



C o m i t a t o
T e r m o t e c n i c o
I t a l i a n o
Energia e Ambiente

**PRESTAZIONI ENERGETICHE
DEGLI EDIFICI**

Climatizzazione invernale e preparazione
acqua calda per usi igienico-sanitari

Raccomandazioni CTI elaborate dal SC1
“Trasmissione del calore e fluidodinamica”
e dal SC6 “ Riscaldamento e ventilazione”

Novembre 2003

CTI – R 03/3

CTI – Comitato Termotecnico Italiano
Via G. Pacini 11 - 20131 Milano
☎ 02 266265.1 📠 02 26626550
www.cti2000.it – cti@cti2000.it

Prestazioni energetiche degli edifici

Climatizzazione invernale e preparazione acqua calda per usi igienico - sanitari

1. Introduzione

2. Prestazioni energetiche degli edifici

Raccomandazione del sottocomitato N. 1 “Trasmissione del calore e fluidodinamica”

- Dati richiesti per il calcolo, secondo UNI EN 832, della prestazione termica degli edifici.
- Certificazione energetica – Dati relativi all’edificio

Raccomandazione del sottocomitato N. 6 “Riscaldamento e ventilazione”

- Calcolo del fabbisogno di energia primaria per riscaldamento e dei rendimenti di impianto secondo UNI 10348
- Calcolo del fabbisogno di energia per acqua calda per usi igienico sanitari
- Certificazione energetica – Dati relativi all’impianto

1. INTRODUZIONE

Gli edifici consumano energia per soddisfare bisogni diversi, quali:

- climatizzazione invernale e produzione di acqua calda per usi igienico – sanitari
- climatizzazione estiva
- ventilazione
- illuminazione
- impianti tecnici in genere (ascensori e montacarichi, distribuzione acqua, ecc.)

I consumi di energia riguardano:

- energia primaria ottenuta da combustibili fossili
- energia elettrica, convertibile in energia primaria equivalente, in base al rendimento del sistema elettrico nazionale

La direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia prescrive ai Paesi membri l'adozione di metodologie per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici e la certificazione energetica, peraltro già prevista dall'articolo 30 della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

Pre-requisito fondamentale per una corretta ed efficace certificazione energetica è la disponibilità di idonee norme tecniche per la determinazione dei fabbisogni energetici degli edifici in modo unificato per ottenere valori confrontabili e verificabili.

Nella determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici e nella certificazione energetica viene data la priorità alla climatizzazione invernale e alla produzione di acqua calda per usi igienico – sanitari.

In questo campo, il CEN, Comitato Europeo di Normazione, ha da tempo intrapreso un vasto programma di produzione di norme tecniche. Tuttavia, nelle more del completamento di tale programma, si deve fare ricorso, a fianco di norme europee, anche a norme tecniche o a specifiche tecniche nazionali.

Ne conseguono non facili problemi di raccordo tra normative diverse per impostazione, terminologia e per la mancanza di documenti normativi di supporto contenenti dati, per i quali le norme EN rinviano spesso ad allegati o a norme nazionali.

In questa situazione è emersa la necessità di un documento, che coordini i vari testi normativi, ai quali si deve fare ricorso, per consentirne un effettivo utilizzo nel quadro della direttiva 2002/91/CE.

Il Comitato Termotecnico Italiano, Ente federato all'Uni, preposto alla elaborazione di norme per il settore termotecnico ed energetico in genere, ha ritenuto suo compito istituzionale intervenire tempestivamente con strumenti idonei a soddisfare tale necessità.

La presente pubblicazione contiene due raccomandazioni per una lettura ed un utilizzo coordinato della normativa europea UNI EN e nazionale UNI, oggi disponibile in materia di determinazione dei fabbisogni energetici degli edifici per climatizzazione invernale e produzione di acqua calda, fornendo anche dati ed integrazioni di carattere pre-normativo.

Con la presente pubblicazione il Comitato Termotecnico Italiano intende fornire un riferimento normativo nazionale per una corretta valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici, anche ai fini della certificazione energetica.

2. PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE: FABBISOGNI E CONSUMI

Nelle terminologia adottata nelle presenti raccomandazioni si introduce la distinzione tra:

- Fabbisogno: quantità di energia calcolata riferita ad un periodo prefissato (giorno, mese, stagione)
- Consumo: quantità di energia o quantità equivalente di combustibile rilevata con metodi unificati in un periodo prefissato (giorno, mese, stagione)

Secondo la normativa tecnica vigente, la determinazione dei fabbisogni di energia per la climatizzazione invernale è basata su due procedure di calcolo atte a determinare, rispettivamente

- (1) il fabbisogno di calore, o più correttamente di energia termica utile, dell'involucro edilizio in condizioni ideali (temperatura uniforme in tutto il volume riscaldato) Q_h in un periodo prefissato
- (2) Il fabbisogno di energia primaria Q nello stesso periodo prefissato, per produrre l'energia termica Q_h in base al tipo e alle caratteristiche del sistema di riscaldamento previsto o installato

Ai fini della determinazione dei due fabbisogni in modo unificato, ripetibile e riproducibile è necessario definire, secondo uno standard, tutti i dati di ingresso da utilizzare nelle due procedure di calcolo.

Le due procedure sono utilizzate in cascata e il valore di Q_h è il dato fondamentale di ingresso per la procedura di calcolo del fabbisogno di energia primaria. Le indeterminazioni nella definizione dei dati di ingresso per il calcolo di Q_h si ripercuotono nella determinazione di Q , interagendo con le indeterminazioni nei dati di ingresso della seconda procedura di calcolo.

Le condizioni affinché i due valori di Q_h e Q siano dei parametri effettivamente utilizzabili ai fini di valutazioni del fabbisogno energetico di riferimento sono:

- indipendenza dall'andamento stagionale specifico, facendo riferimento a dati climatici medi stagionali unificati
- indipendenza da particolari modalità di occupazione dell'edificio e di utilizzo ed esercizio degli impianti

Solo in queste condizioni si possono utilizzare i valori di Q_h e Q per definire fabbisogni specifici riferiti al volume, alla superficie o ad altri enti geometrici dell'edificio, per paragonare dati di involucri edilizi diversi o per valutare l'influenza di sistemi diversi di riscaldamento sui consumi dello stesso involucro edilizio

Una fonte indipendente di dati per ottenere informazioni sul comportamento energetico di un complesso edificio - impianto per quanto attiene al riscaldamento ambientale ed alla preparazione acqua calda sanitaria sono i rilievi dei consumi effettivi.

Le condizioni affinché i dati di consumo rilevati possano essere correttamente utilizzati come valori di confronto sono:

- la definizione di criteri unificati per attribuire i consumi al periodo di tempo prefissato e modalità, anch'esse unificate, per convertire i consumi in portate volumetriche o di massa e quindi in equivalenti energetici
- la definizione di criteri unificati per attribuire separatamente al riscaldamento e alla produzione di acqua calda sanitaria i relativi consumi, nel caso di utenze promiscue

In ogni caso i consumi rilevati sono influenzati dalle specifiche modalità di esercizio e di utilizzo degli impianti, condizioni entrambi difficilmente accertabili, e non possono costituire da soli parametri di valutazione del comportamento energetico degli edifici e dei complessi edificio - impianto¹.

2.1 Le norme UNI EN e UNI disponibili e in preparazione

Per la procedura (1) sono disponibili due norme:

- (i) **UNI EN 832** *Prestazioni termiche degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento - Edifici residenziali*. La norma ha sostituito la UNI 10344.

¹ Nella presente raccomandazione alla dizione corrente sistema edificio - impianto si sostituisce quella più corretta di complesso edificio - impianto per i seguenti motivi:

- il termine sistema è entrato nell'uso della normativa tecnica come sinonimo di impianto
- per sistema si intende un insieme di componenti assemblati secondo un progetto per assolvere ad una determinata funzione. Ad esempio : riscaldamento degli ambienti, produzione di acqua calda sanitaria, antincendio, climatizzazione.

- (ii) **prEN ISO 13790** *Prestazioni termiche degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento* – La norma si applica agli edifici qualunque sia la loro destinazione d'uso e ne è prevista la coesistenza con la UNI EN 832.

Le due norme rinviano a documenti normativi nazionali per la definizione dei dati di ingresso (dati climatici, ricambi d'aria, modalità di gestione di riferimento, ecc.).

Per la procedura (2) è attualmente disponibile la norma:

- (iii) **UNI 10348** – Novembre 1993 - *Riscaldamento degli edifici – Rendimenti dei sistemi di riscaldamento – Metodo di calcolo*

In sede CEN è allo studio un progetto di norma destinato a sostituire la UNI 10348. Il progetto è articolato in diverse parti:

- (iv) prEN 14335-1 *Calcolo dei rendimenti e del fabbisogno di energia primaria - Parte 1- Bilancio termico*
(v) prEN 14335-2-1 *Calcolo dei rendimenti e del fabbisogno di energia primaria - Parte 2-1- Sottosistemi di emissione e regolazione*
(vi) prEN 14335-2-2 *Calcolo dei rendimenti e del fabbisogno di energia primaria - Parte 2-2- Sottosistema di generazione a combustione*
(vii) prEN 14335-2-3 *Calcolo dei rendimenti e del fabbisogno di energia primaria - Parte 2-3- Sottosistema di distribuzione*
(viii) prEN 14335-2-4 *Calcolo dei rendimenti e del fabbisogno di energia primaria - Parte 2-4 - Sottosistema di accumulo*
(ix) prEN 14335-3-1 *Calcolo dei rendimenti e del fabbisogno di energia primaria – Parte 3-1 – Preparazione acqua calda per usi igienico - sanitari*

La parte 1 ha già subito favorevolmente l'inchiesta pubblica, mentre per le altre parti sono disponibili, in vari stadi di completamento, i progetti per l'invio all'inchiesta.

2.2 Le raccomandazioni CTI

Le esigenze di completamento e coordinamento delle norme tecniche citate sono di tipo diverso.

Nel caso delle due norme (i) e (ii) per il calcolo del fabbisogno di energia termica utile l'esigenza fondamentale è quella di fornire in modo unificato i dati di ingresso per il calcolo del fabbisogno di energia termica utile dell'edificio, mentre nel caso della norma UNI 10348 è necessario prevederne completamenti e fornire precisazioni per il suo impiego, anche anticipando la metodologia di calcolo prevista dal progetto di norma europea. Per ciascuna delle due norme tecniche, UNI EN 832 e UNI 10348 è stata preparata una specifica raccomandazione CTI.

La raccomandazione CTI SC1, di supporto alla norma tecnica UNI EN 832, è stata preparata dal Sottocomitato n. 1 "Trasmissione del calore e fluidodinamica".

La raccomandazione, oltre a fornire i dati di supporto per il calcolo secondo UNI EN 832, contiene metodi e dati specifici per l'esecuzione della certificazione energetica.

La raccomandazione CTI SC6, di supporto ed integrazione alla norma tecnica UNI 10348, preparata dal Sottocomitato n. 6 "Riscaldamento e ventilazione", contiene i valori di riferimento per il calcolo del fabbisogno di acqua calda per usi igienico – sanitari, integrazioni per il calcolo delle perdite di nuovi componenti di impianto non disponibili nella UNI 10348 e una serie di prospetti che consentono di raccordare il calcolo secondo UNI 10348 con il metodo previsto nel progetto di normativa europea.

La raccomandazione CTI SC6 specifica, inoltre, i criteri per determinare in modo unificato ed omogeneo i dati di consumo, per il loro utilizzo ai fini di raffronti con i fabbisogni calcolati.

2.3 Definizioni

Le norme UNI EN 832 e UNI 10348, redatte in tempi, in sedi e in lingue diverse, presentano difformità nella terminologia e, in particolare, in alcune definizioni fondamentali.

Per evitare problemi di interpretazione, le raccomandazioni di supporto alle due norme recepiscono le definizioni delle rispettive norme alle quali si riferiscono.

Altre definizioni sono contenute nella direttiva 2002/91/CE.

Per consentire una lettura coordinata delle norme tecniche e delle relative raccomandazioni, anche nel quadro delineato dalla direttiva CE, sono qui di seguito riportate le definizioni corrispondenti nei testi considerati:

UNI EN 832 e relativa raccomandazione	UNI 10348 e relativa raccomandazione	Direttiva 2002/91/CE.
4.1 edificio: una costruzione delimitata da chiusure edilizie al cui interno è presente un impianto di climatizzazione	3.1.2 edificio: spazio racchiuso da un involucro edilizio e riscaldato con energia prodotta da un unico impianto di riscaldamento	Art. 1 1) edificio: una costruzione provvista di tetto e di muri, per la quale l'energia è utilizzata per il condizionamento del clima degli ambienti interni; il termine può riferirsi a un intero edificio ovvero a parti di edificio progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità abitative a sé stanti
3.1.7 zona termica: parte dello spazio riscaldato con una prefissata temperatura di progetto, nella quale si assume che la temperatura abbia variazioni nello spazio trascurabili	3.1.1 zona termica: spazio racchiuso da un involucro edilizio e riscaldato con temperatura uniforme	
3.1.14 fabbisogno di calore: calore che deve essere fornito all'ambiente riscaldato per mantenere la temperatura di progetto dello spazio riscaldato	3.1.3 fabbisogno energetico utile: quantità di energia termica richiesta da ogni singola zona termica per garantire le condizioni interne prefissate	
3.1.15 fabbisogno energetico per il riscaldamento: energia che deve essere fornita al sistema di riscaldamento per soddisfare il fabbisogno di calore	3.1.4: fabbisogno di energia primaria: energia primaria richiesta dal sistema di produzione e distribuzione per soddisfare i fabbisogni energetici di riscaldamento dell'edificio	Art. 1 2) <rendimento energetico di un edificio>²: la quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi con un uso standard dell'edificio, compresi, tra gli altri, il riscaldamento, il riscaldamento dell'acqua, il raffreddamento, la ventilazione e l'illuminazione. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori calcolati tenendo conto della coibentazione, delle caratteristiche tecniche e di installazione, della progettazione e della posizione in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'esistenza di sistemi di generazione propria di energia e degli altri fattori, compreso il clima degli ambienti interni, che influenzano il fabbisogno energetico;

² La definizione di <rendimento energetico di un edificio> è da considerarsi impropria, come ripetutamente evidenziate in altre sedi. Il termine corretto per il contenuto della definizione è <prestazione energetica di un edificio> e corrisponde al fabbisogno di energia primaria.

2.4 Schede riassuntive delle prestazioni dell'edificio e delle unità immobiliari

La raccomandazione CTI/SC1 specifica le modalità per la raccolta dei dati ai fini del calcolo del fabbisogno di calore per riscaldamento dell'edificio. Contestualmente alla raccolta dei dati relativi all'edificio è prevista anche la raccolta di alcuni dati indicativi di carattere generale riguardanti il sistema di riscaldamento.

La raccomandazione CTI/SC6 specifica, in modo dettagliato, tutti i dati necessari per il calcolo analitico dei rendimenti, delle perdite e dei fabbisogni di energia primaria per la combustione e di energia primaria globale.

Lo scopo della procedura di calcolo è quello di determinare un valore di riferimento del fabbisogno di energia primaria Q per il riscaldamento dell'edificio. La direttiva 2002/91/CE prescrive, però, che, l'attestato di certificazione energetica sia corredato anche di raccomandazioni per il miglioramento delle prestazioni energetiche in termini di costi - benefici.

Per quanto attiene all'edificio, la prestazione ai fini del riscaldamento è espressa dal valore del fabbisogno di calore Q_h riferito al volume riscaldato e alla zona climatica, integrato da indicazioni riguardanti le superfici disperdenti. Per l'impianto è necessaria l'analisi delle prestazioni delle singole parti che lo compongono, allo scopo di identificare, oltre al rendimento globale, le aree di possibili interventi.

L'utilizzo coordinato delle norme UNI EN 832, UNI 10348 e delle due raccomandazioni CTI, consente di pervenire a risultati, che sono riassunti nelle schede qui riportate.

La scheda N. 1 contiene i dati generali dell'edificio, incluso il volume lordo dello spazio riscaldato e la zona climatica, i valori del fabbisogno di calore Q_h e del fabbisogno di energia primaria Q , mentre la scheda N. 2 contiene il valore del fabbisogno Q_h , corretto in base alle caratteristiche del sistema, le perdite dei vari sottosistemi, i fabbisogni di energia elettrica degli ausiliari e infine i fabbisogni di energia primaria per la combustione e globale di energia primaria Q riportato nella scheda N. 1.

Per la scheda N. 2 sono previste due versioni:

- Scheda 2A – Sistema per solo riscaldamento
- Scheda 2B - Sistema combinato per riscaldamento ed acqua calda sanitaria

Infine, la scheda N. 3 riguarda il sistema di sola acqua calda per usi igienico – sanitari.

In merito all'utilizzo e compilazione delle schede si deve tenere presente quanto segue:

(a) Spazio riscaldato di riferimento per le prestazioni energetiche contenute nelle schede

Le schede riguardano uno spazio riscaldato da unico sistema di produzione del calore (generatore di calore o centrale termica). Lo spazio può comprendere un intero edificio o una porzione di edificio.

Le prestazioni delle schede si riferiscono alla somma dei fabbisogni di tutte le zone termiche comprese in uno spazio riscaldato da unico generatore di calore o da unica centrale termica.

Si possono avere i seguenti casi:

- (i) edificio condominiale comprendente più appartamenti, servito da unica centrale termica
- (ii) unità immobiliare, come ad esempio una villa suddivisa in zone, ciascuna delle quali è servita da un sistema con proprio generatore di calore

(i) Appartamento in edificio condominiale

In questo caso la direttiva 2002/91/CE prevede che la certificazione possa fondarsi (articolo 7, punto 1):

- su una certificazione comune dell'intero edificio ovvero
- sulla valutazione di un altro appartamento rappresentativo dello stesso condominio

La metodologia introdotta con le norme tecniche UNI EN 832, UNI 10348 e con le due raccomandazioni CTI consente di attuare il dettato della direttiva con modalità definite ed unificate.

Il fabbisogno di calore Q_h dell'appartamento, il rendimento di emissione e , in determinati casi, il rendimento di regolazione sono attribuibili all'unità immobiliare in esame, mentre i rendimenti di distribuzione e di produzione sono da attribuire alle parti comuni del condominio, in proprietà delle singole unità immobiliari.

Ciò equivale, a considerare che le unità immobiliari prelevino energia termica utile dalla rete condominiale con rendimento $\eta = \eta_d \cdot \eta_p$, ossia pari al prodotto dei due rendimenti di distribuzione e di produzione, rendimenti che sono di competenza solo del sistema di riscaldamento condominiale.

Questa assunzione trova completa attuazione nel caso in cui ciascun appartamento del condominio sia dotato di regolazione locale individuale e di contabilizzazione del calore.

Il prospetto seguente riassume quanto esposto.

Prospetto I – Appartamento in condominio – attribuzione dei rendimenti

Fabbisogno di calore Q_h	Valore relativo al singolo appartamento
Rendimento di emissione η_e	Valore relativo al singolo appartamento
Rendimento di regolazione η_c	Valore del rendimento condominiale nel caso di sola regolazione climatica centrale
	Valore relativo al singolo appartamento nel caso di regolazione di zona o di regolazione climatica + di zona
Rendimento di distribuzione η_d	Valore del rendimento condominiale
Rendimento di produzione η_p	Valore del rendimento condominiale

Una causa frequente di maggiori consumi negli edifici condominiali è, come è noto, dovuta alla disomogeneità di dimensionamento delle unità terminali tra le unità immobiliari. Ad esempio un attico dotato di unità terminali (radiatori, convettori, pannelli radianti, ecc.) insufficienti per assicurare condizioni di benessere, può determinare surriscaldamenti nelle altre unità immobiliari, che si traducono in un maggior consumo per l'intero condominio. Se, d'altro lato, la gestione dell'impianto è basata sul mantenimento della corretta temperatura nelle unità immobiliari più favorite si avranno condizioni di disagio in quelle sfavorite.

