INDICATORI DI EFFICIENZA ENERGETICA

$$E_{P,gl,ren} = \Sigma_k (E_{P,k,ren}) = E_{P,H,ren} + E_{P,C,ren} + E_{P,W,ren} + E_{P,V,ren} + E_{P,L,ren} + E_{P,T,ren} \quad [kWh]$$

$$E_{P,gl,nren} = \Sigma_k (E_{P,k,nren}) = E_{P,H,nren} + E_{P,C,nren} + E_{P,W,nren} + E_{P,V,nren} + E_{P,L,nren} + E_{P,T,nren} \quad [kWh]$$

$$E_{P,gl,tot} = \Sigma_k (E_{P,k,tot}) = E_{P,H,tot} + E_{P,C,tot} + E_{P,W,tot} + E_{P,V,tot} + E_{P,L,tot} + E_{P,T,tot} \quad [kWh]$$

H heating , C cooling, W hot water , V ventilation, L Lighting, T transports

$$E_{P,k,ren,m} = \Sigma_i (E_{del,k,i} \times f_{P,ren,del,i}) - \Sigma_i (E_{exp,k,i} \times f_{P,ren,exp,i})$$

$$E_{P,k,nren,m} = \Sigma_i (E_{del,k,i} \times f_{P,nren,del,i}) - \Sigma_i (E_{exp,k,i} \times f_{P,nren,exp,i})$$

$$E_{P,k,tot,m} = \Sigma_i (E_{del,k,i} \times f_{P,tot,del,i}) - \Sigma_i (E_{exp,k,i} \times f_{P,tot,exp,i})$$

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

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	-	-	-	$Q_{ill,el}$ 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) $Q_{C,ls,ngen}$ 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

per il servizio ventilazione si considera il solo fabbisogno di energia elettrica dei ventilatori secondo UNI/TS 11300-2;

per il servizio illuminazione si tiene conto del fabbisogno mensile

UNI/TS 11300-6 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 6: Determinazione del fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili

La specifica tecnica si applica ai seguenti impianti:
- ascensori;
- montascale;
- piattaforme elevatrici;
- montacarichi e montauto;
- scale mobili;
- marciapiedi mobili.

alle seguente tipologie di edifici:
- edificio residenziale;
- albergo;
- ufficio;
- ospedale;
- edificio adibito ad attività scolastiche e ricreative;
- centro commerciale;
- edificio adibito ad attività sportive;
- edificio adibito ad attività industriali e artigianali;
- edificio adibito al servizio di trasporto pubblico (stazione, aeroporto, ecc.).

Nota: ad oggi la prestazione energetica di un edificio considera gli impianti ascensori e scale mobili solo per il settore terziario.

PERSONE E/O COSE

Il fabbisogno di energia per il trasporto di persone e/o cose E_T è dato dalla somma dei fabbisogni di energia degli impianti atti a soddisfare tale servizio:

$$E_T = E_A + E_H + E_G + E_S + E_M$$

A ascensori H montascale e piattaforma G montacarichi e montauto S scala mobile M marciapiede mobile (tapis)

OCCORRE DEFINIRE IL TIPO DI IMPIANTO

Categoria d'uso	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A
Tipologia e uso dell'edificio	edifici fino a 4 unità immobiliari, che possono essere: - residenziali (365) - uffici con ridotta operatività verso il pubblico (260) stazioni ferroviarie secondarie suburbane (365)	edifici fino a 10 unità immobiliari, che possono essere: - residenziali (365) - uffici con ridotta operatività verso il pubblico (260) residenze per anziani, case famiglia, ecc. fino a 10 camere (365) stazioni ferroviarie suburbane (365)	edifici fino a 20 unità immobiliari, che possono essere: - residenziali (365) - uffici con media operatività verso il pubblico(260) uffici fino a 4 piani di un'unica società con ridotta operatività verso il pubblico residenze per anziani, case famiglia, ecc. fino a 30 camere (365) edifici scolastici e biblioteche (260) stazioni ferroviarie principali (360)	edifici fino a 30 unità immobiliari, che possono essere: - residenziali (365) - uffici con media operatività verso il pubblico(260) uffici fino a 6 piani di un'unica società con ridotta operatività verso il pubblico(260) uffici fino a 4 piani di più società con operatività verso il pubblico (260) alberghi fino a 20 camere (360) parcheggi (365) edifici per attività ricreative (360)	edifici fino a 50 unità residenziali (365) uffici fino a 10 piani (260) alberghi fino a 40 camere (360) piccoli ospedali (365) aeroporti (365) università (260) centri commerciali (365)	edifici con più di 50 unità residenziali (365) uffici con più di 10 piani (260) alberghi con più di 40 camere (360) ospedali (365)	uffici in edifici con più di 100 m di altezza (260)
Frequenza d'uso	Molto bassa	Bassa	Medio-bassa	Media	Medio-alta	Alta	Molto alta
Range di corse giornaliere	≤ 25	> 25; ≤ 50	> 50; ≤ 100	> 100; ≤ 200	> 200; ≤ 500	> 500; ≤ 1000	> 1000
Numero medio di corse giornaliere (c_d)	15	35	75	130	300	750	1500
Velocità tipica	0,63 m/s	0,63 m/s	da 0,63 m/s a 1 m/s	1,00 m/s	1,60 m/s	2,50 m/s	5,00 m/s
I numeri tra parentesi sono il numero tipico di giorni di servizio nell'anno							