Queste situazioni possono essere identificate e corrette solo con un'analisi delle caratteristiche delle unità terminali in relazione al carico termico dell'appartamento, calcolato tenendo conto anche delle modalità di esercizio del sistema.

Una corretta attuazione della certificazione energetica negli edifici condominiali deve quindi prevedere:

- un'attestazione riguardante il condominio (schede 1 e 2 per edificio condominiale)
- un'attestazione riguardante i singoli appartamenti (schede 1 e 2 per unità immobiliare, che devono fare riferimento alle schede condominiali, ad esse allegate)

(ii) Unità immobiliare, come ad esempio una villa suddivisa in zone servite da proprio generatore di calore

In questo caso per ciascuna zona servita da proprio generatore di calore si farà riferimento ad una scheda e le prestazioni globali dell'unità immobiliare saranno riportate in una scheda riassuntiva.

(b) Arco temporale di riferimento delle prestazioni energetiche contenute nelle schede

I fabbisogni di calore per riscaldamento sono quelli dell'intera stagione di riscaldamento, come convenzionalmente definita nella raccomandazione CTI/SC1.

I fabbisogni di calore per acqua calda sanitaria sono relativi a tutto l'anno.

Nel caso di sistema combinato riscaldamento – acqua calda sanitaria, il fabbisogno di calore utilizzato per il calcolo del rendimento di produzione è il fabbisogno complessivo per le due utilizzazioni.

Nel caso di sistema di riscaldamento e di sistema dedicato di acqua calda sanitaria, la prestazione globale dell'edificio è ottenuta sommando i due fabbisogni di energia primaria.

(c) Rendimenti medi dei sottosistemi nel caso di sistema comprendente più zone termiche

Nel caso di sistema comprendente più zone termiche, i rendimenti di emissione, regolazione e distribuzione possono differire da zona a zona. Il valore della tabella 2A o 2B è la media pesata dei rendimenti delle singole zone.

Nel paragrafo 2.5 è riportato, a titolo di esempio, il prospetto III della norma UNI 10348 e il calcolo del rendimento medio di emissione di un sistema comprendente più zone.

SCHEDA N.1 - DATI GENERALI DELL'EDIFICIO E DEL SISTEMA DI RISCALDAMENTO

 LOCALITÀ _____ PROVINCIA _____
 GRADI GIORNO _____ ZONA CLIMATICA _____
 EDIFICIO _____ UNITA' IMMOBILIARE _____
 ANNO DI COSTRUZIONE _____ DESTINAZIONE D'USO _____

 TIPOLOGIA EDILIZIA (in linea, a torre, a schiera, casa isolata, ecc.) _____ VILLA _____
 APPARTAMENTO IN CONDOMINIO* _____ PIANO INTERMEDIO _____ ULTIMO PIANO _____ ATTICO _____

* in questo caso la tipologia edilizia si riferisce all'edificio condominiale - Indicare il riferimento della scheda dell'edificio condominiale: Rif. _____

VOLUME LORDO DELLO SPAZIO RISCALDATO _____

RAPPORTO TRA SUPERFICIE DISPERDENTE E VOLUME LORDO DELLO SPAZIO RISCALDATO _____

RAPPORTO TRA SUPERFICIE FINISTRATA E VOLUME LORDO DELLO SPAZIO RISCALDATO _____

FABBISOGNO DI CALORE PER RIASCALDAMENTO Q_h [MJ/stagione]

(secondo UNI EN 832 e raccomandazione CTI / SC1)

FABBISOGNO DI CALORE PER ACQUA SANITARIA Q_{hw} [MJ/stagione]

(secondo raccomandazione CTI / SC1)

 SISTEMA DI SOLO RISCALDAMENTO

 SISTEMA COMBINATO

 DEDICATO PER ACQUA SANITARIA

TIPO DI TERMINALI (radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti, diffusori aria calda, ecc...) _____

TIPO DI REGOLAZIONE (climatica, di zona, locale, ...) _____

TIPO DI GENERATORE (a gas, gasolio, pompa di calore, ecc.) _____

ANNO DI INSTALLAZIONE _____

FABBISOGNI DI ENERGIA PRIMARIA
PER SOLO RISCALDAMENTO [MJ/stagione]

(secondo UNI 10348 e raccomandazione CTI / SC6)

PER RISCALDAMENTO E ACQUA SANITARIA [MJ/stagione]

(sistema combinato secondo UNI 10348 e raccomandazione CTI / SC6)

PER SOLA ACQUA SANITARIA [MJ/stagione]

(sistema dedicato secondo raccomandazione CTI / SC6)

IMPIEGO DI TECNOLOGIE PER L'UTILIZZAZIONE DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA (Informativo)

SISTEMA	ADOZIONE (si / no)	NOTE
Sistemi fotovoltaici		
Sistemi fotovoltaici integrati		
Impianti termici ad energia solare		
Collettori solari per acqua calda sanitaria		
Impianti termici a biomassa		
Sistemi solari passivi		
Tecniche di architettura bioclimatica		
Sistemi di cogenerazione		
Teleriscaldamento/teleraffreddamento		

SCHEDA N.2A - PRESTAZIONI EDIFICIO – SISTEMA DI RISCALDAMENTO

RIF. _____

EDIFICIO CONDOMINIALE _____ APPARTAMENTO _____

UNITA' IMMOBILIARE INDIPENDENTE _____

Nota: nel caso di unità immobiliare in condominio (appartamento) indicare il riferimento della corrispondente scheda dell'edificio condominiale

	Descrizione	Simbolo	Unità	Energia		Rendimenti
				termica	elettrica	
A	0. Fabbisogno ideale edificio	Q_h/Q_{hvs}	MJ			-
	1. Perdite recuperate totali	Q_{rh}	MJ	-		
	1a. Fabbisogno netto	Q'_h	MJ	=		
	2. Riduzione per gestione autonoma	f_{cont}	X 0,1	-		
	2a. Fabbisogno netto corretto 1a - 2	Q''_h	MJ	=		
B	2a. Fabbisogno emissione OUT	Q''_h	MJ			-
	3. Perdite di emissione	$Q_{l,e}$	MJ	+		
	3a. Fabbisogno emissione IN	$Q_{in,e}$	MJ	=		
	3b. Fabbisogno di energia elettrica	$Q_{e,e}$	MJ		-	
C	3a. Fabbisogno regolazione OUT	$Q_{in,e}$	MJ			-
	4. Perdite di regolazione	$Q_{l,c}$	MJ	+		
	4a. Fabbisogno effettivo IN	Q_{hr}	MJ	=		
D	4a. Fabbisogno distribuzione OUT	Q_{hr}	MJ			-
	5. Perdite di distribuzione	$Q_{l,d}$	MJ	+		
	5b. Energia elettrica pompe dist.	$Q_{po,d}$	MJ		-	
	5b. Recupero da energia elettrica	$\eta_{po,d}$	x 0,85	=		
	5a. Fabbisogno distribuzione IN 4a+5-5b	$Q_{in,d}$	MJ	=		
E	5a. Fabbisogno totale distribuzione IN	$Q_{in,d}$	MJ			-
	6b. Energia elettrica pompa primaria	$Q_{po,d}$	MJ		-	
	6b. Recupero da energia elettrica	$\eta_{po,d}$	x 0,85			
	6a. Fabbisogno produzione OUT 5a-6b	Q_u	MJ	=		
	6. Perdite di produzione	$Q_{l,p}$	MJ	+		
	7. Fabb.per la combustione 6a+6	Q_c	MJ	=		
	6c. Energia elettrica del bruciatore	Q_{br}	MJ		-	
F	8. Totale energia elettrica richiesta dal sistema 3b+5b+6b+6c	Q_e	MJ		=	-
	8a. Rendimento del servizio elet. naz.	η_{sen}	-	x		
	8b. Equivalente energia primaria	Q	MJ	=		
	7. Energia primaria per la combustione	Q_c	MJ	+		
	9. Totale energia primaria 7 + 8b	Q	MJ	=		

A Dati riguardanti l'edificio.

Nel caso di sistema comprendente più zone termiche servite dallo stesso generatore di calore o dalla stessa centrale termica, il valore di Q_h è la somma dei fabbisogni di calore di tutte le zone termiche che lo compongono.

B Dati riguardanti il sottosistema di emissione
C Dati riguardanti il sottosistema di regolazione
D Dati riguardanti il sottosistema di distribuzione

Nel caso di sistema comprendente più zone termiche servite dallo stesso generatore di calore o dalla stessa centrale termica, i valori dei rendimenti di emissione, regolazione e distribuzione del sistema sono la media pesata dei rendimenti delle singole zone.

E Dati riguardanti il sottosistema di produzione
F Totali

SCHEDA N.2B - PRESTAZIONI EDIFICIO – SISTEMA COMBINATO RISCALDAMENTO – ACQUA CALDA SANITARIA

RIF. _____

EDIFICIO CONDOMINIALE _____ APPARTAMENTO _____

UNITA' IMMOBILIARE INDIPENDENTE _____

Nota: nel caso di unità immobiliare in condominio (appartamento) indicare il riferimento della corrispondente scheda dell'edificio condominiale

	Descrizione	Simbolo	Unità	Energia		Rendimenti
				termica	elettrica	
A	0. Fabbisogno calcolato	Q_{hw}	MJ			
	1. Riduzione per gestione autonoma	F_{cont}	X 0,1	=		-
	1a. Fabbisogno netto corretto 0-1	Q''_{hw}	MJ	=		
B	1a. Fabbisogno erogazione OUT	Q''_{hw}	MJ			
	2. Perdite di erogazione	$Q_{l,e,w}$	MJ	+		-
	2a. Fabbisogno erogazione IN 1 + 2a	$Q_{in,e,w}$	MJ	=		
C	2a. Fabbisogno distribuzione OUT	Q_{hrw}	MJ			-
	3b. Energia elettrica pompe distribuzione	$Q_{po,d,w}$	MJ		-	
	3b. Recupero da energia elettrica	$\eta_{po,d}$	x 0,85	=		
	3. Perdite di distribuzione	$Q_{l,d,w}$	MJ	+		
	3b. Fabbisogno distribuzione IN	$Q_{in,d,w}$	MJ	=		-
D	3b. Fabbisogno accumulo OUT	$Q_{out,s,w}$	MJ			-
	4b. Energia elettrica pompe accumulo	$Q_{po,s,w}$	MJ		-	
	4b. Recupero da energia elettrica	$\eta_{po,s}$	x 0,85	=		-
	4. Perdite di accumulo	$Q_{l,s,w}$	MJ	+		
	4a. Fabbisogno accumulo IN 3b-4b+4	$Q_{in,s,w}$	MJ	=		

Nel caso di periodo invernale sommare il fabbisogno 4a del periodo a quello per riscaldamento dello stesso periodo e proseguire con il calcolo del rendimento di produzione come nella scheda N. 2A
 Nel caso di periodo estivo procedere secondo scheda N. 3

A Dati riguardanti il fabbisogno di calore per acqua calda sanitaria (secondo raccomandazione CTI/SC6)

B Dati riguardanti il sottosistema di erogazione

C Dati riguardanti il sottosistema di distribuzione

D Dati riguardanti il sottosistema di accumulo

SCHEMA N. 3 - PRESTAZIONI DEL SISTEMA ACQUA CALDA SANITARIA

RIF. _____

EDIFICIO CONDOMINIALE _____ APPARTAMENTO _____

UNITA' IMMOBILIARE INDIPENDENTE _____

Nota: nel caso di unità immobiliare in condominio (appartamento) indicare il riferimento della corrispondente scheda dell'edificio condominiale. Nel caso di sistema autonomo di produzione per unità immobiliare con potenza del focolare minore di 35 kW compilare solo la parte a piè di pagina

	Descrizione	Simbolo	Unità	Energia		Rendimenti
				termica	elettrica	
A	0. Fabbisogno calcolato	Q_{hw}	MJ			-
	1. Riduzione per gestione autonoma	f_{cont}	X 0,1			
	1a. Fabbisogno netto corretto 0 - 1	Q''_h	MJ	=		
B	1a. Fabbisogno erogazione OUT	Q''_{hw}	MJ			-
	2. Perdite di erogazione	$Q_{l,e,w}$	MJ	+		
	2a. Fabbisogno erogazione IN 1a + 2	$Q_{in,e,w}$	MJ	=		
C	2a. Fabbisogno erogazione IN	Q_{hrw}	MJ			-
	3b. Energia elettrica pompe distribuzione	$Q_{po,d,w}$	MJ		-	
	3b. Recupero da energia elettrica	$\eta_{po,d}$	x 0,85			
	3. Perdite di distribuzione	$Q_{l,d,w}$	MJ	+		
	3a. Fabbisogno distribuzione IN 2a-3b+3	$Q_{in,d,w}$	MJ	=		
D	3b. Fabbisogno accumulo OUT	$Q_{out,s,w}$	MJ			-
	4b. Energia elettrica pompe accumulo	$Q_{po,s,w}$	MJ		-	
	4b. Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,s}$	x 0,85	=		
	4. Perdite di accumulo	$Q_{l,s,w}$	MJ	+		
	4a. Fabbisogno accumulo IN 3b-4b+4	$Q_{in,s,w}$	MJ	=		
E	4a. Fabbisogno accumulo IN	$Q_{in,s,w}$	MJ		-	-
	5b. Energia elettrica pompa primaria	$Q_{po,p,w}$	MJ			
	5b. Recupero da energia elettrica	$\eta_{po,p}$	x 0,85	=		
	5a. Fabbisogno produzione OUT	$Q_{po,p,w}$	MJ	=		
	5. Perdite di produzione	$Q_{l,p,w}$	MJ	+		
	6. Energia primaria per combustione	$Q_{c,w}$	MJ	=		
F	7. Totale energia elettrica 3b + 4b + 5b	$Q_{e,w}$	MJ			-
	7a. Rendimento del servizio elett. naz.	η_{sen}	x	=		
	7b. Equivalente energia primaria	$Q_{e,w}$	MJ			
	6. Fabbisogno per la combustione	$Q_{c,w}$	MJ	+		
	8. Totale energia primaria 7b + 8	Q	MJ	=		

A Dati riguardanti il fabbisogno di calore per acqua calda sanitaria (secondo raccomandazione CTI/SC6)

B Dati riguardanti il sottosistema di erogazione

C Dati riguardanti il sottosistema di distribuzione

D Dati riguardanti il sottosistema di accumulo

E Dati riguardanti il sottosistema di produzione

F Totali

Sistema autonomo di produzione per unità immobiliare con potenza del focolare minore di 35 kW

 Rendimento di produzione dedotto dal prospetto 21 %

Tipologia _____

 Perdite al netto delle perdite recuperabili MJ/anno

2.5 Valore medio del rendimento di emissione

Secondo la norma UNI 10348, il rendimento di emissione si considera convenzionalmente costante per tutti i mesi della stagione di riscaldamento.

Nel caso di sistemi comprendenti più zone termiche, con differenti tipi di unità terminali, il valore medio del rendimento di emissione è calcolato con la media pesata dei vari rendimenti.

Terminale di erogazione	Zona 1		Zona 2			Zona n	
	η_1	Q_{h1}	η_2	Q_{h2}			η_n	Q_{hn}
Termoconvettori Rendimento.....								
Ventiloconvettori Rendimento.....								
Bocchette di aria calda Rendimento.....								
Radiatori su parete divisoria interna η_e Fattori di correzione - temperatura di mandata 85 °C - temperatura di mandata 65 °C Rendimento corretto.....								
Radiatori su parete esterna η_e Fattori di correzione - temperatura di mandata 85 °C - temperatura di mandata 65 °C - senza superficie riflettente - parete non isolata Rendimento corretto.....								
Pannelli radianti isolati dalle strutture Rendimento.....								
Pannelli radianti isolati dalle strutture Rendimento.....								

$$\eta_{e, \text{ medio}} = \sum_1^n (\eta_n \cdot Q_{h,n}) / Q_h$$

VALORE MEDIO DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE _____

Prestazioni energetiche degli edifici

Climatizzazione invernale

**Raccomandazione del Sottocomitato n.1 “Trasmissione del calore e fluidodinamica”
Dati richiesti per il calcolo, secondo UNI EN 832, della prestazione termica degli edifici.
Certificazione energetica – Dati relativi all’edificio**

Indice

0 Introduzione	15
1 Scopo	15
2 Campo di applicazione	15
3 Riferimenti normativi	15
4 Definizioni, simboli e unità	16
5 Dati necessari per il calcolo secondo UNI EN 832	17
5.1 Tipologia e origine dei dati di ingresso	17
5.2 Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell’edificio	17
5.3 Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell’edificio	17
5.4 Dati climatici	17
5.5 Dati relativi alle modalità di occupazione ed utilizzo dell’edificio	18
6 Dati ulteriori per la caratterizzazione dell’edificio	18
7 Procedure e modalità di rilievo dei dati in campo	18
7.1 Planimetria dell’edificio e dell’area pertinente	18
7.2 Individuazione delle tipologie impiantistiche e delle zone termiche	19
7.3 Abaco delle facciate e delle chiusure superiori e inferiori	19
7.4 Caratterizzazione dei componenti dell’involucro e della struttura edilizia	19
8 Ipotesi di calcolo	20
APPENDICE A Parametri termici dei componenti edilizi	21
APPENDICE B Dati di riferimento riguardanti l’utenza	30
APPENDICE C Scheda per l’acquisizione dei dati necessari per il calcolo	32
APPENDICE D Esempio di lista descrittiva dell’edificio	36

0. INTRODUZIONE

La prestazione energetica di un edificio nel riscaldamento esprime la quantità di energia richiesta per soddisfare tale bisogno, connessa con un uso standard dell'edificio.

Al fine di rendere l'attestazione della prestazione energetica dell'edificio indipendente dal comportamento di una particolare utenza e dalle condizioni climatiche che possono verificarsi in un anno particolare, il calcolo del fabbisogno energetico deve essere effettuato in condizioni standard di riferimento, sia per quanto riguarda i dati climatici che per quanto riguarda le modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio.

Nel caso in cui i dati relativi all'edificio non possano essere ricavati in modo attendibile da una relazione di progetto, occorre che essi vengano rilevati in campo secondo una procedura standardizzata, semplice ed affidabile.

1. SCOPO

La presente raccomandazione specifica i dati richiesti per il calcolo della prestazione termica dell'edificio, anche ai fini della certificazione energetica¹ relativamente al riscaldamento ambientale e le ipotesi di calcolo da adottare.

La raccomandazione fornisce inoltre le procedure e le modalità da seguire, se necessario, per la raccolta e l'elaborazione dei dati ricavati da rilievi sull'edificio.

In particolare sono indicati:

- i dati necessari per il calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento;
- i dati ulteriori per la caratterizzazione dell'edificio;
- le procedure e modalità di rilievo dei dati in campo;
- le ipotesi di calcolo da adottare.

2. CAMPO DI APPLICAZIONE

La raccomandazione si applica a tutti gli edifici riscaldati.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI EN 832	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento – Edifici residenziali
UNI EN 13789	Prestazione termica degli edifici – Coefficiente di perdita di calore per trasmissione – Metodo di calcolo
UNI EN ISO 6946	Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo
UNI EN ISO 10077-1	Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo semplificato
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13786	Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo
UNI EN ISO 14683	Ponti termici nelle costruzioni edili – Trasmittanza termica lineare – Metodi semplificati e valori di progetto

¹ La certificazione energetica degli edifici è prevista dall'articolo 30 della Legge 9 gennaio 1991 n. 10 (pubblicata sul S.O. della Gazzetta Ufficiale 16 gennaio 1991 n. 13) e dall'articolo 7 della Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 (pubblicata sul Gazzetta ufficiale delle Comunità Europee 4 gennaio 2003).

UNI 10339	Impianti aeraulici ai fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici
UNI 10351	Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore
UNI 10355	Murature e solai – Valori della resistenza termica e metodo di calcolo

4. DEFINIZIONI, SIMBOLI E UNITÀ

4.1 Edificio: Una costruzione delimitata da chiusure edilizie al cui interno è presente un impianto di climatizzazione.

4.2 Fabbisogno energetico: Quantità di energia che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi all'uso dell'edificio.

4.3 Prestazione energetica² di un edificio: Quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori.

4.4 Certificazione energetica: Attestazione della prestazione energetica dell'edificio mediante uno o più descrittori di fabbisogno energetico calcolati secondo metodologie standardizzate.

4.5 Fabbisogno energetico per il riscaldamento: Energia che deve essere fornita al sistema di riscaldamento per soddisfare il fabbisogno di calore.

4.6 Fabbisogno di calore: Calore che deve essere fornito all'ambiente riscaldato per mantenere la temperatura di progetto dello spazio riscaldato.

4.7 Zona termica: Parte dello spazio riscaldato con una prefissata temperatura di progetto, nella quale si assume che la temperatura abbia variazioni nello spazio trascurabili.

Prospetto 1. Simboli, grandezze ed unità di misura

Simbolo	Grandezza	Unità di misura
A	Superficie	m ²
F _F	Coefficiente di riduzione dovuto al telaio	-
F _s	Coefficiente di ombreggiatura	-
g	Trasmittanza di energia solare totale	-
I _s	Energia totale mensile della radiazione solare globale	J/m ²
l	Lunghezza	m
N	Durata del periodo di riscaldamento	d
n	Ricambi d'aria	h ⁻¹
Q _h	Fabbisogno di calore dello spazio riscaldato	J
Q _i	Apporti di calore interni medi	J
U	Trasmittanza termica	W/(m ² · K)
V	Volume interno	m ³
θ _e	Temperatura esterna media mensile	°C
θ _i	Temperatura interna	°C
τ	Costante di tempo	s
χ	Capacità termica areica	J/(m ² · K)
ψ	Trasmittanza termica lineare	W/(m · K)

² Il termine "prestazione energetica" corrisponde a quello che all'articolo 2 della Direttiva 2002/91/CE viene indicato come "rendimento energetico".

5. DATI NECESSARI PER IL CALCOLO SECONDO UNI EN 832

5.1 Tipologia e origine dei dati di ingresso

I dati, relativi all'edificio, richiesti per il calcolo del fabbisogno energetico per il riscaldamento comprendono i dati relativi alle caratteristiche tipologiche e costruttive dell'edificio, i dati climatici e i dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio.

Tutti i dati relativi alle caratteristiche tipologiche e costruttive dell'edificio possono essere ricavati dal progetto termico del complesso edificio-impianto, ove disponibile.

In mancanza di una documentazione tecnica di progetto, i dati relativi all'edificio devono essere ricavati sulla base delle informazioni relative alla tipologia edilizia e previo sopralluogo in campo, secondo le procedure e le modalità indicate nel capitolo 7.

Anche nel caso sia disponibile il progetto termico del complesso edificio-impianto, è comunque necessario procedere ad un sopralluogo in campo per una verifica di massima della correttezza dei dati ricavati dalla documentazione tecnica di progetto.

5.2 Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio

I dati di ingresso relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio comprendono:

- il volume interno dello spazio riscaldato (V);
- le superfici di tutti i componenti dell'involucro e della struttura edilizia (A);
- le tipologie e le dimensioni dei ponti termici³ (l);
- gli orientamenti di tutti i componenti dell'involucro edilizio;
- i coefficienti di ombreggiatura di tutti i componenti trasparenti dell'involucro edilizio (F_s).

5.3 Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio

I dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio comprendono:

- le trasmittanze termiche di tutti i componenti dell'involucro edilizio (U);
- le capacità termiche areiche di tutti i componenti della struttura dell'edificio³ (χ);
- le trasmittanze di energia solare totale di tutti i componenti trasparenti dell'involucro edilizio (g);
- i coefficienti di riduzione dovuti al telaio di tutti i componenti trasparenti dell'involucro edilizio (F_F);
- i coefficienti di trasmissione lineare di tutti i ponti termici³ (ψ).

In assenza di dati di progetto attendibili, i valori dei parametri termici dei componenti edilizi possono essere determinati in funzione della tipologia edilizia e del periodo di costruzione, secondo quanto indicato nell'appendice A.

In alternativa alle capacità termiche areiche di tutti i componenti della struttura dell'edificio, è possibile utilizzare il valore della capacità termica volumica, riportato nel prospetto A7 dell'appendice A, in funzione della tipologia costruttiva dell'edificio.

Nel caso vengano utilizzati i dati dell'appendice A, questo deve essere riportato nel rapporto finale di calcolo.

5.4 Dati climatici

I dati climatici comprendono:

- le medie mensili delle temperature esterne (θ_e);
- l'irraggiamento solare totale mensile per ciascun orientamento (I_s).

I dati climatici devono essere conformi a quanto riportato nella norma UNI 10349.

³ Per alcune tipologie edilizie non è indispensabile l'acquisizione di questi dati (v. anche cap. 8).

5.5 Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio

I dati relativi all'utenza comprendono:

- la temperatura interna (θ_i);
- il numero di ricambi d'aria (n);
- la durata del periodo di riscaldamento (N);
- il regime di funzionamento dell'impianto termico;
- le modalità di gestione degli schermi;
- gli apporti di calore interni medi (Q_i).

I valori da utilizzare nei calcoli sono univocamente definiti in funzione della destinazione d'uso e della zona climatica, secondo quanto indicato nell'appendice B.

Nell'appendice C si riporta uno schema per l'acquisizione dei dati sopra riportati.

6. DATI ULTERIORI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELL'EDIFICIO

La caratterizzazione dell'edificio comprende anche alcuni dati che, seppure non strettamente necessari per il calcolo del fabbisogno di calore, completano la descrizione dell'edificio, risultando utili sia per la determinazione di alcuni dati richiesti per il calcolo, qualora questi non siano disponibili, sia per una verifica finale dei descrittori di fabbisogno energetico calcolati.

Essi comprendono:

- l'anno di costruzione dell'edificio;
- la/e destinazione/i d'uso;
- la tipologia edilizia (in linea, a torre, a schiera, ecc.);
- il volume lordo dello spazio riscaldato;
- il rapporto tra superficie disperdente e volume lordo dello spazio riscaldato;
- il rapporto tra superficie finestrata e superficie disperdente dello spazio riscaldato;
- il tipo di impianto termico;
- il tipo di terminali (radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti, bocchette, ...);
- il tipo di regolazione (climatica, di zona, locale);
- il tipo di generatore (caldaia a gas, pompa di calore, ...);
- i valori rilevati dei consumi annui per il riscaldamento ambiente e per la produzione di acqua calda sanitaria negli ultimi tre anni;
- l'impiego di tecnologie per l'utilizzazione delle fonti rinnovabili di energia (sistemi solari, impianti a biomassa, sistemi di cogenerazione, ...)

Nell'appendice D si riporta uno schema per l'acquisizione dei dati sopra riportati.

7. PROCEDURE E MODALITÀ DI RILIEVO DEI DATI IN CAMPO

Prima di effettuare il rilievo dei dati in campo si procede a:

- a) individuare l'edificio da rilevare su una planimetria urbana;
- b) individuare una persona di riferimento con la quale concordare la raccolta di informazioni, le date dei sopralluoghi e le modalità di accesso all'edificio;
- c) raccogliere tutte le informazioni disponibili sulle caratteristiche dell'edificio e dell'impianto di climatizzazione.

La procedura di rilievo dei dati in campo è articolata secondo le fasi di seguito descritte.

7.1 Planimetria dell'edificio e dell'area pertinente

Si procede a predisporre uno schema planimetrico di massima dell'edificio e dell'area pertinente sul quale siano rappresentati anche gli edifici circostanti ed ogni altro elemento esterno (orografia, vegetazione, ostruzioni varie) atto a schermare la radiazione solare o a influenzare il profilo dei venti.

Si procede quindi a determinare il volume lordo dello spazio riscaldato e la superficie disperdente.

7.2 Individuazione delle tipologie impiantistiche e delle zone termiche

Si procede ad individuare le diverse utenze dell'edificio e le corrispondenti tipologie di impianto di climatizzazione, in modo da arrivare alla definizione delle zone termiche (anche tenendo conto di quanto riportato al capitolo 8).

Si procede quindi a determinare il volume interno di ciascuna zona termica. In alternativa alla misura effettuata per ciascun ambiente, il volume interno può essere ottenuto moltiplicando il volume lordo per un coefficiente funzione della tipologia edilizia, secondo il prospetto seguente.

Prospetto 2: Coefficiente di correzione del volume lordo riscaldato.

Categoria di edificio ⁴	Tipo di costruzione	
	Vecchia costruzione	Nuova costruzione
E.1, E.2, E.3, E.7	0,6	0,7
	Con partizioni interne	Senza partizioni interne
E.4, E.5, E.6, E.8	0,8	0,9

7.3 Abaco delle facciate e delle chiusure superiori e inferiori

Per ogni facciata dell'edificio e per ogni copertura si procede a rilevare:

- l'orientamento;
- le dimensioni;
- la posizione, le dimensioni e la tipologia degli infissi.

Si procede quindi a rilevare le dimensioni del basamento.

7.4 Caratterizzazione dei componenti dell'involucro e della struttura edilizia

Per i componenti opachi si procede a rilevare:

- la tipologia costruttiva;
- lo spessore;
- l'ambiente confinante (esterno, locale non riscaldato, terrapieno, ecc.);
- la finitura esterna;
- la finitura interna;
- la tipologia di isolamento termico;
- la tipologia di struttura portante.

Per gli infissi si procede a rilevare:

- la tipologia di vetro;
- la tipologia di telaio;
- la tipologia dell'eventuale oscuramento esterno;
- le dimensioni dell'eventuale cassonetto;
- le dimensioni del sottofinestra.

Si procede infine all'individuazione dei ponti termici significativi, attraverso la definizione della tipologia e delle dimensioni.

⁴ Si fa riferimento alle categorie previste dall'articolo 3 del D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412 (pubblicato sul S.O. della Gazzetta Ufficiale 14 ottobre 1993, n. 242).

8. IPOTESI DI CALCOLO

Il calcolo del fabbisogno di calore ai fini della certificazione energetica deve essere effettuato secondo il metodo fornito dalla norma UNI EN 832.

Il bilancio energetico dell'edificio deve essere risolto adottando il singolo mese come periodo di calcolo.

Ogni porzione di edificio, comprendente locali con medesima destinazione d'uso e riscaldati da un unico sistema di riscaldamento, deve essere considerata come un'unica zona termica.

Le dispersioni termiche per trasmissione attraverso i ponti termici possono essere calcolate secondo la norma UNI EN ISO 14683. Per alcune tipologie edilizie, le dispersioni attraverso i ponti termici possono essere determinate forfaitariamente, secondo quanto indicato nell'appendice A.

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

- le proprietà termofisiche dei materiali siano ricavate dalla norma UNI 10351 o da dichiarazioni del produttore;
- le resistenze termiche di murature e solai siano ricavate dalla norma UNI 10355;
- i coefficienti superficiali di scambio termico e le resistenze termiche delle intercapedini d'aria siano conformi ai valori stabiliti dalla norma UNI EN ISO 6946.

Nel calcolo del fabbisogno di calore occorre tenere conto anche degli apporti termici dovuti alla radiazione solare incidente sulle chiusure opache.

Il fattore di ombreggiatura F_s può essere calcolato come prodotto dei coefficienti di ombreggiatura relativi ad ostruzioni esterne (F_H), ad aggetti orizzontali (F_O) e verticali (F_V) che possono essere determinati attraverso l'interpolazione lineare dei valori riportati nei prospetti 3, 4 e 5.

Prospetto 3: Coefficiente di ombreggiatura F_H relativo ad ostruzioni esterne.

Angolo sull'orizzonte	35 ° N latitudine			45 ° N latitudine			55 ° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
10 °	1,00	0,98	1,00	0,97	0,95	1,00	0,94	0,92	0,99
20 °	1,00	0,89	1,00	0,85	0,82	0,98	0,68	0,75	0,95
30 °	0,75	0,78	0,96	0,62	0,70	0,94	0,49	0,62	0,92
40 °	0,52	0,66	0,91	0,46	0,61	0,90	0,40	0,56	0,89

Prospetto 4: Coefficiente di ombreggiatura F_O relativo ad aggetti orizzontali.

Angolo	35 ° N latitudine			45 ° N latitudine			55 ° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,87	0,87	0,91	0,90	0,89	0,91	0,93	0,91	0,91
45 °	0,68	0,73	0,80	0,74	0,76	0,80	0,80	0,79	0,80
60 °	0,40	0,55	0,67	0,50	0,58	0,66	0,60	0,61	0,65

Prospetto 5: Coefficiente di ombreggiatura F_V relativo ad aggetti verticali.

Angolo	35 ° N latitudine			45 ° N latitudine			55 ° N latitudine		
	S	E/O	N	S	E/O	N	S	E/O	N
0 °	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
30 °	0,94	0,93	1,00	0,94	0,92	1,00	0,94	0,91	0,99
45 °	0,82	0,85	1,00	0,84	0,84	1,00	0,86	0,83	0,99
60 °	0,70	0,75	1,00	0,72	0,75	1,00	0,74	0,75	0,99

APPENDICE A PARAMETRI TERMICI DEI COMPONENTI EDILIZI

I dati riportati nelle tabelle seguenti sono utilizzabili qualora non si possano effettuare valutazioni precise di calcolo, sulla base di dati derivanti da ispezioni o altre fonti più attendibili.

I dati comprendono tabelle riguardanti le trasmittanze degli elementi delle strutture e tabelle dove sono rappresentate le strutture utilizzate nelle varie zone geografiche suddivise per epoche storiche.

Le indicazioni fornite dall'abaco sono utilizzabili per edifici costruiti prima del 1978, presumibilmente privi di isolamento termico.

Gli edifici costruiti dopo tale data sono soggetti all'obbligo dell'isolamento termico ai sensi della legge 373/76 prima e della legge 10/91 poi e si dovrebbero quindi ritenere isolati, secondo i livelli previsti da tali leggi.

Con tali informazioni è possibile riconoscere le tipologie delle strutture senza ispezioni invasive e procedere al calcolo secondo la normativa vigente.

A.1 Trasmittanza termica dei componenti opachi dell'involucro

Prospetto A.1: Trasmittanza termica delle pareti perimetrali verticali⁵ [W/m²K].

Spessore [m]	Muratura di pietrame intonacata	Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce	Pannello prefabbricato in cls	Parete a cassa vuota ⁶ con mattoni forati	Struttura isolata ⁷
0,15	-	2,31	4,03	-	0,59
0,20	-	1,84	3,64	-	0,57
0,25	3,55	1,54	3,36	1,20	0,54
0,30	3,19	1,33	3,15	1,15	0,52
0,35	2,92	1,18	2,98	1,11	0,50
0,40	2,70	1,06	2,84	1,11	0,48
0,45	2,52	0,97	2,73	1,11	0,46
0,50	2,37	0,89	2,63	1,11	0,44
0,55	2,24	0,82	2,54	1,11	0,42
0,60	2,13	0,77	2,46	1,11	0,40

Prospetto A.2: Trasmittanza termica dei cassonetti [W/m²K].

Tipologia di cassonetto	Trasmittanza termica
Cassonetto non isolato ⁸	6
Cassonetto isolato	1

⁵ I sottofinestra devono essere computati come strutture a parte.

⁶ Le trasmittanze sono calcolate considerando la camera d'aria a tenuta.

⁷ In presenza di strutture isolate dall'esterno (isolamento a cappotto), la trasmittanza della parete può essere calcolata sommando alla resistenza termica della struttura non isolata, opportunamente scelta nel prospetto A.1, la resistenza termica dello strato isolante.

⁸ Si considerano isolate quelle strutture che hanno un isolamento termico non inferiore ai 2 cm.

Prospetto A.3: Trasmittanza termica delle pareti interne verticali [W/m²K].

Spessore [m]	Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facce	Muratura di mattoni forati intonacati sulle due facce	Parete in cls intonacata	Parete a cassa vuota con mattoni forati	Struttura isolata
0,15	1,91	1,38	2,96	1,16	0,56
0,20	1,67	1,11	2,79	1,12	0,54
0,25	1,43	0,93	2,62	1,08	0,52
0,30	1,19	0,80	2,46	1,04	0,50

Prospetto A.4: Trasmittanza termica delle coperture piane e a falde [W/m²K].

Spessore [m]	Soletta piana non coibentata in laterocemento	Soletta piana coibentata	Tetto a falda in laterizio non coibentato	Tetto a falda in laterizio coibentato	Tetto in legno poco isolato	Tetto in legno mediamente isolato
0,15	2,00	0,77	2,77	0,87	1,31	0,72
0,20	1,76	0,72	2,39	0,81		
0,25	1,53	0,67	2,02	0,75		
0,30	1,30	0,61	1,65	0,68		
0,35	1,06	0,56	1,28	0,62		

Prospetto A.5: Trasmittanza termica dei solai sotto ambienti interni [W/m²K].

Spessore [m]	Soletta in laterocemento	Soletta in laterocemento confinante con sottotetto	Solaio prefabbricato in cls tipo Predalle	Soletta generica coibentata
0,20	1,59	1,68	2,16	0,68
0,25	1,39	1,47	2,01	0,63
0,30	1,19	1,25	1,87	0,58
0,35	1,00	1,03	1,73	0,53

Prospetto A.6: Trasmittanza termica dei solai a terra, su spazi aperti o su ambienti non riscaldati [W/m²K].

Spessore [m]	Soletta in laterocemento su cantina	Soletta in laterocemento su vespaio o pilotis	Basamento in laterocemento su terreno	Basamento in cls su terreno	Soletta generica coibentata su cantina-vespaio-pilotis
0,20	1,54	1,76	1,37	1,35	0,71
0,25	1,35	1,53	1,24	1,31	0,66
0,30	1,16	1,30	1,11	1,27	0,61
0,35	0,97	1,06	0,98	1,23	0,55

A.2 Capacità termica areica e costante di tempo

Una buona approssimazione della capacità termica areica è data dalla seguente formula (rif. UNI EN 832 - Appendice H):

$$\chi = \sum_i \rho_i \cdot c_i \cdot d_i$$

riferita ad una porzione del componente di spessore pari a 10 cm misurati dall'interno, dove ρ_i è la densità del materiale dello strato i , c_i è il calore specifico dello strato i , d_i è lo spessore dello strato i .

Nel caso si decida di omettere la determinazione della capacità termica areica di tutti i componenti della struttura edilizia, la costante di tempo della zona termica può essere ricavata attraverso una determinazione semplificata della capacità termica effettiva della zona termica.

Nel prospetto A.7 si riporta il valore della capacità termica effettiva per unità di volume lordo riscaldato in funzione della tipologia costruttiva.

Prospetto A.7: Capacità termica volumica della zona termica.

Tipologia costruttiva dell'edificio	Capacità termica volumica [kJ/(m ³ ·K)]
Edifici con muri in pietra o assimilabili	290
Edifici con muri in mattoni pieni o assimilabili	240
Edifici con muri in mattoni forati o assimilabili	130
Edifici con pareti leggere o isolati dall'interno	70

A.3 Parametri termici e solari delle finestre

La trasmittanza termica delle finestre si calcola in base a quanto riportato nella norma UNI EN ISO 10077-1.