Calcolo del fabbisogno energetico Generalità sul calcolo

Il fabbisogno energetico degli ascensori di un edificio è calcolato su base mensile, in funzione del fabbisogno energetico giornaliero e del numero di giorni del mese:

$$E_A = E_{A,d} \times d \text{ [kWh]}$$

$$E_{A,d} = [10^{-6} \times (E_{A,cm}/2) \times c_d] + E_{A,app,d} + E_{A,ill,d} + E_{altri,d} \text{ [kWh]}$$

$E_{A,cm}$ è il fabbisogno energetico di un asc per un ciclo con corsa media (vedi dopo)

c_d è il numero medio di corse giornaliere dato dal prospetto prec ;

$E_{A,app,d}$ è il fabbisogno energetico giornaliero delle apparecchiature di comando e segnalazione dell'ascensore, esclusa la fase di movimento della cabina;

- 0,8 kWh, per quadro di comando a relè e relative segnalazioni;
- 1,2 kWh, per quadro di comando con microprocessore e relative segnalazioni

Nel caso sia presente un inverter, al valore di cui al punto 6.2.2.3.1 si deve aggiungere:
- 1 kWh, per impianti fino a 480 kg e per velocità fino a 1 m/s;
- 1,5 kWh, per impianti di 480 kg e per velocità oltre 1 m/s e fino a 1,6 m/s e per impianti oltre 480 kg fino a 1000 kg e per velocità fino a 1,6 m/s
- 2 kWh, per impianti oltre i 1000 kg..

$E_{A,ill,d}$ è il fabbisogno energetico giornaliero dell'illuminazione della cabina dell'ascensore, esclusa la fase di movimento della cabina;

- 4 kWh, per illuminazione con lampade incandescenza tradizionali;
- 2 kWh, per illuminazione con lampade fluorescenti tradizionali;
- 1,5 kWh, per illuminazione con lampade fluorescenti ad alta efficienza;
- 2 kWh, per illuminazione con lampade alogene;
- 0,7 kWh, per illuminazione a led.

$E_{altri,d}$ è il fabbisogno energetico giornaliero dei servizi accessori.
determinati sulla base delle documentazione allegata ai dispositivi

Fabbisogno energetico per un ciclo con corsa media

Poiché il consumo energetico di un ascensore presenta valori diversi durante la corsa di salita e quella di discesa, si considera il consumo energetico di un ciclo.
Considerando:

- il valore della corsa media, h_m ,= h* perc% come da prospetto ;

Categoria d'uso	da 1A a 4A	5A	da 6A a 7A
Numero fermate	Corsa media		
2	100%		
3	67%		
>3	49%	44%	39%

- con «h» corsa massima dell'impianto Distanza verticale percorsa dall'impianto nel suo movimento tra i due piani estremi

il fabbisogno energetico $E_{A,cm}$ nella fase di movimento di un ascensore per un ciclo con corsa media è dato da:

$$E_{A,cm} = [Z \times (1 - Z_{\%}) + P \times (\gamma - k)] \times (Crs - Crd) \times h_m \times 9{,}81 \times 1000 / (\chi \times 3600), \text{ [MWh]}$$

Z= P = portata dell'ascensore [kg]