La trasmittanza di energia solare totale dei componenti trasparenti può essere ricavata dall'appendice G della norma UNI EN 832.

Alcuni valori indicativi sono forniti nel prospetto A.8.

Prospetto A.8 - Coefficiente di trasmissione solare g_{\perp} di alcuni tipi di vetro

Tipo di vetro	g_{\perp}
Vetro singolo	0,82
Vetro singolo selettivo	0,66
Doppio vetro normale	0,70
Doppio vetro con rivestimento selettivo pirolitico	0,64
Doppio vetro con rivestimento selettivo catodico	0,62
Triplo vetro normale	0,60
Triplo vetro con rivestimento selettivo pirolitico	0,55
Triplo vetro con rivestimento selettivo catodico	0,53

A.4 Ponti termici

Per la valutazione dei ponti termici, in mancanza di dati attendibili, si applicano delle maggiorazioni ai valori delle dispersioni termiche delle strutture di riferimento secondo il prospetto A.9.

Prospetto A.9: Maggiorazioni percentuali relative alla presenza dei ponti termici [%].

Descrizione della struttura	Maggiorazione ⁹
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto senza aggetti/balconi)	0
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto con aggetti/balconi)	5
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati	10
Struttura isolata	20
Pannello prefabbricato in cls	30

A.5 Abaco delle strutture murarie utilizzate nelle varie zone d'Italia

Il presente abaco intende fornire indicazioni sulle principali strutture murarie utilizzate e sulla loro diffusione sul territorio nazionale. Si tratta di un elenco ancora incompleto che sarà oggetto di successivi aggiornamenti e implementazioni che comprenderanno anche una parte relativa alle strutture orizzontali.

Per un uso corretto dell'abaco vanno tenute presenti le seguenti note:

1. Le strutture sono state indicate tutte con intonaco. Nella realtà, non sempre l'intonaco è presente su entrambe le facce.
2. Gli spessori indicati sono orientativi e possono variare anche notevolmente.
3. Le strutture con camera d'aria sono state indicate tutte con densità apparente di 800 kg/m³ dei paramenti, tanto per quello interno che per quello esterno. Questa situazione è tipica per i muri di tamponamento di edifici con struttura portante di cemento armato. Nelle costruzioni in muratura portante, il paramento esterno è solitamente costituito da laterizio di massa volumica apparente superiore.
4. La massa volumica apparente indicata è quella definita dalla norma UNI 10351. Essa si riferisce alla muratura (mattoni e malta) senza l'intonaco che, ove esistente, va considerato a parte. Il paramento esterno, lato interno (intercapedine) si considera non intonacato, salvo che sia stato accertato il contrario.

⁹ Le maggiorazioni si applicano alle dispersioni della parete opaca e tengono conto anche della presenza dei serramenti e dei ponti termici relativi.

STRUTTURE VERTICALI

 STRUTTURA N. 1 DESCRIZIONE Muratura in mattoni pieni

Sezione struttura		Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
		1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	149
		2	Muro in mattoni pieni	1800	0,72	
		3	Intonaco esterno	1800	0,90	
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				

Spessori variabili da 15 a 80 cm e oltre.

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

 STRUTTURA N. 2 DESCRIZIONE Muratura in pietra listata con mattoni (con ricorsi di mattoni)

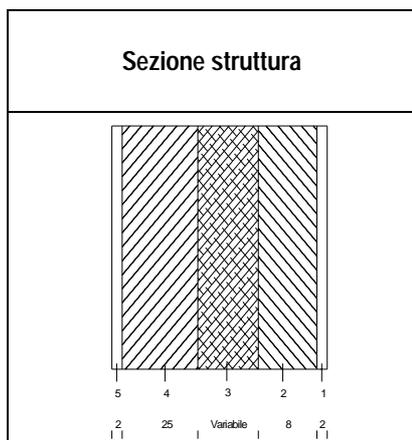
Sezione struttura		Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
		1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	163
		2	Mattoni e sassi	2000	0,90	
		3	Intonaco esterno	1800	0,90	
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				

Spessori variabili da 15 a 80 cm e oltre.

Negli edifici multipiano si riscontrano spessori decrescenti verso i piani più alti.

 STRUTTURA N. 3 DESCRIZIONE Muratura mista di mattoni e sassi

Sezione struttura		Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
		1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	163
		2	Mattoni e sassi	2000	0,90	
		3	Intonaco esterno	1800	0,90	
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				

STRUTTURA N. 4 DESCRIZIONE Muratura a sacco (con riempimento debolmente legato)


Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	
2	Muro interno di laterizio			
3	Riempimento debolmente legato			
4	Muro esterno di laterizio			
5	Intonaco esterno	1800	0,90	
6				
7				
8				
9				
10				

STRUTTURA N. 5 DESCRIZIONE Muratura di pietra


Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	
2	Blocchi in pietra	1800-3000		
3	Intonaco esterno	1800	0,90	
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Spessori variabili da 25 o 80 cm.

Le pietre utilizzate possono avere una massa volumica apparente variabile da 1800 a 3000 Kg/m³ a seconda del tipo di materiale.

STRUTTURA N. 6 DESCRIZIONE Muratura di laterizio semipieno


Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,7	109
2	Blocchi in laterizio	1200	0,43	
3	Intonaco esterno	1800	0,9	
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Spessori tipici da 20 a 30 cm.

STRUTTURA N. 7 DESCRIZIONE Muratura di blocchi forati di calcestruzzo non alleggerito

Sezione struttura		Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
		1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,7	127
		2	Blocchi in calcestruzzo	1400	0,5	
		3	Intonaco esterno	1800	0,9	
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				

Spessori tipici da 20 o 30 cm.

STRUTTURA N. 8 DESCRIZIONE Muratura in blocchi squadrati di tufo

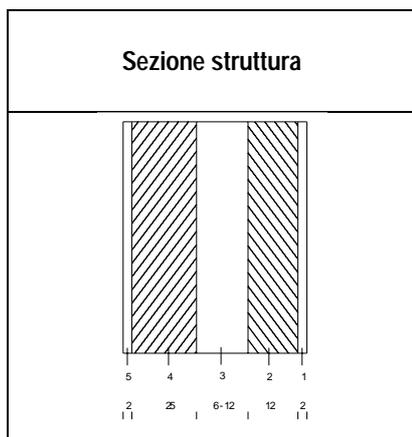
Sezione struttura		Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduttiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
		1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,7	112
		2	Blocchi in tufo	1600	0,7	
		3	Intonaco esterno	1800	0,9	
		4				
		5				
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				

Spessori tipici da 30 a 70 cm.

STRUTTURA N. 9 DESCRIZIONE Muratura a cassa vuota

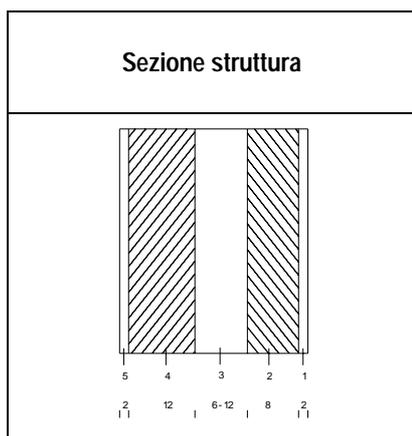
Sezione struttura		Rif.	Materiali	Massa vol. (kg/m ³)	Condutt. λ (W/(m·K))	χ [kJ/(m ² ·K)]
		1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	82
		2	Mattoni forati	800	0,30	
		3	Intercapedine d'aria	-		
		4	Mattoni forati	800	0,30	
		5	Intonaco esterno	1800	0,90	
		6				
		7				
		8				
		9				
		10				

Spessori variabili da 43 a 49 cm, (in funzione dell'intercapedine).

STRUTTURA N. 10 DESCRIZIONE Muratura a cassa vuota


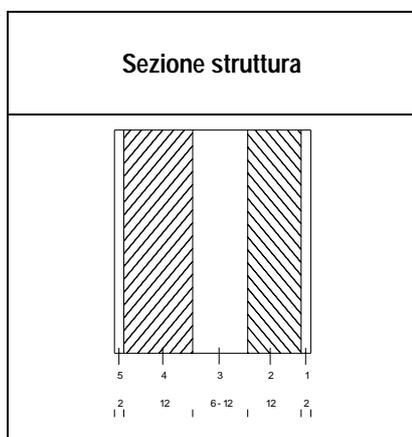
Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduktiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	82
2	Mattoni forati	800	0,30	
3	Intercapedine d'aria	-		
4	Mattoni forati	800	0,30	
5	Intonaco esterno	1800	0,90	
6				
7				
8				
9				
10				

Spessori variabili da 47 a 53 cm (in funzione dell'intercapedine).

STRUTTURA N. 11 Descrizione Muratura a cassa vuota


Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduktiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	82
2	Mattoni forati	800	0,30	
3	Intercapedine d'aria	-		
4	Mattoni forati	800	0,30	
5	Intonaco esterno	1800	0,90	
6				
7				
8				
9				
10				

Spessori variabili da 30 a 36 cm, (in funzione dell'intercapedine).

STRUTTURA N. 12 Descrizione Muratura a cassa vuota


Rif.	Materiali	Massa vol. [kg/m ³]	Conduktiv. [W/(m·K)]	χ [kJ/(m ² ·K)]
1	Intonaco interno (calce e gesso)	1400	0,70	82
2	Mattoni forati	800	0,30	
3	Intercapedine d'aria	-		
4	Mattoni forati	800	0,30	
5	Intonaco esterno	1800	0,90	
6				
7				
8				
9				
10				

Spessori variabili da 34 a 40 cm, (in funzione dell'intercapedine).

STRUTTURE ORIZZONTALI E COPERTURE

La parte relativa alle strutture orizzontali sarà pubblicata in successivi aggiornamenti.

DIFFUSIONE GEOGRAFICA DELLE STRUTTURE

Lombardia		
Epoca	Tipo di struttura	Note
Dal 1900 al 1950	1	Di uso generale.
	2	Principalmente nelle zone non distanti dagli arenili
	3	In montagna, ove la pietra è disponibile
Dopo il 1950	Da 7 a 10 Da 1 a 5	Negli edifici condominiali In casi sporadici, nelle ristrutturazioni edili parziali

Romagna		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1950	1	Nella provincia di Ravenna
Dal 1950 al 1970	4	
Dal 1900 al 1950	3	Nelle province di Forlì e Cesena
Dal 1950 al 1970	1 e 4	

Toscana		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1950	1 e 2	
Dopo il 1950	1 e 3	

Campania		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Fino al 1900	1 e 6	
Dal 1900 al 1950	6	
Dopo il 1950	9	

Abruzzo		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1970	3	Pescara e provincia (zone montane)
Dal 1960 al 1976	9	Pescara e provincia (zone urbane)

Liguria		
Epoca	Tipo di struttura	Indicazioni aggiuntive
Dal 1900 al 1955	3	Centro storico La Spezia e Sarzana – Palazzi e ville
	2	Periferia La Spezia e provincia
Dal 1950 al 1980	9	Edilizia economica e popolare (La Spezia)

APPENDICE B DATI DI RIFERIMENTO RIGUARDANTI L'UTENZA

B.1 Temperatura interna

Per gli edifici residenziali e del terziario¹⁰ si assume una temperatura interna costante pari a 20 °C.

Per gli edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali si assume una temperatura interna costante pari a 18 °C.

B.2 Numero di ricambi d'aria

Nel caso di ventilazione naturale:

- per gli edifici residenziali si assume un numero di ricambi d'aria¹¹ pari a 0,3 vol/h;
- per tutti gli altri edifici si assumono i valori di ricambio d'aria riportati nella norma UNI 10339. I valori degli indici di affollamento sono assunti pari al 60% di quelli riportati all'appendice A di detta norma.

Per gli edifici dotati di sistemi di ventilazione meccanica il ricambio d'aria è fissato pari a:

$$\dot{V} = \dot{V}_f \cdot (1 - \eta_v)$$

dove \dot{V}_f è la portata d'aria di progetto del sistema per ventilazione meccanica, η_v è il fattore di efficienza dell'eventuale recuperatore di calore dell'aria (pari a 0 se assente).

B.3 Durata del periodo di riscaldamento

La durata del periodo di riscaldamento è determinata in funzione della zona climatica¹², dipendente dai gradi giorno della località, secondo il prospetto seguente.

Prospetto B.1: Durata del periodo di riscaldamento.

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

B.4 Regime di funzionamento dell'impianto termico

Il regime di funzionamento dell'impianto termico è considerato continuo (senza attenuazione o spegnimento).

B.5 Gestione degli schermi

Nel calcolo della trasmittanza termica dei componenti trasparenti, qualora siano presenti elementi oscuranti (tapparelle), si considera un periodo giornaliero di chiusura di 12 ore.

¹⁰ Sono comprese le categorie da E.1 a E.7 previste dall'articolo 3 del D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412 (pubblicato sul S.O. della Gazzetta Ufficiale 14 ottobre 1993, n. 242).

¹¹ Il dato è riferito al volume netto.

¹² L'Italia è suddivisa in sei zone climatiche come previsto dall'articolo 2 del D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412.

Nel calcolo degli apporti termici dovuti alla radiazione solare incidente sulle superfici trasparenti, il fattore di riduzione F_c dovuto alla presenza di schermi (tende, tapparelle) deve essere assunto convenzionalmente pari a 0.8.

B.6 Apporti di calore interni medi

Le sorgenti interne di energia termica presenti all'interno di uno spazio chiuso sono generalmente dovute a occupanti, apparecchiature elettriche, di illuminazione, di cottura, acqua sanitaria reflua.

Gli apporti interni medi di calore derivanti dalla presenza di queste sorgenti sono ricavati in funzione della destinazione d'uso dei locali, in base ai valori riportati nel prospetto seguente.

Prospetto B.2: Valori globali degli apporti interni.

Utilizzazione	Apporti globali	Unità di misura
Appartamenti di superficie lorda in pianta S fino a 200 m ²	6,25 - 0,02· S	W/m ²
Appartamenti di superficie lorda in pianta S maggiore di 200 m ²	450	W
Edifici adibiti ad uffici	6	W/m ²
Edifici adibiti ad attività commerciali	8	W/m ²

dove S rappresenta l'area lorda in pianta (muri compresi) dell'appartamento.

APPENDICE C SCHEDE PER L'ACQUISIZIONE DEI DATI NECESSARI PER IL CALCOLO

C.1 Schema planimetrico dell'edificio

Lo schema planimetrico dovrebbe contenere anche gli edifici circostanti ed ogni altro elemento atto a schermare la radiazione solare o a influenzare il profilo dei venti.

C.2 Schema per l'individuazione delle zone termiche, degli spazi non riscaldati e delle facciate

A titolo di esempio, nella figura C.1 si riporta lo schema di individuazione delle zone termiche, degli spazi non riscaldati e delle facciate.

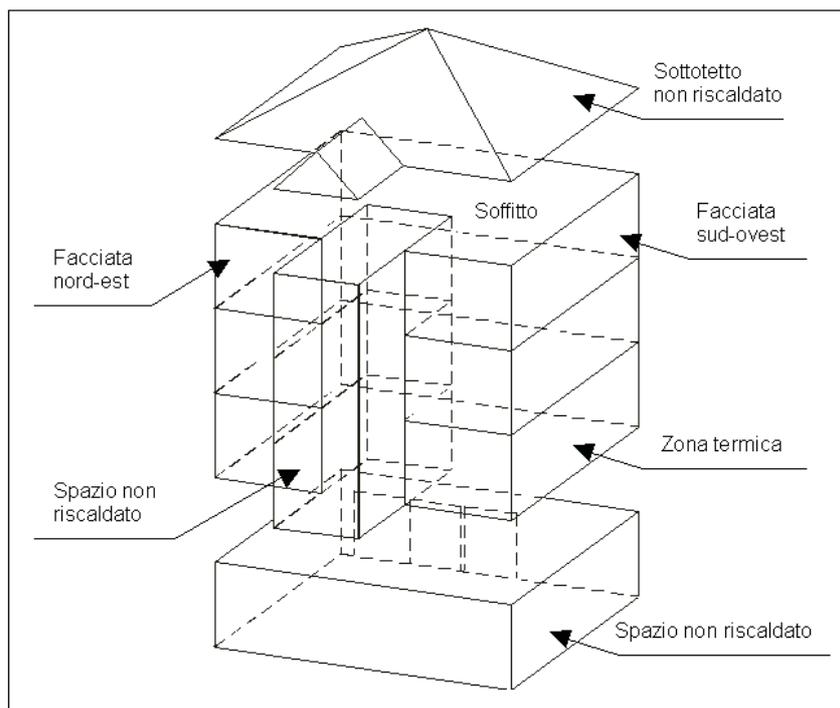


Figura C.1: Esempio di individuazione delle zone termiche, degli spazi non riscaldati e delle facciate.

C.3 Abaco delle facciate, delle chiusure superiori e inferiori, e delle partizioni interne

Facciate

Per ogni facciata si compilino le seguenti tabelle:

Facciata n. _____

Orientamento della facciata _____

Dimensioni della facciata _____

Sigla identificativa del componente	Tipo di componente (*)	Area [m ²]	F _s (solo per infissi)

(*) Parete perimetrale verticale, infisso esterno verticale, sottofinestra, cassonetto, ...

Sigla identificativa del ponte termico	Tipo di ponte termico (**)	Lunghezza [m]	

(**) Si veda la classificazione riportata nella norma UNI EN ISO 14683.

A titolo di esempio, nella figura C.2 si riporta lo schema di suddivisione di una facciata in superfici tra loro omogenee.

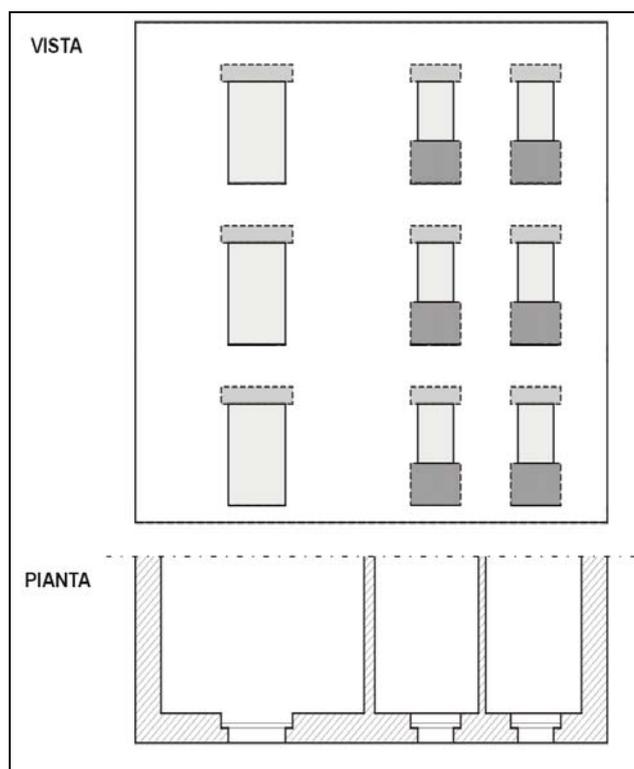


Figura C.2: Esempio di suddivisione di una facciata in superfici tra loro omogenee.

Chiusure superiori

Per ogni insieme di chiusure superiori si compilino le seguenti tabelle.

Chiusura superiore n. _____

Orientamento della chiusura superiore _____

Dimensioni della chiusura superiore _____

Sigla identificativa del componente	Tipo di componente (***)	Area [m ²]	F _s (solo per infissi)

Sigla identificativa del ponte termico	Tipo di ponte termico	Lunghezza [m]	F _s (solo per infissi)

(***) Copertura, lucernario, ...

Chiusure inferiori

Per ogni insieme di chiusure inferiori si compilino le seguenti tabelle.

Chiusura inferiore n. _____

Orientamento della chiusura inferiore _____

Dimensioni della chiusura inferiore _____

Sigla identificativa del componente/ponte termico	Tipo di componente	Area [m ²]	Tipo di ambiente confinante

Sigla identificativa del ponte termico	Tipo di ponte termico	Lunghezza [m]	Tipo di ambiente confinante

Partizioni interne

Per le partizioni interne si compili la seguente tabella.

Sigla identificativa del componente	Tipo di componente	Area [m ²]	Tipo di ambiente confinante

C.4 Caratterizzazione dei componenti opachi

Per tutti i tipi di componente opaco si compili la seguente tabella.

Sigla identificativa del componente	Tipo di componente	Tipologia costruttiva (***)	Spessore [m]	U [W/m ² K]	X [J/m ² K]

(***) Si faccia riferimento alle tipologie costruttive definite nell'appendice A della presente raccomandazione.

C.5 Caratterizzazione degli infissi

Per tutti i tipi di infisso si compili la seguente tabella.

Sigla identificativa del componente	Tipo di componente	Tipologia di vetro	Tipologia di telaio	Tipologia di oscuramento esterno	U [W/m ² K]	g [-]	F _F [-]

C.6 Caratterizzazione dei ponti termici

Per tutti i tipi di ponte termico individuati si compili la seguente tabella.

Sigla identificativa del ponte termico	Tipologia di ponte termico	ψ [W/mK]

APPENDICE D ESEMPIO DI LISTA DESCRITTIVA DELL'EDIFICIO

LOCALITÀ _____ PROVINCIA _____

GRADI GIORNO _____ ZONA CLIMATICA _____

EDIFICIO _____ UNITA' IMMOBILIARE _____

ANNO DI COSTRUZIONE _____

DESTINAZIONE D'USO _____

TIPOLOGIA EDILIZIA (in linea, a torre, a schiera, casa isolata, ecc.) _____

TIPOLOGIA COSTRUTTIVA (muratura portante, telaio in c.a., telaio in acciaio, ecc.) _____

VOLUME LORDO DELLO SPAZIO RISCALDATO _____

RAPPORTO TRA SUPERFICIE DISPEDENTE E VOLUME LORDO DELLO SPAZIO RISCALDATO _____

RAPPORTO TRA SUPERFICIE FINESTRATA E SUPERFICIE DISPEDENTE DELLO SPAZIO RISCALDATO _____

TIPO DI IMPIANTO TERMICO _____

TIPO DI TERMINALI (radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti, bocchette, ...) _____

TIPO DI REGOLAZIONE (climatica, di zona, locale, ...) _____

TIPO DI GENERATORE (caldaia a gas, pompa di calore, ...) _____

ANNO DI INSTALLAZIONE _____

VALORI DEI CONSUMI ANNUI PER RISCALDAMENTO E PER LA PRODUZIONE DI A.C.S (ultimi 3 anni)

ANNO _____ CONSUMI _____

ANNO _____ CONSUMI _____

ANNO _____ CONSUMI _____

IMPIEGO DI TECNOLOGIE PER L'UTILIZZAZIONE DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA

SISTEMA	ADOZIONE (sì / no)	NOTE
Sistemi fotovoltaici		
Sistemi fotovoltaici integrati		
Impianti termici ad energia solare		
Collettori solari per acqua calda sanitaria		
Impianti termici a biomassa		
Sistemi solari passivi		
Tecniche di architettura bioclimatica		
Sistemi di cogenerazione		
Teleriscaldamento/teleraffreddamento		

Prestazioni energetiche degli edifici

Climatizzazione invernale e produzione di acqua calda per usi igienico - sanitari

Raccomandazione del Sottocomitato n.6 “Riscaldamento e ventilazione”

Calcolo del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti di impianto

Certificazione energetica – Dati relativi agli impianti

Indice

0 Introduzione	39
1 Scopo e campo di applicazione.....	39
2 Riferimenti normativi	40
3 Definizioni	40
4 Simboli	41
5 Fabbisogni di energia	44
5.1 Fabbisogno di energia termica utile dell'involucro edilizio	44
5.1.1 Fabbisogno ideale.....	44
5.1.2 Fabbisogno ideale netto.....	45
5.1.3 Fabbisogno corretto per gestione autonoma.....	45
5.1.4 Fabbisogno effettivo.....	45
5.2 Fabbisogno di energia termica utile per produzione acqua calda per usi igienico – sanitari	46
5.2.1 Generalità.....	46
5.2.2 Edifici destinati ad abitazione	46
5.2.3 Edifici a destinazione diversa dalle abitazioni	47
5.2.4 Fabbisogno corretto	48
5.3 Fabbisogni di energia primaria per altri usi.....	48
6 Metodi di calcolo	48
6.1 Metodo di calcolo previsto dalla normativa europea	48
6.2 Calcolo secondo la norma UNI 10348.....	49
6.2.1 Calcolo per i sistemi di riscaldamento	49
6.2.1.1 Sottosistema di emissione.....	50
6.2.1.2 Sottosistema di regolazione	51
6.2.1.3 Sottosistema di distribuzione.....	52
6.2.1.4 Sottosistema di produzione	53
6.2.1.4.1 Sottosistema di produzione con generatore a funzionamento on-off.....	53
6.2.1.4.2 Sottosistema di produzione con generatore a condensazione	54
6.2.1.5 Fabbisogno totale di energia elettrica del sistema di riscaldamento.....	55
6.2.1.6 Fabbisogno di energia primaria del sistema di riscaldamento	55
6.2.1.7 Rendimento di produzione medio stagionale	55
6.2.1.8 Rendimento globale medio stagionale	55
6.3 Calcolo per i sistemi di produzione acqua calda per usi igienico – sanitari	56
6.3.1 Sottosistema di erogazione	56
6.3.2 Sottosistema di distribuzione.....	56
6.3.3 Sottosistema di accumulo	58
6.3.4 Sottosistema di produzione	58
6.3.5 Definizione dei dati di ingresso.....	59

6.4 Calcolo dei rendimenti, delle perdite e dei fabbisogni di energia primaria per i sistemi combinati di riscaldamento e di produzione di acqua calda per usi igienico – sanitari	59
7 Consumi effettivi di combustibile: metodi unificati di determinazione	60
7.1 Sistemi con misuratore dedicato al solo riscaldamento o alla sola acqua calda sanitaria	60
7.2 Sistemi promiscui	60
7.3 Sistemi dotati di misuratore del combustibile	61
7.3.1 Attribuzione indiretta	61
7.3.2 Misura diretta	62
7.4 Impianti alimentati da serbatoi privi di misuratore del combustibile	62
Errata corrige alla norma UNI 10348.....	62
APPENDICE A Calcolo delle temperature di ritorno e di mandata al generatore.....	63
APPENDICE B Schemi di flusso e prospetti di calcolo	74

0. INTRODUZIONE

L'impianto di riscaldamento e/o di produzione di acqua calda per usi igienico - sanitari è il sistema destinato a fornire energia termica all'edificio in quantità sufficiente ad assicurare, in un determinato periodo di tempo, il mantenimento di condizioni interne di temperatura prefissate e/o per produrre i quantitativi di acqua calda per usi igienico - sanitari richiesti.

Nella presente raccomandazione il termine sistema viene utilizzato quale sinonimo di impianto, come nella traduzione italiana di norme CEN.

L'energia primaria necessaria per produrre l'energia termica utile richiesta dall'edificio ai fini qui sopra indicati, è data dalla somma dell'energia termica utile richiesta dall'involucro edilizio, calcolata prescindendo dal comportamento del sistema di riscaldamento, e delle perdite di energia, calcolate in relazione al sistema di riscaldamento previsto o installato.

La norma tecnica UNI 10348 fornisce metodi e valori convenzionali per determinare il rendimento globale del sistema di riscaldamento e per il calcolo del fabbisogno di energia primaria.

La norma prescrive modalità per il calcolo del rendimento delle singole parti che compongono il sistema, parti che nella presente raccomandazione, come nel progetto di norma CEN, sono definite sottosistemi. Ciascuno di tali sottosistemi assolve ad una particolare funzione nell'ambito del sistema. Ad esempio il sottosistema di emissione comprende unità terminali che forniscono all'ambiente l'energia termica necessaria per ottenere nella zona occupata degli ambienti la temperatura prefissata e, comunque, per assicurare in tale zona condizioni di benessere termico.

La presente raccomandazione, recependo l'orientamento della normativa tecnica europea in fase di elaborazione, prevede, oltre al calcolo del rendimento globale del sistema in base ai rendimenti dei singoli sottosistemi che lo compongono, come prescritto dalla norma UNI 10348, anche la determinazione delle corrispondenti perdite termiche.

1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente raccomandazione ha i seguenti scopi:

- i) integrare e supportare la norma UNI 10348 con procedure di calcolo relative a componenti non considerati in tale norma, essendo la loro introduzione sul mercato intervenuta dopo la pubblicazione della norma tecnica
- ii) definire standard di riferimento per i fabbisogni di energia termica utile per la produzione di acqua calda per usi igienico – sanitari e specificare i metodi di calcolo delle perdite di tali sistemi
- iii) definire in modo univoco tutti i dati di ingresso necessari per il calcolo delle perdite dei sistemi di riscaldamento e di produzione acqua calda per usi igienico – sanitari, sia nei sistemi di nuova progettazione che nei sistemi esistenti
- iv) stabilire sin d'ora un raccordo tra l'utilizzo della norma UNI 10348 ed i procedimenti di calcolo previsti nella normativa europea in fase di sviluppo
- v) definire criteri e modalità unificate per i rilievi dei consumi

La presente raccomandazione si applica a sistemi di nuova progettazione, ristrutturati o esistenti:

- per il solo riscaldamento
- misti o combinati per riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria
- per sola produzione acqua calda per usi igienico - sanitari

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

UNI EN 832	Prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento – Edifici residenziali
prEN ISO 13790	Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento
UNI 10348	Riscaldamento degli edifici - Rendimenti dei sistemi di riscaldamento Metodo di calcolo
UNI 10347	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Energia termica scambiata tra una tubazione e l'ambiente circostante – Metodo di calcolo

3 DEFINIZIONI

Le seguenti definizioni integrano quelle della norma tecnica UNI 10348, ai fini dell'utilizzo della presente raccomandazione:

3.1 coefficiente di utilizzazione (termico o elettrico): è il rapporto tra l'energia termica (o l'energia elettrica) uscente dal sistema o dal sottosistema e l'energia entrante. Tale definizione si applica a tutti i sottosistemi considerati nella norma UNI 10348 e nella presente raccomandazione, salvo che al sottosistema di produzione, nel quale si attua la conversione da energia primaria in energia termica utile

3.2 perdite di energia termica non recuperabili: parte delle perdite che vanno ad aumentare il fabbisogno di energia termica

3.3 perdite di energia termica recuperabili: parte delle perdite che possono essere utilizzate per diminuire il fabbisogno di energia termica

3.4 perdite di energia termica recuperate: parte delle perdite recuperabili effettivamente utilizzate per diminuire il fabbisogno di energia termica

3.5 perdite di emissione: perdite di energia termica che aumentano il fabbisogno delle unità terminali dovute a non omogenea distribuzione della temperatura dell'aria negli ambienti od a flussi di calore verso l'esterno

3.6 perdite di regolazione: perdite di energia termica dovute alla regolazione imperfetta della temperatura degli ambienti riscaldati, comprese le perdite recuperabili

3.7 perdite di distribuzione: perdite di energia termica della rete di distribuzione, comprese le perdite recuperabili

3.8 perdite di produzione: perdite di energia termica del sottosistema di produzione, comprese le perdite in funzionamento ed in stand - by nonché le perdite dovute al controllo non ideale del sistema di generazione, comprese le perdite recuperabili

3.9 perdite del sistema, totali: perdite di calore complessive del sistema di riscaldamento e/o di produzione acqua calda sanitaria

3.10 perdite di erogazione: perdite di energia termica nei sistemi di acqua calda sanitaria dovute ad imperfetta regolazione della temperatura di erogazione

3.11 perdite di accumulo: perdite di energia termica dovute alle dispersioni in ambiente di serbatoi di accumulo di acqua calda sanitaria. Possono essere recuperabili o non recuperabili

3.12 fabbisogno netto di energia termica: fabbisogno diminuito della quantità di perdite recuperate

3.13 sistemi centralizzati di produzione di acqua calda per usi igienico – sanitari: sistemi destinati a servire più unità immobiliari in un edificio, dedicati o combinati

3.14 sistemi autonomi di produzione di acqua calda per usi igienico – sanitari: sistemi aventi portata termica minore di 35 kW e destinati a servire un'unica unità immobiliare, dedicati o combinati

3.15 sistemi di riscaldamento con gestione autonoma: sistemi di riscaldamento o di produzione acqua calda sanitaria serviti da generatore di calore per singola unità immobiliare o dotati di contabilizzazione dell'energia termica consumata da ogni singola unità immobiliare

3.16 fattore di gestione autonoma: fattore che tiene conto, in misura convenzionale, della riduzione di fabbisogno di energia per gestione autonoma

4 SIMBOLI

L'utilizzo della norma UNI 10348, nel più vasto quadro definito dalla presente raccomandazione, richiede la definizione di una procedura per l'attribuzione univoca di codici di identificazione a tutte le grandezze, sia a quelle già previste dalla norma tecnica UNI 10348, sia a quelle qui introdotte.

La codifica dei simboli definita nel presente paragrafo consente l'introduzione dei nuovi simboli richiesti, recependo al tempo stesso tutti quelli della norma UNI 10348.

La norma UNI EN 832 adotta al paragrafo 9 una simbologia che differisce, per alcune grandezze citate, da quella adottata dalla UNI 10348.

La norma UNI EN 832 fornisce il metodo di calcolo solo per il fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento dell'edificio (nella norma è definito "fabbisogno di calore per il riscaldamento dello spazio").

Per tale grandezza sia la UNI EN 832 che la UNI 10348 adottano lo stesso simbolo Q_h .

Per il fabbisogno di energia termica utile per acqua calda sanitaria la norma UNI EN 832 adotta il simbolo Q_w , adottato anche dalla presente specifica.

I due dati fondamentali di ingresso per la norma UNI 10348 hanno quindi identico simbolo.

Considerato che per tutte le altre grandezze citate al paragrafo 9 della UNI EN 832, la norma stessa non fornisce metodi di calcolo, ma si deve fare riferimento alla norma UNI 10348 ed alla presente raccomandazione, si raccomanda di fare riferimento ai simboli per tali grandezze qui indicati.

Prospetto 1 - Simboli fondamentali

Grandezza	Simbolo	Unità di misura
Energia	Q	J
Potenza termica	Φ	W
Potenza elettrica	W	W
Rendimento	η	-
Perdita termica percentuale	P	%
Periodo di tempo	t	S
Temperatura	θ	°C K
Portate di acqua	V	l/h
Densità	ρ	kg/m ³
Calore specifico	C	J/kg K
Consumo energetico misurato	C ₀	MJ
Quantità di combustibile allo stato liquido (con pedici specifici)	CQ	m ³
Superficie	S	m ²
Lunghezza o diametro	D	m
Conduttività	λ	W/mK
Numero di ore	N	Ore
Numero di secondi	S	s
Numero di giorni	n _{gg}	GG
Numero di persone per zona o edificio	N _{persone}	Persone/zona
Numero di presenze per zona o edificio nel periodo elementare di calcolo	N _{presenze}	Persone/zona • periodo
Numero di posti (ossia numero massimo di persone che una zona o edificio possono ospitare)	N _{posti}	Persone/zona

Prospetto 2 - Pedici identificativi di sistema

Sistema	Pedice
Solo riscaldamento	R
Solo produzione acqua calda sanitaria	W oppure acs
Combinato	R, W

Prospetto 3 - Pedici identificativi di sottosistema

Sottosistema	Pedice
Emissione (solo per riscaldamento)	e
Erogazione (solo per acqua calda sanitaria)	er
Regolazione (solo per riscaldamento)	c
Distribuzione (sia per riscaldamento che per acqua calda sanitaria)	d
Accumulo (solo per acqua calda sanitaria)	s
Produzione (sia per riscaldamento che per acqua calda per usi igienico – sanitari)	p
Generico	x

Prospetto 4 - Pedici identificativi dei rendimenti

Rendimento	Pedice
Termico utile	tu
Di combustione	c
Del sistema elettrico nazionale	sen
Di produzione medio stagionale	ps

Prospetto 5 - Pedici identificativi delle quantità di energia

Energia	Pedice
Energia termica utile ideale per riscaldamento	h
Energia termica utile ideale per produzione acqua calda sanitaria	W
Energia primaria totale	nessuno
Energia utile	u
Perdite di energia termica utile	l
Perdite di energia termica utile non recuperabili	lnr
Perdite di energia termica utile recuperabili	lrr
Perdite di energia termica utile recuperate	rh
Energia primaria da combustibili fossili	c
Energia elettrica	e
Energia uscente da un sottosistema	out
Energia entrante in un sottosistema	in

Prospetto 6 - Fabbisogni di energia termica utile per riscaldamento

Fabbisogno	Simbolo
Fabbisogno energetico utile ideale richiesto da ciascuna zona in regime continuo	Q_h
Fabbisogno energetico utile ideale richiesto da ciascuna zona in regime non continuo	Q_{hvs}
Fabbisogno energetico utile effettivo richiesto da ciascuna zona in regime continuo (tiene conto delle perdite di emissione e di regolazione)	Q_{hr}
Fabbisogno energetico utile effettivo richiesto da ciascuna zona in regime non continuo (tiene conto delle perdite di emissione e di regolazione)	Q_{hvsr}

Prospetto 7 - Fabbisogni di energia termica utile per acqua calda per usi igienico - sanitari

Fabbisogno	Simbolo
Fabbisogno energetico utile ideale richiesto	Q_{hW}
Fabbisogno energetico utile effettivo richiesto (tiene conto delle perdite di erogazione)	Q_{hrW}

Prospetto 8 - Pedici per i fabbisogni di energia elettrica e le potenze elettriche

Fabbisogno	Pedice
Fabbisogno globale di energia elettrica per ausiliari di sistema	aux
Fabbisogno di energia elettrica per pompe asservite al generatore	po
Fabbisogno di energia elettrica per pompe della rete di distribuzione	pod
Fabbisogno di energia elettrica il bruciatore del generatore	br
Ventilo – convettori o unità terminali con ventilatore di attivazione	v

Prospetto 9 - Pedici per le perdite percentuali

Perdita percentuale	Pedice
Perdite termiche al camino (secche) a bruciatore funzionante	f
Perdite termiche al camino a bruciatore spento	fbs
Perdite termiche del generatore verso l'ambiente	d

Prospetto 10 - Pedici per le potenze termiche

Potenza termica	Pedice
Potenza termica nominale del focolare del generatore	cn
Potenza termica utile nominale del generatore	un
Nominale in genere	n

Prospetto 11 - Altri pedici relativi all'appendice A

Temperature	Pedice
Average per medio	av
Flow per mandata	f
Return per ritorno	r
Boiler per caldaia	b

Prospetto 12 - Fattori adimensionali

Potenza termica	Simbolo
Fattore di carico del focolare	FC
Fattore di carico utile	CP
Fattore di riduzione per gestione autonoma	f_{cont}
Fattore che tiene conto del numero di servizi per unità immobiliare	f_{bagni}
Fattore di occupazione (tiene conto della percentuale di utilizzo dei posti disponibili per zona o edificio)	$f_{occupazione}$

5. FABBISOGNI DI ENERGIA

Ai fini della presente raccomandazione si considerano:

- i) fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento dell'involucro edilizio
- ii) fabbisogno di energia termica utile per acqua calda per usi igienico – sanitari
- iii) fabbisogni di energia primaria per usi di cottura

I fabbisogni i) e ii) sono i dati di ingresso per i calcoli previsti secondo la norma UNI 10348 e la presente raccomandazione.