	Z	*Z%*	*γ*	*k* [a)]	*Crs*	*Crd*	*χ* [c)]
Impianti elettrici a fune con contrappeso	-	1	- per $P \leq 400$ Kg: 0,12 - per $P > 400$ Kg e $P \leq 800$ Kg: 0,08 - per $P > 800$ Kg: 0,06	0,45	0	1	- con argano senza inverter e velocità fino a 1 m/s: 0,50 - con argano con inverter e velocità fino a 1 m/s: 0,65 - gearless con inverter e velocità fino a 1 m/s: 0,70 - gearless con inverter e velocità oltre 1 m/s: 0,80
Impianto elettrico a fune ad argano agganciato	*P*	- con massa di bilanciamento: 0,30 - senza massa di bilanciamento: 0		0	1	0	0,45
Impianti idraulici	*P*	con massa di bilanciamento: 0,30 - senza massa di bilanciamento: 0 [b)]		0	1	0	0,45

a) Nel caso *k* sia un dato di progetto noto, si deve utilizzare tale dato.
b) Alla data di pubblicazione della presente specifica tecnica, per gli impianti idraulici l'ascensore senza massa di bilanciamento è quello più comunemente utilizzato.
c) L'efficienza globale di sistema comprende l'impatto della fase a velocità costante e delle fasi di accelerazione e decelerazione.

Nel caso di più ascensori con uguali caratteristiche e in manovra collettiva, si stima una riduzione complessiva del 15% del fabbisogno energetico giornaliero nella fase di movimento.

Il fabbisogno energetico giornaliero $E_{A,d}$ di più impianti in manovra collettiva è dato da:

$$E_{A,d} = \Sigma_i E_{Ai,d} = E_{A1,d} + E_{A2,d} + \ldots =$$

$$= 0{,}85 \times (E_{A1,cm} \times c_{d1})/2 + E_{A1,app} + E_{A1,ill} + 0{,}85 \times (E_{A2,cm} \times c_{d2})/2 + E_{A2,app} + E_{A2,ill} + \ldots$$

In buona sostanza serve sapere

- corsa massima [m]
- portata [kg]
- tipo di ascensore
- tipo di illuminazione in cabina
- se più di un ascensore se è presente manovra collettiva (programmazione)

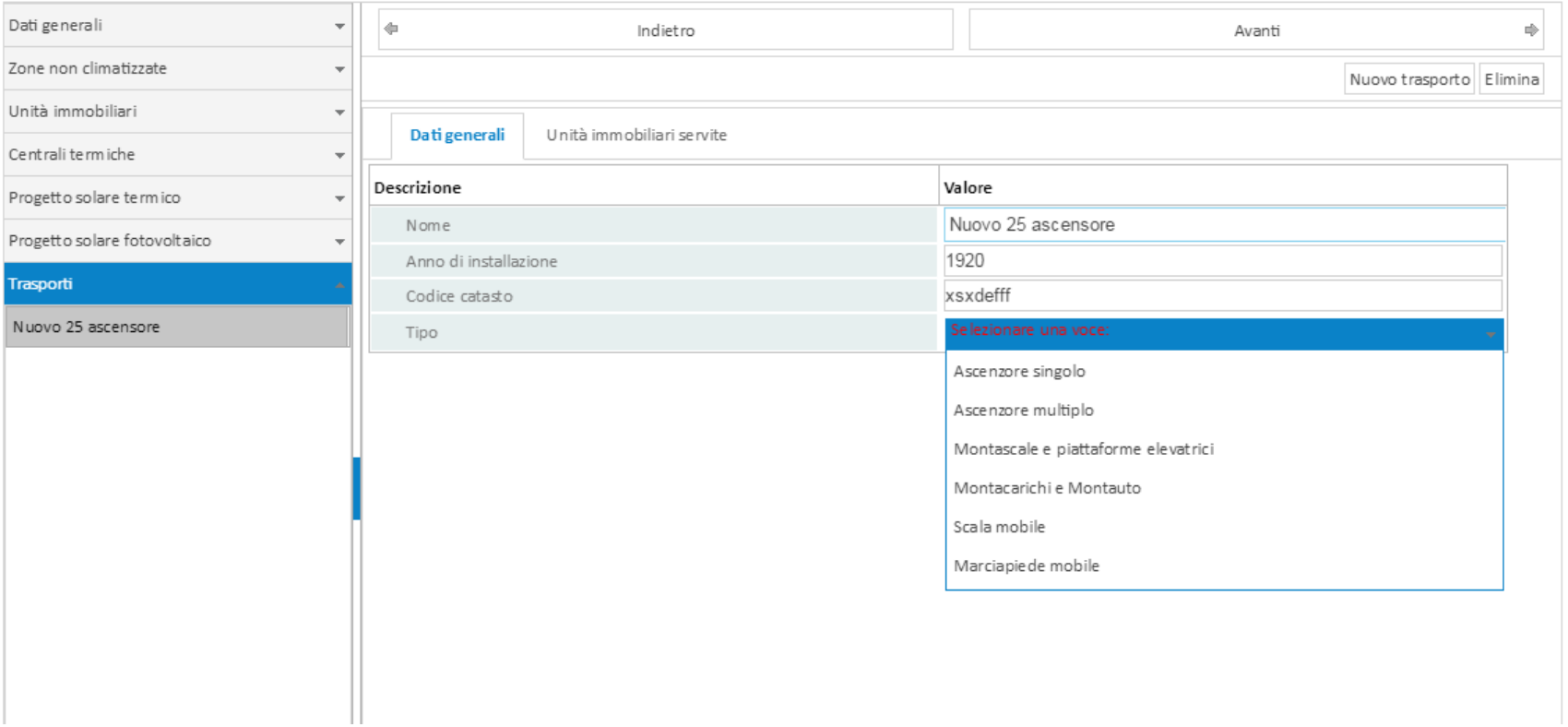
Analoghe trattazioni per gli altri sistemi