I fabbisogni al punto iii) sono valori convenzionali forniti al solo scopo di depurare, in modo unificato, i consumi promiscui da quelli derivanti da usi diversi dal riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria.

5.1 Fabbisogno di energia termica utile dell'involucro edilizio

Ai fini della presente raccomandazione, il fabbisogno di energia termica utile effettivo dell'involucro edilizio è articolato in:

- i) fabbisogno ideale per il quale si rimanda alla norma UNI EN 832 (o prEN ISO 13790) integrata dalla raccomandazione CTI/SC1, che definisce i dati di ingresso da utilizzare per i calcoli
- ii) fabbisogno ideale netto ottenuto sottraendo al fabbisogno ideale le perdite eventualmente recuperate dal sistema di riscaldamento o dal sistema di acqua calda sanitaria
- iii) fabbisogno corretto in base al fattore di riduzione per gestione autonoma
- iv) fabbisogno effettivo, che tiene conto delle perdite di emissione e di regolazione.

5.1.1 Fabbisogno ideale

Il fabbisogno ideale di energia termica utile Q_h dell'involucro edilizio si calcola secondo la norma UNI EN 832 (o prEN ISO 13790) e la raccomandazione CTI/SC1.

Tale fabbisogno, definito ideale, è un parametro che identifica la qualità dell'isolamento termico dell'edificio ed è il dato fondamentale di ingresso per il calcolo dei fabbisogni energetici effettivi.

Il fabbisogno Q_h è riferito al funzionamento continuo, cioè al mantenimento di una temperatura interna dell'edificio costante nel tempo. Il fabbisogno ideale di calore per il riscaldamento intermittente Q_{hvs} dell'edificio

(cioè con temperatura interna variabile nel tempo) può essere calcolato secondo UNI EN 832 (o prEN ISO 13790).

5.1.2 Fabbisogno ideale netto

Dal fabbisogno Q_h (o Q_{hvs}) si devono dedurre eventuali perdite recuperate Q_{rh} dal sistema di riscaldamento e dal sistema di acqua calda sanitaria.

Si ha quindi:

$$Q'_h = Q_h - Q_{rh} \quad (1)$$

5.1.3 Fabbisogno corretto per gestione autonoma

Nel caso di gestione autonoma si considera una riduzione del fabbisogno pari al 10% e si applica il fattore $f_{cont} = 0,9$. Si ha quindi il fabbisogno corretto:

$$Q''_h = f_{cont} Q'_h \quad (2)$$

Ovviamente in caso di gestione non autonoma il fattore assume il valore 1.

5.1.4 Fabbisogno effettivo

Il calcolo, come sin qui descritto, non tiene conto delle perdite determinate dalle caratteristiche dei sottosistemi di emissione e di regolazione previsti o installati nell'edificio, quali distribuzione di temperatura non uniforme nello spazio riscaldato, imperfezioni della regolazione per ritardi od anticipi nella erogazione del calore, mancato utilizzo di apporti gratuiti.

Per calcolare il fabbisogno effettivo dell'edificio, si deve quindi tenere conto di fattori negativi, quali:

- maggiori perdite verso l'esterno dovute ad una distribuzione non uniforme di temperatura dell'aria all'interno degli ambienti riscaldati
- maggiori perdite verso l'esterno dovute alla presenza di corpi scaldanti annegati nelle strutture
- perdite nel sottosistema emissione dovute ad una regolazione non ideale
- eventuale mancato sfruttamento di apporti gratuiti conteggiati nel calcolo di Q_h , che si traducono in maggiori temperature ambiente anziché riduzioni dell'emissione di calore
- sbilanciamento dell'impianto

e di fattori positivi, quali:

- trasformazione in calore dell'energia elettrica impiegata nelle unità terminali;
- eventuali perdite recuperate dai sistemi di riscaldamento e acqua calda sanitaria.

In definitiva l'energia termica utile effettiva Q_{hr} che deve essere consegnata dal sottosistema distribuzione ai sottosistemi di emissione e regolazione è data, in generale, da:

$$Q_{hr} = Q''_h + Q_{l,e} + Q_{l,c} - Q_{e,rr} \quad (3)$$

Dove i simboli, che qui riportiamo anche a titolo di esempio della codifica, indicano:

- Q''_h fabbisogno ideale con eventuale correzione per gestione autonoma
- $Q_{l,e}$ perdite totali di emissione
- $Q_{l,c}$ perdite totali di regolazione
- $Q_{e,rr}$ energia termica recuperata dall'energia elettrica del sottosistema di emissione

5.2 Fabbisogno di energia termica utile per produzione di acqua calda per usi igienico - sanitari

5.2.1 Generalità

Secondo la presente raccomandazione il fabbisogno di energia termica utile per produzione di acqua calda per usi igienico - sanitari $Q_{h,w}$ si calcola con i seguenti criteri:

i) Edifici o singole unità immobiliari destinate ad abitazione

Il calcolo si effettua attribuendo valori convenzionali di fabbisogno specifico di acqua calda sanitaria riferiti alla superficie (muri compresi) dell'abitazione, diversificato in relazione alla classe di superficie e con coefficienti correttivi, che tengono conto del numero di servizi installati

ii) Edifici con destinazione diversa dalle abitazioni

Il calcolo si effettua attribuendo valori convenzionali di fabbisogno specifico di acqua calda sanitaria per occupante e tenendo conto di un fattore di occupazione, che può variare da un intervallo elementare di calcolo all'altro in accordo con l'utilizzo previsto dell'edificio

Il fabbisogno elementare di acqua calda sanitaria V'_w è riferito al giorno.

Il fabbisogno di energia utile per la produzione dell'acqua calda sanitaria $Q_{h,w}$ si ricava dal fabbisogno specifico di acqua calda sanitaria V'_w , con la formula:

$$Q_{h,w} = V'_w \cdot \rho \cdot C \cdot n_{gg} \cdot (\theta_w - \theta_0) \quad (4)$$

dove:

V'_w volume di acqua calda sanitaria giornaliero richiesto durante il periodo di calcolo in litri/giorno (calcolato secondo quanto esposto ai successivi paragrafi 5.2.2 e 5.2.3)

ρ densità dell'acqua

C calore specifico dell'acqua = 4186 J/kg·K

n_{gg} numero di giorni nel periodo di calcolo

θ_w temperatura di erogazione dell'acqua calda sanitaria

θ_0 temperatura della rete dell'acqua fredda sanitaria

I fabbisogni convenzionali di energia termica utile per la produzione dell'acqua calda sanitaria dei prospetti seguenti sono basati su una differenza di temperatura tra acqua fredda e acqua calda di 25 °C, corrispondente ad una temperatura di ingresso di 15 °C ed una temperatura di erogazione convenzionale di 40 °C.

Nel caso di temperature di ingresso notevolmente diverse dell'acqua fredda, il valore può essere diverso da 15 °C e differenziato nei diversi mesi (o intervalli di calcolo), ove giustificato, mantenendo invariato il dato di fabbisogno specifico giornaliero m'_w .

5.2.2 Edifici destinati ad abitazione

Il calcolo di V'_w si basa sui valori di fabbisogno m'_w espresso in l/giorno per m² di superficie lorda (muri compresi) contenuti nel prospetto 13, ai quali si applicano i fattori di correzione f_{bagni} del prospetto 14, che tengono conto del numero di servizi di cui l'abitazione è dotata:

Prospetto 13 – Valori di m'_w e Q'_w

Superficie lorda dell'abitazione S	Fabbisogno specifico m'_w l/m ² giorno	Fabbisogno specifico Q'_w MJ/ m ² giorno
$S < 50 \text{ m}^2$	3	0,314
$50 \leq S < 120 \text{ m}^2$	2,5	0,262
$120 \leq S < 200 \text{ m}^2$	2,0	0,21
$S \geq 200 \text{ m}^2$	1,5	0,157

Prospetto 14 – Fattore di correzione f_{bagni}

Numero di bagni N_{bagni}	fattore f_{bagni}
1	1
2	1,33
3 o più	1,66

Il fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria in litri V'_w è dato quindi da:

$$V'_w = m'_w \cdot S \cdot f_{\text{bagni}} \quad (5)$$

dove S è la superficie lorda (muri compresi) dell'abitazione.

Il prospetto 13 fornisce anche direttamente il fabbisogno specifico di energia utile per la produzione dell'acqua calda sanitaria Q'_w nel caso standard in cui $\theta_w=40^\circ\text{C}$ e $\theta_0=15^\circ\text{C}$. In questo caso il fabbisogno di energia utile per la produzione dell'acqua calda sanitaria $Q_{h,w}$ si calcola come segue:

$$Q_{h,w} = Q'_w \cdot S \cdot f_{\text{bagni}} \cdot n_{\text{gg}} \quad (6)$$

Nel caso in cui il sistema sia a gestione autonoma, ossia con produzione per unità immobiliare o nel caso di distribuzione condominiale con contabilizzazione, si applica un fattore di riduzione $f_{\text{cont},W}$ come specificato al paragrafo 5.2.4.

5.2.3 Edifici a destinazione diversa dalle abitazioni

Nel caso di alberghi o comunità il fabbisogno giornaliero di acqua calda sanitaria V'_w si ottiene da:

$$V'_w = V'_p \cdot N_{\text{presenze}} \quad (7)$$

dove

V'_p è il fabbisogno di acqua calda sanitaria per persona e per giorno, riportato nel prospetto 15 [l/pp-gg]

N_{presenze} è il numero di persone convenzionalmente presenti nell'intervallo elementare di calcolo [pp]

Il valore di N_{presenze} si ottiene moltiplicando il numero totale di posti disponibili per un fattore di occupazione giornaliero ossia:

$$N_{\text{presenze}} = f_{\text{occupazione}} \cdot N_{\text{posti}} \quad (8)$$

Il valore di N_{presenze} si può calcolare con fattori $f_{\text{occupazione}}$ giornalieri differenziati per ogni giorno del mese oppure con un fattore medio mensile differenziato per mese.

Prospetto 15 – Valori di V'_p e Q'_w per edifici non residenziali

Tipologia	V'_p l/giorno·persona	Fabbisogno Q'_w MJ/ persona·giorno
Alberghi con servizio per ogni camera con bagno	120	12,6
con doccia	60	6,28
Alberghi con servizi comuni	50	5,24
Collegi, altre comunità	50	5,24
Ospedali con servizi comuni	50	5,24
Cliniche con servizi in ogni stanza	120	12,6
Uffici	20	2,1
Stabilimenti con docce	40	4,19

Il prospetto 15 fornisce anche direttamente il fabbisogno specifico di energia utile per la produzione dell'acqua calda sanitaria Q'_w nel caso standard in cui $\theta_w=40$ °C e $\theta_0=15$ °C. In questo caso il fabbisogno di energia utile per la produzione dell'acqua calda sanitaria $Q_{h,w}$ si può calcolare come segue:

$$Q_{h,w} = Q'_w \cdot N_{\text{posti}} \cdot f_{\text{occupazione}} \cdot n_{\text{gg}} \quad (9)$$

5.2.4 Fabbisogno corretto

Il fabbisogno corretto si calcola tenendo conto di un fattore di riduzione del fabbisogno di riduzione per gestione autonoma definito come nel caso dei sistemi di riscaldamento.

Si ha quindi:

$$Q'_{h,w} = f_{\text{cont},w} Q_{h,w} \quad (10)$$

Al fattore $f_{\text{cont},w}$ si attribuiscono i seguenti valori:

- gestione autonoma 0,9
- gestione non autonoma 1

Per il calcolo del fabbisogno agli erogatori si deve tenere conto delle perdite di erogazione, come specificato al paragrafo 6.3.1.

5.3 Fabbisogni di energia primaria per altri usi

Nella presente raccomandazione non si considerano fabbisogni di energia termica utile diversi da quelli per riscaldamento e preparazione acqua calda per usi igienico – sanitari.

Nel prospetto 16 si specificano fabbisogni standard di energia primaria per usi di cottura al solo fine di poter depurare i consumi effettivi rilevati da quelli non attinenti ai due usi contemplati dalla norma UNI 10348 e dalla presente raccomandazione e cioè riscaldamento e preparazione acqua calda sanitaria.

Prospetto 16 - Fabbisogni standard di energia primaria per usi di cottura

Superficie dell'abitazione	Fabbisogno specifico MC MJ/ giorno
Fino a 50 m ²	15
Oltre 50 e fino a 120 m ²	20
Oltre 120 m ²	30

6 METODO DI CALCOLO

La presente raccomandazione tiene conto, ai fini della procedura di calcolo, della parte generale del progetto di norma europeo prEN 14335, ma prevede l'utilizzo dei dati e dei modelli di calcolo contenuti nella norma UNI 10348.

6.1 Metodo di calcolo previsto dalla norma europea

I sistemi di riscaldamento e di produzione acqua calda per usi igienico – sanitari, compresi nel campo di applicazione della norma europea, come pure della norma UNI 10348 e della presente raccomandazione, devono essere normalmente alimentati con:

- i) energia primaria da combustibili fossili
- ii) energia elettrica per gli ausiliari

L'energia primaria del combustibile deve essere convertita in energia termica utile nel generatore di calore del sistema, mentre l'energia elettrica deriva a sua volta da energia primaria. E' quindi possibile determinare per ogni sistema il fabbisogno globale di energia primaria.

Nel suo percorso nell'edificio sino a raggiungere le unità terminali, parte dell'energia termica utile prodotta dal generatore viene perduta, diminuendo così progressivamente il rendimento medio del sistema nel periodo di calcolo considerato. In tale percorso viene immessa nel sistema l'energia elettrica per l'azionamento degli ausiliari.

La norma tecnica europea, in analogia alla norma UNI 10348, suddivide il sistema in sottosistemi per ciascuno dei quali si considera il fabbisogno di energia termica utile, i rendimenti e/o le perdite suddividendo queste ultime in recuperabili e non recuperabili, il fabbisogno di energia elettrica e la quota di energia elettrica recuperabile sotto forma di energia termica.

Ne deriva un quadro complesso che può essere correttamente analizzato solo mediante il bilancio termico completo del sistema costruito attraverso la concatenazione dei bilanci termici dei singoli sottosistemi.

La norma europea in fase di elaborazione descrive il bilancio energetico completo di un sistema secondo tali modalità.

6.2 Calcolo secondo la norma UNI 10348

Per agevolare il calcolo secondo la norma UNI 10348, con le precisazioni della presente raccomandazione, nell'appendice B, sono inseriti i seguenti prospetti:

B1 – Prospetto di calcolo di sistema per solo riscaldamento

B2 – Prospetto di calcolo di sistema per produzione acqua calda sanitaria

B3 – Prospetto di calcolo di sistema combinato per riscaldamento e produzione acqua calda sanitaria

6.2.1 Calcolo per i sistemi di riscaldamento

I sottosistemi considerati sono:

- i) sottosistema di emissione
- ii) sottosistema di regolazione
- iii) sottosistema di distribuzione
- iv) sottosistema di produzione

L'appendice B alla presente raccomandazione contiene lo schema di flusso del sistema riscaldamento previsto nella norma UNI 10348.

Rispetto al bilancio termico completo descritto nel progetto di norma europea, tale schema ha le seguenti differenze:

- i) I fabbisogni di energia elettrica sono considerati solo nel sottosistema di produzione.
- ii) Le perdite termiche recuperate e la quota di energia elettrica recuperata sotto forma di energia termica vengono convenzionalmente considerate nei rendimenti dei sottosistemi, salvo che nel caso del sottosistema di produzione.

La presente raccomandazione, come evidenziato nello schema di flusso dell'appendice B, pur non alterando la metodologia della norma UNI 10348, prevede:

- iii) la possibilità di attribuire fabbisogni elettrici a tutti i sottosistemi, assumendo tuttavia che la quota recuperabile sia considerata come al punto ii)
- iv) la possibilità di suddividere il fabbisogno di energia elettrica delle pompe di circolazione in fabbisogno delle pompe asservite al generatore e fabbisogno delle eventuali pompe della rete di distribuzione. In tal caso la quota di energia elettrica viene immessa nel sistema come indicato nello schema di flusso dell'appendice B.

La sequenza della procedura di calcolo per il sistema di riscaldamento riportata nel prospetto B1 è conforme a quella descritta nella norma UNI 10348.

Il calcolo sino al fabbisogno corretto ideale dell'edificio è descritto nei paragrafi da 5.1.1 a 5.1.3 della presente specifica. Il paragrafo 5.1.4 descrive il calcolo sino al fabbisogno effettivo Q_{hr} per il quale si devono considerare le precisazioni per il calcolo delle perdite nei seguenti paragrafi 6.2.1.1 e 6.2.1.2.

6.2.1.1 Sottosistema di emissione

Nel sottosistema di emissione tutte le perdite si considerano non recuperabili.

Il calcolo si effettua utilizzando i dati contenuti nel prospetto III della norma UNI 10348.

I valori indicati nel prospetto III si devono intendere come riferiti alla sola parte termica, incluso l'eventuale recupero di energia elettrica dell'unità terminale.

Le perdite del sottosistema di emissione si possono calcolare con la formula:

$$Q_{l,e} = Q_h \cdot \frac{1 - \eta_e}{\eta_e} \quad (11)$$

Le potenze elettriche dei ventilo-convettori si determinano in base ai dati del fabbricante o con i valori convenzionali del prospetto 17.

Prospetto 17 – Potenze elettriche dei ventilo-convettori

Portata di aria nominale	Potenza elettrica W_v [Watt]
Fino a 200 m ³ /h	40
Da 200 a 400 m ³ /h	50
Da 400 a 600 m ³ /h	60

Il fabbisogno di energia elettrica mensile si calcola come segue:

i) unità con il ventilatore sempre in funzione

$$Q_{ee} = t_a W_w \quad (12)$$

ii) unità con arresto del ventilatore al raggiungimento della temperatura prefissata

$$Q_{ee} = FC t_a W_w \quad (13)$$

dove FC è il fattore di carico ottenuto dividendo il fabbisogno effettivo di energia termica dell'edificio (al lordo di perdite di emissione e regolazione) per il prodotto della potenza termica utile installata per il tempo di attivazione

$$FC = Q_{d,out} / \Phi_{un} t_a \quad (14)$$

Tutta l'energia elettrica si considera recuperata ed entra quindi come deduzione del fabbisogno termico dell'ambiente. Nel calcolo secondo UNI 10348 tale recupero è già considerato nel rendimento di emissione.

Si tiene conto dell'effetto del fabbisogno di energia elettrica sommando il fabbisogno elettrico delle unità terminali nella valutazione dell'energia primaria totale ai fini della determinazione del rendimento medio stagionale dell'intero sistema.

Nel caso di sistemi con zone e/o con gruppi di unità terminali diverse e/o con sistemi di regolazione diversi, i fabbisogni effettivi di ciascun gruppo omogeneo di unità terminali con i rispettivi sistemi di regolazione ambiente vanno calcolati separatamente e sommati per ottenere il fabbisogno effettivo complessivo a carico della rete di distribuzione, così come illustrato nella norma UNI 10348.

Per ciascun gruppo omogeneo di unità terminali con rispettivi sistemi di regolazione ambiente, vale:

$$Q_{hr,j} = \frac{Q_{hvs,j}}{\eta_{e,j} \cdot \eta_{c,j}} \quad (15)$$

ovvero

$$Q_{hr,j} = Q_{hvs,j} + Q_{l,e,j} + Q_{l,c,j} \quad (16)$$

L'ottimizzazione del rendimento di emissione negli impianti di riscaldamento ad acqua calda è determinata, oltre che dalla scelta, dal posizionamento e più in generale dalla installazione delle unità terminali e dalla temperatura media di esercizio.