Parametri per il montascale e la piattaforma elevatrice

	Z	*Z%*	*k* a)	*Crs*	*Crd*	χ b)
Impianti elettrici ad aderenza con argano	-	1	0,45	0	1	0,50
Impianto elettrico ad argano agganciato	*P*	0	0	1	0	0,45
Impianto elettrico con gruppo motoriduttore a bordo	*P*	0	0	1	0	0,3
Impianti idraulici	*P*	0	0	1	0	0,45

a) Nel caso *k* sia un dato di progetto noto, si deve utilizzare tale dato.
b) L'efficienza globale di sistema comprende l'impatto della fase a velocità costante e delle fasi di accelerazione e decelerazione.

Trasporti


Dati generali
Zone non climatizzate
Unità immobiliari
Centrali termiche
Progetto solare termico
Progetto solare fotovoltaico
Trasporti
Nuovo 25 ascensore
Indietro
Avanti
Nuovo trasporto
Elimina
Dati generali
Unità immobiliari servite
Descrizione
Valore
Nome
Nuovo 25 ascensore
Anno di installazione
1920
Codice catasto
xsxdefff
Tipo
Selezionare una voce
Ascenzore singolo
Ascenzore multiplo
Montascale e piattaforme elevatrici
Montacarichi e Montauto
Scala mobile
Marciapiede mobile

Dati generali | Unità immobiliari servite

Descrizione	Valore
Nome	Nuovo 25 ascensore
Anno di installazione	1920
Codice catasto	xsxdefff
Tipo	Ascenzore singolo
Categoria uso	Edifici fino a 50 unità residenziali, uffici fino a 10 piani, alberghi fino a
Tipo impianto	Impianti elettrici con fune e contrappeso
Tipo argano	Argano con inverter
Tipo quadro controllo	Quadro di comando con microprocessore e relative segnalazioni
Tipo illuminazione	Lampade fluorescenti tradizionali
Illuminazione standby	☐
Il quadro usa l'inverter	☑
Presenza massa bilanciamento	☑
Lunghezza corsa massima [m]	24.0
Velocità [m/s]	0.750
Numero fermate	Più di tre fermate
Portata [kg]	320
Consumi per servizi accessori [kWh]	0.0

vedi dopo →

6.2.2.5 Fabbisogno energetico giornaliero dei servizi accessori

I valori relativi al fabbisogno energetico giornaliero di altri servizi operanti nella cabina dell'ascensore, $E_{altri,d}$, devono essere determinati sulla base delle documentazione allegata ai dispositivi.

Categoria d'uso	1A	2A	3A	4A	5A	6A	7A
Tipologia e uso dell'edificio	edifici fino a 4 unità immobiliari, che possono essere: - residenziali (365) - uffici con ridotta operatività verso il pubblico (260) stazioni ferroviarie secondarie suburbane (365)	edifici fino a 10 unità immobiliari, che possono essere: - residenziali (365) - uffici con ridotta operatività verso il pubblico (260) residenze per anziani, case famiglia, ecc. fino a 10 camere (365) stazioni ferroviarie suburbane (365)	edifici fino a 20 unità immobiliari, che possono essere: - residenziali (365) - uffici con media operatività verso il pubblico(260) uffici fino a 4 piani di un'unica società con ridotta operatività verso il pubblico residenze per anziani, case famiglia, ecc. fino a 30 camere (365) edifici scolastici e biblioteche (260) stazioni ferroviarie principali (360)	edifici fino a 30 unità immobiliari, che possono essere: - residenziali (365) - uffici con media operatività verso il pubblico(260) uffici fino a 6 piani di un'unica società con ridotta operatività verso il pubblico(260) uffici fino a 4 piani di più società con operatività verso il pubblico (260) alberghi fino a 20 camere (360) parcheggi (365) edifici per attività ricreative (360)	edifici fino a 50 unità residenziali (365) uffici fino a 10 piani (260) alberghi fino a 40 camere (360) piccoli ospedali (365) aeroporti (365) università (260) centri commerciali (365)	edifici con più di 50 unità residenziali (365) uffici con più di 10 piani (260) alberghi con più di 40 camere (360) ospedali (365)	uffici in edifici con più di 100 m di altezza (260)
Frequenza d'uso	Molto bassa	Bassa	Medio-bassa	Media	Medio-alta	Alta	Molto alta
Range di corse giornaliere	≤ 25	> 25; ≤ 50	> 50; ≤ 100	> 100; ≤ 200	> 200; ≤ 500	> 500; ≤ 1000	> 1000
Numero medio di corse giornaliere (c_d)	15	35	75	130	300	750	1500
Velocità tipica	0,63 m/s	0,63 m/s	da 0,63 m/s a 1 m/s	1,00 m/s	1,60 m/s	2,50 m/s	5,00 m/s
I numeri tra parentesi sono il numero tipico di giorni di servizio nell'anno							

Rilievi

CONTRAPPESO

Costituzione n° 19 blocchi in calcestruzzo

Dimensioni in pianta mm 860 x 80 x 130 Peso Kg 595 (dichiarato)

Distanza minima dalla cabina mm 160

Distanza minima dalle difese del vano mm 130

Descrizione dei dispositivi di sicurezza per contrappeso scorrente al

VERBALE DI COLLAUDO DELL'IMPIANTO

Vista la domanda

e relativi allegati ai sensi dell'art. 1 del Regolamento amministrativo, a seguito dell'esame favorevole del progetto, il sottoscritto Dr. Ing. Lorenzo [illegible] dell'I.N.P.I. delegato dal Prefetto di Genova ha proceduto il giorno 8-4-1978 al collaudo dell'ascensore installato nello stabile sito in Ge-Sanpierdarena Via Cantore n. 30/8 scala

GENERALITA'

Tipo (1) Elettrico Categoria A

N. di fabbrica 54 NT 0219

Ditta costruttrice STIGLER-OTIS

Ditta installatrice

Sistemazione in vano proprio

Corsa m 23.96 Velocità di regime m/sec 0.75, di livellazione m/sec 0.19

Portata netta Kg 320 Capienza persone n. 4 (2)

incluse le persone trasportate (3).

Numero dei piani serviti 8 Piani con più accessi n. -

Tipo di manovra universale

LOCALE APPARATO MOTORE

Ubicazione in alto sopra il vano corsa

Dimensioni in pianta mm [illegible] altezza mm 2000

Modo di accesso diretto dalle scale attraverso terrazzo.

E. N. P. I.

ENTE NAZIONALE PER LA PREVENZIONE DEGLI INFORTUNI

Sede di GENOVA

Sorveglianza ed ispezione sugli ascensori e montacarichi per trasporto di persone o di cose in servizio privato

Legge 24 Ottobre 1942, n. 1415 - Regolamento 24 Dicembre 1951, n. 1767
Norme tecniche D. L. 31 Agosto 1945, n. 600
(Sostituito dal D. P. R. 29 Maggio 1963, n. 1497)

PROVINCIA DI GENOVA

LIBRETTO DI IMMATRICOLAZIONE

dell'ascensore cat. A impiantato nello stabile di proprietà

CONDOMINIO

in Via ..... N. ..... Scala .....

Comune di .....

N. 14208 **di matricola**



Metà sulla proprietà e metà sulla e percorrenza

terra	0	
1	4	41.03
2	7.3	74.87
3	10.6	108.72
4	13.9	142.56
5	17.2	176.41
6	20.5	210.26
7	24	246.15
	97.5	1000

Grazie per l'attenzione…

Prof. Ing. Paolo Cavalletti
paolo.cavalletti@unige.it
Tel 010 8362204

OA.GE
ORDINE DEGLI ARCHITETTI
PIANIFICATORI PAESAGGISTI
E CONSERVATORI DI GENOVA

FOA.GE
FONDAZIONE ORDINE ARCHITETTI
PAESAGGISTI PIANIFICATORI
E CONSERVATORI DI GENOVA