Le norme UNI EN 442-1-2-3 riguardanti i radiatori e termoconvettori, le norme UNI EN 14037-1-2-3 riguardante le strisce radianti prefabbricate montate a soffitto e le norme UNI EN 1264-1-2-3-4 riguardanti i sistemi ed i componenti di riscaldamento a pavimento, forniscono tutte le indicazioni necessarie per la determinazione della potenza termica nominale e della potenza termica nelle diverse condizioni di impiego (curva caratteristica).

Una valutazione cautelativa dei carichi termici di progetto determina un sovradimensionamento del sottosistema di emissione. In questi casi, in base alla curva di emissione, si può definire in sede di esercizio una temperatura media dell'acqua minore di quella di progetto.

Sussistono, tuttavia, in molti impianti disomogeneità, dovute a squilibri nel dimensionamento delle unità terminali nei vari ambienti, dovuti anche ad una non corretta valutazione degli apporti di calore esterni ed interni. Tali squilibri possono essere corretti con opportune integrazioni e con l'adozione di dispositivi di regolazione ambiente o di zona.

Nel caso di sistemi ad aria calda le bocchette di immissione si considerano unità terminali prive di fabbisogni elettrici. Tali fabbisogni vengono considerati nel sottosistema distribuzione e/o nel sottosistema produzione, a seconda della configurazione del sistema

6.2.1.2 Sottosistema di regolazione

Non si considerano per la regolazione fabbisogni di energia elettrica e le perdite sono tutte non recuperabili.

Il calcolo si effettua applicando i rendimenti contenuti nel prospetto II della norma UNI 10348.

Nel prospetto II si deve intendere che:

- η_u coincide con il fattore di utilizzazione degli apporti η della norma UNI EN 832
- γ coincide con il rapporto guadagni/perdite γ della norma UNI EN 832

Le perdite del sottosistema di regolazione si possono calcolare con la formula:

$$Q_{l,c} = (Q_h + Q_{l,e}) \cdot \frac{1 - \eta_c}{\eta_c} \quad (17)$$

Nel caso di impianti esistenti, dotati di sola regolazione climatica centralizzata, la norma UNI 10348-93 prevede il calcolo del rendimento di regolazione con il modello:

$$\eta_c = 1 - 0,6 \cdot \eta_u \cdot \gamma \quad (*)$$

dove $\eta_u \cdot \gamma$ rappresentano gli apporti di calore recuperabili.

Il modello si basa sull'ipotesi che nel locale più sfavorito sia mantenuta una temperatura non inferiore a 20°C, mentre in tutti gli altri locali si abbiano temperature superiori a 20°C. Particolari modalità di conduzione e di esercizio degli impianti introducono generalmente miglioramenti al valore ottenibile con il modello (*). Ai fini di calcoli per certificazione energetica si rimanda, tuttavia, al valore ottenibile con il modello della norma UNI 10348 (*).

Nel caso di impianti di nuova installazione o ristrutturati, si rinvia alla prescrizione (DPR 412/93 art. 7, comma 7), che richiede una regolazione automatica di ambiente o di zona, nei casi in cui la somma dell'apporto termico solare mensile, calcolato nel mese a maggiore insolazione tra quelli interamente compresi nell'arco del periodo annuale di esercizio dell'impianto termico, e degli apporti gratuiti interni convenzionali sia superiore al 20% del fabbisogno energetico complessivo calcolato nello stesso mese.

6.2.1.3 Sottosistema di distribuzione

Il rendimento di distribuzione si calcola con la formula [3] della UNI 10348.

Come specificato nella norma UNI 10348 il calcolo delle perdite $Q_{l,d}$ viene effettuato come segue:

- i) Quando siano disponibili tutti i dati della rete di distribuzione, come nel caso di complessi edificio – impianto di nuova progettazione, il calcolo delle perdite $Q_{l,d}$ può essere effettuato in maniera dettagliata secondo la norma UNI 10347. Il calcolo dettagliato fornisce, in prima battuta, le perdite totali della rete di distribuzione. A ciascun contributo di perdita va, successivamente, attribuito un coefficiente correttivo, ricavato dal prospetto II della norma UNI 10347, variabile da 0 a 100, che indicheremo con f_{nr} (fattore di perdita non recuperabile). Al valore 100 corrispondono perdite interamente non recuperabili (tubazioni affacciate all'esterno). Questo coefficiente correttivo tiene conto dell'energia recuperata come diminuzione delle perdite totali.

In definitiva, le perdite non recuperate Q_{dnr} sono date dalla relazione:

$$Q_{dnr} = \sum_j Q_{d,j} \cdot \frac{f_{nr,j}}{100} \quad (18)$$

- ii) Quando non sono ottenibili i dati costruttivi della rete di distribuzione, come nel caso di edifici esistenti, si utilizzano i rendimenti del prospetto IV della norma UNI 10348.

Ai valori di rendimento del prospetto IV corrispondono le seguenti perdite di distribuzione:

$$Q_{dnr} = Q_{hr} \cdot \frac{1 - \eta_d}{\eta_d} \quad (19)$$

Le perdite calcolate con il prospetto IV si devono considerare tutte perdite non recuperate.

Il fabbisogno di calore delle rete di distribuzione Q_p è dato, in alternativa, dalla formula [6] della UNI 10348 oppure dalla seguente:

$$Q_p = Q_{hr} + Q_{dnr} \quad (20)$$

Nel caso di impianti con fluido termovettore aria calda, il calcolo delle perdite va fatto in ogni caso utilizzando la norma UNI 10347.

Se la rete di distribuzione del fluido termovettore dispone di proprie pompe di circolazione o di ventilatori, l'energia elettrica relativa $Q_{po,d}$ va sommata all'energia elettrica Q_{po} della [9] nella UNI 10348 quindi il termine in essa inserito non è Q_{po} ma $Q_{po} + Q_{po,d}$.

Il fabbisogno di energia elettrica $Q_{po,d}$ è dato da:

$$Q_{po,d} = t_d W_{po,d} \quad (21)$$

dove $W_{po,d}$ è la potenza elettrica in Watt assorbita dalle pompe
 t_d è il tempo di esercizio delle pompe espresso in secondi

Si considera come recuperabile sotto forma di energia termica la seguente quota di energia elettrica:

$$Q_{rh,d} = Q_{po,d} \cdot \eta_{po,d} \quad (22)$$

dove $\eta_{po,d} = \eta_{po} = 0,85$

6.2.1.4 Sottosistema di produzione

Il sottosistema di produzione può essere destinato a fornire calore anche a utenze diverse dal riscaldamento. In tal caso, detto $Q_{p,h}$ il fabbisogno di calore per il riscaldamento calcolato al punto precedente, il calore utile totale Q_p che deve essere fornito dal sottosistema di generazione è dato da:

$$Q_p = Q_{p,h} + Q_{p,w} \quad (23)$$

dove:

$Q_{p,h}$ è il fabbisogno di calore per riscaldamento

$Q_{p,w}$ è il fabbisogno di calore per la produzione di acqua calda sanitaria

6.2.1.4.1 Sottosistema di produzione con generatore a funzionamento on-off

La norma UNI 10348 specifica il metodo per il calcolo del rendimento di produzione con generatori a combustione a funzionamento tutto o niente (on - off) di tipo tradizionale, senza recupero del calore latente dai prodotti della combustione.

Il calcolo secondo la norma UNI 10348 richiede, oltre al valore di Q_p , la definizione dei seguenti dati di ingresso:

Φ_{cn} potenza nominale del focolare del generatore

Φ_{un} potenza nominale utile del generatore (si ricava dal precedente e dagli altri dati seguenti)

P'_f perdite termiche percentuali al camino con bruciatore funzionante

P'_d perdite termiche percentuali verso l'ambiente attraverso l'involucro

P'_{bs} perdite termiche percentuali al camino con bruciatore spento

W_{po} potenza elettrica assorbita dalle pompe di circolazione

W_{br} potenza elettrica assorbita dal bruciatore

Le modalità di reperimento dei dati, a seconda che si tratti di sistema nuovo o di sistema esistente sono specificate nel prospetto 18.

Nella prima formula [13] della UNI 10348, l'esponente 0,02 deve essere corretto in 0,2.

Prospetto 18 – Reperimento dei dati per il calcolo del rendimento di produzione

Simbolo	Sistema di nuova installazione o ristrutturato	Sistema esistente
Φ_{cn}	Dai bollettini tecnici del fabbricante, dalla targa caratteristica, dal libretto di centrale. Potenza secondo norme tecniche specifiche	Ove il dato non sia reperibile dai bollettini tecnici del fabbricante o dalla targa caratteristica o dal libretto di centrale si deve effettuare una prova di portata del bruciatore
Φ_{un}	Da Φ_{cn} e dai fattori di perdita corretti: $\Phi_{un} = (\Phi_{cn} + \Phi_{br} \cdot \eta_{br}) \cdot [1 - (P_f + P_d) / 100]$	
P'_f	Dai bollettini tecnici del fabbricante, dal libretto di centrale.	Ove il dato non sia reperibile dai bollettini tecnici del fabbricante o dal libretto di centrale si deve effettuare la determinazione delle perdite al camino con prove di combustione come specificato al paragrafo 7.1 della norma UNI 10348
P'_d	Dai bollettini tecnici del fabbricante	Secondo il prospetto V della norma UNI 10348
P'_{bs}	Dai dati forniti dal fabbricante o secondo il prospetto VI della norma UNI 10348	Secondo il prospetto VI della norma UNI 10348
$\Delta\theta$	Differenza di temperatura tra la temperatura media acqua in caldaia e la temperatura in centrale termica	Dai dati di progetto o da rilievi
W_{po}	Si deduce dalla potenza di targa delle pompe moltiplicata per 0,85	Si deduce dalla potenza di targa moltiplicata per 0,85
W_{br}	Ove non disponibile si trascura	Si trascura
c_{30}	Dai bollettini tecnici del fabbricante	Ove non disponibile, valore di default della presente raccomandazione
c_{50}	Dai bollettini tecnici del fabbricante	Ove non disponibile, valore di default della presente raccomandazione

6.2.1.4.2 Sottosistema di produzione con generatore a condensazione

Nel caso di generatori a condensazione le perdite a camino a bruciatore funzionante si determinano come segue:

$$P''_f = P'_f - R \quad (24)$$

Dove R è il fattore di recupero per condensazione dato da:

$$R = 100 \cdot \frac{PCS - PCI}{PCI} \cdot \frac{c}{c_{max}} \quad (25)$$

dove:

PCS è il potere calorifico superiore del combustibile in MJ/Nm³

PCI è il potere calorifico inferiore del combustibile in MJ/Nm³

c è la produzione effettiva di condensa in kg/Nm³

c_{max} è la massima produzione di condensa per il combustibile considerato in kg/Nm³

c si calcola come segue:

$$c = \frac{(c_{50} - c_{30}) \cdot \theta_r}{20} + 2,5 \cdot c_{30} - 1,5 \cdot c_{50} \quad (26)$$

dove:

c_{50} è la produzione di condensa alla potenza nominale con temperatura $\theta_r = 50 \text{ °C}$

c_{30} è la produzione di condensa alla potenza nominale con temperatura $\theta_r = 30 \text{ °C}$

θ_r è la temperatura di ritorno effettiva alla caldaia

c_{30} e c_{50} sono valori dichiarati dal fabbricante. In mancanza di tali dati, si utilizzano i seguenti valori di default:

$c_{30} = 0,8 \text{ kg/Nm}^3$

$c_{50} = 0,1 \text{ kg/Nm}^3$

Per il calcolo della temperatura di ritorno θ_r fare riferimento all'appendice A.

NOTA: per il corretto utilizzo delle formule, occorre che la potenza utile del generatore sia ricalcolata in funzione del recupero. Relazione da utilizzare:

$$\Phi_u = (\Phi_{cn} + Q_{br} \cdot \eta_{br}) \cdot \frac{100 - P'_f + R - P_d}{100} \quad (27)$$

6.2.1.5 Fabbisogno totale di energia elettrica del sistema di riscaldamento

Il fabbisogno totale di energia elettrica Q_e del sistema di riscaldamento è dato dalla somma dei fabbisogni di energia elettrica dei singoli sottosistemi:

$$Q_e = Q_{br} + Q_{po} + Q_{po,d} + Q_{e,e} \quad (28)$$

6.2.1.6 Fabbisogno di energia primaria del sistema di riscaldamento

Nel periodo elementare di calcolo il fabbisogno di energia primaria Q per il riscaldamento è dato dall'equazione:

$$Q = Q_c + \frac{Q_e}{\eta_{sen}} \quad (29)$$

dove:

Q_c fabbisogno totale di energia primaria per la combustione

Q_e fabbisogno totale di energia elettrica

6.2.1.7 Rendimento di produzione medio stagionale

Il rendimento di produzione medio stagionale del sistema di riscaldamento η_{gs} si calcola come specificato al paragrafo 8 della UNI 10348.

6.2.1.8 Rendimento globale medio stagionale

Il rendimento globale medio stagionale del sistema di riscaldamento η_{ps} si calcola come specificato al paragrafo 9 della UNI 10348.

6.3 Calcolo per i sistemi di produzione acqua calda per usi igienico - sanitari

Ai fini della presente raccomandazione si considerano solo i sistemi alimentati con combustibili fossili e con energia elettrica.

La norma UNI 10348 non contiene il metodo per il calcolo del rendimento medio dei sistemi di produzione acqua calda per usi igienico – sanitari. La presente raccomandazione provvede a colmare questa lacuna adottando lo stesso metodo previsto dalla norma UNI 10348 per i sistemi di riscaldamento.

L'appendice B (punto B2) contiene lo schema di flusso per sistema acqua calda sanitaria secondo il metodo nella norma UNI 10348 per i sistemi di riscaldamento. La procedura di calcolo ha la seguente sequenza:

- i) Calcolo del fabbisogno di energia termica utile secondo la presente specifica
- ii) Eventuale correzione per gestione autonoma
- iii) Determinazione del rendimento (perdite) del sottosistema di erogazione
- iv) Determinazione del rendimento (perdite) del sottosistema di distribuzione
- v) Determinazione del rendimento (perdite) del sottosistema di accumulo, ove esistente
- vi) Determinazione del rendimento (perdite) del sottosistema di produzione
- vii) Determinazione del rendimento (perdite) globali

Nel caso di sistemi di produzione acqua calda sanitaria autonomi installati in edifici ove sia installato anche un sistema separato di riscaldamento, il sistema acqua calda sanitaria può produrre perdite recuperabili ai fini del riscaldamento durante la stagione invernale. Tali perdite recuperabili, indicate con Q_{rh} , devono essere conteggiate come specificato al paragrafo 5.1.2 ai fini della determinazione del fabbisogno ideale netto.

Nel caso di impianti combinati, il fabbisogno annuo di energia primaria deve essere calcolato suddividendo l'anno in due periodi:

- 1) periodo con funzionamento combinato riscaldamento/acqua calda sanitaria (invernale)
- 2) periodo con funzionamento per sola produzione di acqua calda sanitaria (estivo)

Nel primo periodo 1) il calcolo segue la sequenza sopra indicata fino al punto di ingresso nel sottosistema di produzione. Quando si perviene a tale punto i fabbisogni $Q_{h,w}$ aumentati delle perdite e cioè:

$$Q_{p,w} = \frac{Q_{h,w}}{\eta_{w,er} \cdot \eta_{w,s} \cdot \eta_{w,d}} \quad (30)$$

vengono sommati ai fabbisogni per riscaldamento dello stesso periodo di calcolo considerato.

6.3.1 Sottosistema di erogazione

Si assume come valore di rendimento di erogazione $\eta_{w,er}$ il valore 0,95. Le perdite così calcolate si considerano tutte non recuperabili.

Non si considerano fabbisogni di energia elettrica.

Le perdite di erogazione dell'acqua calda sanitaria $Q_{l,w,er}$, si calcolano con la formula:

$$Q_{l,w,er} = Q_{h,w} \cdot \frac{1 - \eta_{w,er}}{\eta_{w,er}} \quad (31)$$

Le perdite calcolate si considerano tutte non recuperabili. Non si considerano fabbisogni di energia elettrica.

6.3.2 Sottosistema di distribuzione

Il rendimento di distribuzione dell'acqua calda sanitaria si calcola con la formula:

$$\eta_{w,d} = \frac{Q_{h,w} + Q_{l,w,er}}{Q_{h,w} + Q_{l,w,er} + Q_{l,w,d}} \quad (32)$$

Il calcolo delle perdite $Q_{l,w,d}$ viene effettuato:

- i) Quando siano disponibili tutti i dati della rete di distribuzione, come nel caso di complessi edificio – impianto di nuova progettazione, il calcolo delle perdite $Q_{l,w,d}$ può essere effettuato in maniera dettagliata secondo la norma UNI 10347. Il calcolo dettagliato fornisce, in prima battuta, le perdite totali della rete di distribuzione. A ciascun contributo di perdita va, successivamente, attribuito un coefficiente correttivo, ricavato dal prospetto 19 della norma UNI 10347, variabile da 0 a 100, che indicheremo con f_{nr} (fattore di perdita non recuperabile). Al valore 100 corrispondono perdite interamente non recuperabili (tubazioni affacciate all'esterno). Questo coefficiente correttivo tiene conto dell'energia recuperata come diminuzione delle perdite totali. In definitiva, le perdite recuperate $Q_{rh,w,d}$ sono date dalla relazione:

$$Q_{rh,w,d} = \sum_j Q_{l,w,d,j} \cdot \frac{100 - f_{nr,j}}{100} \quad (33)$$

durante il periodo di riscaldamento le perdite $Q_{rh,w,d}$ sono considerate perdite recuperate, mentre nel restante periodo dell'anno tutte le perdite di distribuzione si considerano non recuperabili, ossia:

$$Q_{rh,w,d} = 0$$

Nel caso di edifici esistenti per i quali non sono ottenibili dati costruttivi della rete di distribuzione, si utilizzano i coefficienti del prospetto 19 della presente raccomandazione.

In questo caso risulta:

$$Q_{l,w,d} = \frac{Q_{h,w}}{\eta_{w,er}} \cdot f_{l,w,d} \quad (34)$$

$$Q_{rh,w,d} = f_{rh,w,d} \cdot Q_{l,w,d} \quad (35)$$

Il calcolo analitico di cui al punto i) precedente è raccomandato solo nel caso di sistemi combinati o dedicati che servono più unità immobiliari di un edificio (centralizzati).

Nel caso di sistemi di portata termica minore di 35 kW e destinati a servire una sola unità immobiliare (autonomi), combinati o dedicati, si utilizzano i dati forniti dal prospetto 19, caso 5.

Ai fini della presente raccomandazione, nel caso siano previste o installate pompe di ricircolo non si considerano i fabbisogni elettrici relativi e il possibile recupero termico.

Prospetto 19 – Coefficienti di perdita e di recupero del sistema di distribuzione

Tipologia del sistema	Tipo di distribuzione	Coefficiente di perdita $f_{l,d,w}$	Coefficiente di recupero $f_{rh,w,d}$
1. Sistemi installati prima dell'entrata in vigore della legge 373/76	Senza tubazione di ricircolo	0,12	0,5
2. Sistemi installati prima dell'entrata in vigore della legge 373/76	Con tubazione di ricircolo	0,27	0,5
3. Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76	Senza tubazione di ricircolo	0,08	0,5
4. Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76	Con tubazione di ricircolo	0,15	0,5
5. Sistemi autonomi di produzione con generatore combinato o dedicato di portata termica minore di 35 kW	Senza tubazione di ricircolo	0,15	0,5

I coefficienti del prospetto 19 consentono di determinare le perdite totali nel tempo in cui si ha circolazione di acqua calda in rete.

6.3.3 Sottosistema di accumulo

Il rendimento di accumulo dell'acqua calda sanitaria si calcola con la formula:

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

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.

$$Q_{l,w,s} = \frac{S_s}{d_s} \cdot (\theta_s - \theta_{in}) \cdot t_s \cdot \lambda_s \quad (37)$$

dove:

S_s	[m ²]	è la superficie esterna dell'accumulo
d_s	[m]	è lo spessore dello strato coibente
λ_s	[W/m·K]	è la conduttività dello strato coibente
t_s	[s]	è la durata del periodo considerato
θ_s	[°C]	è la temperatura media nell'accumulo
θ_{int}	[°C]	è la temperatura ambiente del locale di installazione dell'accumulo

In mancanza di dati più precisi, le perdite di accumulo possono essere calcolate con la seguente formula:

$$Q_{l,w,s} = t_s \cdot f'_{l,w,s} \quad (38)$$

dove $f'_{l,w,s}$ si ricava dal prospetto 20:

Prospetto 20 – Valori di $f'_{l,w,s}$ in funzione del volume dell'accumulo

Volume di accumulo	$f'_{l,w,s}$
10-50 litri	30 W
51-200 litri	60 W
201-1500 litri	120 W
1500-10000 litri	500 W
Oltre 10000 litri	900 W

Nel caso in cui l'accumulatore sia installato in un ambiente riscaldato le perdite si considerano tutte recuperate durante il periodo di riscaldamento. Si considerano invece tutte non recuperabili durante il periodo nel quale il riscaldamento è inattivo (estivo). Le perdite di accumulo recuperabili e non recuperabili si considerano presenti in tutto il periodo di funzionamento prefissato del sistema.

Le perdite recuperate del sistema di accumulo vengono indicate col simbolo $Q_{rh,w,s}$

6.3.4 Sottosistema di produzione

Il fabbisogno effettivo di energia termica utile $Q_{p,w}$ per la produzione dell'acqua calda sanitaria è dato da:

$$Q_{p,w} = \frac{Q_{h,w}}{\eta_{w,er} \cdot \eta_{w,d} \cdot \eta_{w,s}} = Q_{h,w} + Q_{l,w,er} + Q_{l,w,d} + Q_{l,w,s} \quad (39)$$

Per quanto riguarda il calcolo del rendimento di produzione dei sistemi acqua calda sanitaria, si applica quanto precisato al paragrafo 6.2.1.4 in merito ai sistemi di riscaldamento.

Nella presente raccomandazione viene esteso ai sistemi acqua calda sanitaria il metodo previsto per il calcolo del rendimento di produzione specificato nella norma UNI 10348.

6.3.5 Definizione dei dati di ingresso

Nel caso di sistema dedicato per produzione acqua calda sanitaria con generatore di calore ad acqua calda i dati di ingresso sono quelli del prospetto 18 e ad esso si rimanda.

Nel caso di sistema con generatore di calore combinato riscaldamento/acqua calda sanitaria si devono utilizzare le potenze Φ_{cn} , $\Phi_{cn,acs}$ e i dati ad esse collegati possono differire tra il funzionamento per riscaldamento e il funzionamento per produzione acqua calda sanitaria.

6.4 Calcolo dei rendimenti, delle perdite e dei fabbisogni di energia primaria per i sistemi combinati di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria

Ai fini della presente specifica tecnica applicativa si considerano i seguenti due casi:

- a) Produzione combinata di energia termica per riscaldamento e di acqua calda per usi igienico – sanitari con unico generatore. Può trattarsi di generatore combinato oppure di unico generatore che alimenta uno scambiatore con o senza accumulo per la produzione di acqua calda sanitaria
 - b) Produzione con generatore dedicato alla sola produzione di acqua calda per usi igienico – sanitari
- Nel caso a), il calcolo del rendimento si effettua come specificato al paragrafo 6.3 applicando il metodo descritto nella norma UNI 10348 con le precisazioni indicate al paragrafo 6.2.4 della presente raccomandazione.

Nel caso b) si distingue tra:

- i) Impianto dedicato di produzione di acqua calda sanitaria che serve le unità immobiliari di un edificio
- ii) Impianto autonomo di produzione per unità immobiliare con potenza del focolare minore di 35 kW

Nel caso i), il sistema viene assimilato ai fini del calcolo dei rendimenti ad un sistema di riscaldamento e si calcolano in sequenza le perdite di erogazione, accumulo, distribuzione, produzione.

Nel caso ii) si utilizzano i rendimenti convenzionali di produzione contenuti nel prospetto 21.

Prospetto 21 – Rendimenti convenzionali di produzione

Tipo di apparecchio	Versione	Rendimento (%)
Generatore a gas di tipo istantaneo per sola produzione di acqua calda sanitaria	Tipo B con pilota permanente	45
	Tipo B senza pilota	85
	Tipo C senza pilota	88
Generatore a gas ad accumulo per sola produzione di acqua calda sanitaria a riscaldamento diretto	Tipo B con pilota permanente	65
	Tipo B senza pilota	75
	Tipo C senza pilota	85
Accumulatore per produzione di acqua calda sanitaria a riscaldamento indiretto	A serpentino	90
	A camicia	85
Riscaldamento elettrico a resistenza ad accumulo*		90

NOTA: I rendimenti forniti dal prospetto tengono già conto, per gli apparecchi ad accumulo, della perdita di accumulo, valutata pari a circa il 10%.

Nel periodo di calcolo prefissato il fabbisogno di energia primaria Q_w per la produzione di acqua calda sanitaria è dato dall'equazione:

$$Q_w = Q_{c,w} + \frac{Q_{e,w}}{\eta_{sen}} \quad (40)$$

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

$$\eta_{w,p} = \frac{Q_{p,w}}{Q_w} \quad (41)$$

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:

$$\eta_w = \frac{Q_{h,w}}{Q_w} \quad (42)$$

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

$$\eta_{tot} = \frac{Q_h + Q_{h,w}}{Q} \quad (43)$$

7 CONSUMI EFFETTIVI DI COMBUSTIBILE: METODI UNIFICATI DI RILIEVO E DETERMINAZIONE

I consumi effettivi possono essere utilizzati come dato informativo di confronto per comparazioni con i fabbisogni calcolati in condizioni standard di riferimento.

Condizione essenziale per il confronto è che i dati di consumo siano riferiti allo stesso periodo di tempo per il quale è stato effettuato il calcolo dei fabbisogni e che la conversione delle quantità di combustibile consumato espresse in volume o in peso siano correttamente effettuate con i valori standard specificati nella presente raccomandazione.

Ai fini dell'attribuzione dei consumi al sistema al quale si riferiscono, la presente raccomandazione distingue tra:

- i) sistemi dedicati per riscaldamento o dedicati per produzione acqua calda sanitaria dotati di proprio misuratore o serbatoio per il rispettivo sistema
- ii) sistemi promiscui dotati di unico misuratore o di unico serbatoio

7.1 Sistemi con misuratore dedicato al solo riscaldamento o alla sola acqua calda sanitaria

In questo caso il consumo rilevato è attribuibile al solo riscaldamento o alla sola preparazione di acqua calda sanitaria si ha:

$$C_{o,rilevato} = C_o \quad (44)$$

7.2 Sistemi promiscui

Appartengono a questa categoria sistemi quali:

- i) sistemi dotati di unico generatore di calore per riscaldamento, produzione acqua calda sanitaria e con unico misuratore per il generatore e per altri usi
- ii) sistemi con generazione separata di energia termica per riscaldamento e di acqua calda sanitaria, ma con unico misuratore per i generatori e per altri usi

- iii) sistemi dedicati per riscaldamento con unico misuratore per il generatore per riscaldamento e per altri usi
- iv) sistemi dedicati per produzione acqua calda con unico misuratore per il generatore di acqua calda sanitaria e per altri usi

Nella sua espressione più generale, il consumo totale rilevato risulta quindi dalla somma dei seguenti addendi:

i) nel periodo di attivazione del riscaldamento:

$$C_{\text{rilevato}} = C_{\text{h}} + C_{\text{w}} + C_{\text{cottura}} + C_{\text{altri}} \quad (45)$$

ii) nel periodo di inattività del riscaldamento:

$$C_{\text{rilevato}} = C_{\text{w}} + C_{\text{cottura}} + C_{\text{altri}} \quad (46)$$

La presente raccomandazione fornisce dati standard per i consumi per cottura, mentre per altri consumi, quali forni, frigoriferi ad assorbimento o altri elettrodomestici si deve fare riferimento ai dati specifici.

Il valore di C_{cottura} si calcola con i dati del prospetto 16 del paragrafo 5.3.

Nel caso in cui si abbia $C_{\text{altri}} = 0$, condizione valida per la maggioranza delle utenze, il consumo relativo al riscaldamento si calcola deducendo dal consumo totale rilevato la somma dei consumi per produzione acqua calda sanitaria e per usi di cottura.

I consumi giornalieri per produzione acqua calda sanitaria e per cottura si assumono convenzionalmente costanti per tutto il periodo considerato e si ottengono quindi proiettando il consumo del giorno tipo su tutto il periodo per il quale si attribuiscono i consumi calcolati e i consumi rilevati.

Nel caso di sistemi promiscui riscaldamento/produzione acqua calda di potenza del focolare minore di 35 kW, ai fini di una prima valutazione si può procedere come segue:

1. Calcolo dei fabbisogni di energia termica utile per la produzione acqua calda sanitaria con i dati della presente specifica
2. Calcolo delle perdite di erogazione, distribuzione, accumulo con i valori di default della presente specifica
3. Calcolo della somma dei fabbisogni delle perdite per determinare l'energia termica utile che il sistema di produzione deve fornire
4. Determinazione del rendimento convenzionale secondo il prospetto 21
5. Attribuzione del consumo di gas al periodo dividendo il fabbisogno più le perdite (3) per il rendimento convenzionale e per il potere calorifico del combustibile.

Si deve indicare in documenti che riportino valori così calcolati come essi sono stati determinati.

7.3 Sistemi dotati di misuratore del combustibile

Sono dotati di misuratori forniti e controllati dalla società erogatrice i sistemi alimentati con gas di rete. In tal caso l'attribuzione del consumo di combustibile ad un periodo determinato può essere effettuata:

- i) indirettamente mediante i dati rilevabili dalle bollette di fornitura
- ii) mediante misure dirette

7.3.1 Attribuzione indiretta

Le bollette delle forniture di gas indicano le date nelle quali sono state effettuate le due misure iniziale e finale in base alle quali viene attribuito il consumo nel periodo. Tuttavia i momenti di lettura iniziale e finale sono determinati dal fornitore. Sono valide le letture effettive, non quelle stimate.

Si possono avere tre casi:

- a. lettura iniziale e lettura finale comprese entrambi nel periodo di riscaldamento prefissato

- b. lettura iniziale e lettura finale entrambi fuori del periodo di riscaldamento prefissato
- c. una delle due letture, iniziale o finale, è fuori del periodo di riscaldamento prefissato

Nel primo caso per tutto il periodo considerato è presente il consumo per riscaldamento, acqua calda sanitaria ed altri usi, che devono essere separatamente valutati con il metodo descritto al paragrafo 5.3 della presente specifica tecnica applicativa.

Nel secondo caso il consumo viene attribuito alla sola produzione di acqua calda sanitaria depurandolo da quello per usi di cottura.

Nel terzo caso dal consumo totale del periodo deve essere dedotto il consumo dei giorni che cadono fuori del periodo di riscaldamento prefissato, attribuendo ad essi i consumi per preparazione acqua calda, ove presente, e per altri usi.

7.3.2 Misura diretta

Il rilievo diretto deve essere effettuato con letture del misuratore all'inizio ed al termine del periodo considerato.

Il rilievo di consumo in periodi brevi (minori di 10 minuti) può essere utilizzato per verificare la potenza del focolare (o portata termica) del generatore.

Tale misura è utile per verificare la regolazione della portata termica.

In tal caso deve essere apportata la correzione volumetrica per ottenere la portata in m³n fini del calcolo della portata termica.

Nel caso di sistemi alimentati da serbatoi dotati di misuratori si applica la procedura descritta nel presente paragrafo. In questo caso, devono tuttavia essere accertate le caratteristiche e le tolleranze del misuratore, da riportare nei documenti che riportano i risultati delle misure.

Nel caso di sistemi alimentati da serbatoi di gas liquidi dotati di misuratori si applica la procedura descritta nel presente paragrafo. In questo caso, devono tuttavia essere accertate e riportate nel rapporto di misura le caratteristiche e le tolleranze del misuratore.

7.4 Impianti alimentati da serbatoi privi di misuratore del combustibile

Rientrano in questa categoria gli impianti alimentati da serbatoi di combustibili liquidi.

Il consumo in un determinato periodo di tempo è dato da:

$$CQ = (CQ_I - CQ_F) + CQ_A \quad (47)$$

dove CQ_I e CQ_F sono rispettivamente le quantità iniziale e finale contenute nel serbatoio e CQ_A è la quantità di combustibile immessa nel serbatoio nel periodo intercorso tra la misura iniziale e la misura finale.

Le quantità iniziale e finale possono essere determinate con misure di livello.

L'attribuzione del consumo al riscaldamento ed alla produzione acqua calda sanitaria deve essere effettuata con le modalità descritte ai paragrafi precedenti.

Errata – corregge alla norma UNI 10348 – Novembre 1993

Pagina 2 – rendimento termico utile η_u correggere in: rendimento termico utile medio mensile η_u in η_{tu}

Pagina 5 – ultima riga della pagina, correggere Q_{nr} in Q_{dnr}

Pagina 8 – nella prima delle formule (13) correggere l'esponente in 0,2

APPENDICE A CALCOLO DELLA TEMPERATURA DI RITORNO E MANDATA AL GENERATORE

A0. Introduzione

Per determinare i fattori di perdita corretti del generatore e della produzione di condensa sono richiesti i seguenti dati:

- θ_{av} [°C] temperatura media dell'acqua nel generatore;
- θ_r [°C] temperatura media dell'acqua di ritorno al generatore;

La presente specifica non comprende il calcolo delle portate di acqua. Tali portate devono essere calcolate separatamente con metodologie appropriate.

Il calcolo parte dal sottosistema di emissione e segue la struttura fisica dell'impianto di riscaldamento.

Il calcolo procede nel seguente ordine:

- calcolo delle temperature di mandata e ritorno delle unità terminali
- calcolo delle temperature di mandata e ritorno dei circuiti di distribuzione
- calcolo delle temperature di mandata e ritorno dei generatori

A 1 Temperature medie di una unità terminale o di gruppi di unità terminali

A 1.1 Regolazione continua della portata o della temperatura

Se vi è una regolazione continua della portata e/o della temperatura delle unità terminali, il risultato sarà una temperatura media degli stessi in funzione del fabbisogno di potenza medio.

La potenza media delle unità terminali Φ_{em} durante l'intervallo di calcolo è data da:

$$\Phi_{em} = \frac{Q_{d,out}}{t_e} \quad [W] \quad (A1)$$

dove:

$Q_{d,out}$ (Qhr) è l'energia totale fornita dal circuito di distribuzione [J]

t_e è il tempo di attivazione delle unità terminali durante l'intervallo di calcolo. [s]

NOTA : Si utilizza $Q_{d,out}$ perché l'energia fornita dalle unità terminali include le perdite di emissione e regolazione

La temperatura media delle unità terminali $\theta_{e,av}$ è data da:

$$\theta_{e,av} = \theta_{int} + \left(\frac{\Phi_{em}}{\Phi_n} \right)^{\frac{1}{n}} \cdot \Delta\theta_n \quad [°C] \quad (A2) = \text{formula [2] della UNI 10347}$$

dove:

θ_{int} è la temperatura del locale di installazione dell'unità terminali [°C]

Φ_n è la potenza nominale dell'unità terminali [W]

$\Delta\theta_n$ è il salto termico nominale dell'unità terminale [°C]
 (differenza fra la temperatura media dell'unità terminale e la temperatura dell'ambiente in condizioni di prova)

n è l'esponente caratteristico dell'unità terminale. I valori di default sono riportati nel prospetto A1.

Prospetto A1 - Valori di default dell'esponente caratteristico n (da UNI 10347)

Tipo di unità terminale	n
Radiatori	1,30
Termoconvettori	1,40
Pannelli radianti	1,13
Aerotermini e ventilo – convettori	1,00

A 1.2 Regolazione termostatica

Se la regolazione è di tipo termostatico di zona ON/OFF, la potenza delle unità terminali sarà costante, funzione della temperatura di mandata $\theta_{e,f}$ e della portata (che sono entrambi valori di progetto). In questo caso la regolazione determina il tempo di attivazione delle unità terminali t_e e la potenza media delle unità terminali Φ_{em} è data da:

$$\Phi_{em} = \left(\frac{\theta_{e,av} - \theta_{int}}{\Delta\theta_n} \right)^n \cdot \Phi_n \quad [W] \quad (A3)$$

dove:

$\theta_{e,av}$ è la temperatura media delle unità terminali [°C]

θ_{int} è la temperatura interna del locale di installazione delle unità terminali [°C]

Φ_n è la potenza nominale delle unità terminali [W]

$\Delta\theta_n$ è il salto termico nominale dell'unità terminale [°C]
(differenza fra la temperatura media dell'unità terminale e la temperatura dell'ambiente in condizioni di prova)

n è l'esponente caratteristico dell'emettitore. I valori di default sono riportati nel prospetto A1 [-]

Il tempo di attivazione delle unità terminali t_e è dato da:

$$t_e = \frac{Q_{hr}}{\Phi_{em}} \quad [s] \quad (A4)$$

NOTA: un controllo termostatico con elevata frequenza di intervento agisce come una regolazione di portata. Ciò accade quando l'intervallo fra successive commutazioni è così breve che l'inerzia termica del radiatore ne livella la temperatura media.

NOTA: se sono note solo la temperatura di mandata e la portata, la temperatura di ritorno può essere calcolata con semplici formule iterative.

A 2 Temperature medie di mandata e ritorno delle unità terminali

A 2.1 Unità terminali a portata costante

Se le unità terminali funzionano a portata costante, la differenza di temperatura $\Delta\theta_e$ fra mandata e ritorno è data da:

$$\Delta\theta_e = \frac{\Phi_{em} \cdot 0,86}{\dot{V}_d} \quad [°C] \quad (A5)$$

dove:

\dot{V}_d è la portata di acqua attraverso l'unità terminale [kg/h]

La temperatura di mandata $\theta_{e,f}$ è data da:

$$\theta_{e,f} = \theta_{e,av} + \frac{\Delta\theta_e}{2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A6})$$

La temperatura di ritorno $\theta_{e,r}$ è data da:

$$\theta_{e,r} = \theta_{e,av} - \frac{\Delta\theta_e}{2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A7})$$

A 2.2 Unità terminali a portata variabile

Se la portata è regolata e la temperatura di mandata è costante, allora:

- la temperatura di mandata $\theta_{e,f}$ è un valore noto (impostazione della regolazione) o di progetto
- la temperatura di ritorno $\theta_{e,r}$ è data da:

$$\theta_{e,r} = \max(2 \cdot \theta_{e,av} - \theta_{e,f}; \theta_{int}) \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A8})$$

La portata attraverso l'unità terminale è data da:

$$\dot{V}_d = \frac{\Phi_{em} \cdot 0,86}{\theta_{e,f} - \theta_{e,r}} \quad [\text{kg/h}] \quad (\text{A9})$$

A 3 Calcolo delle temperatura di mandata e ritorno dei circuiti di distribuzione

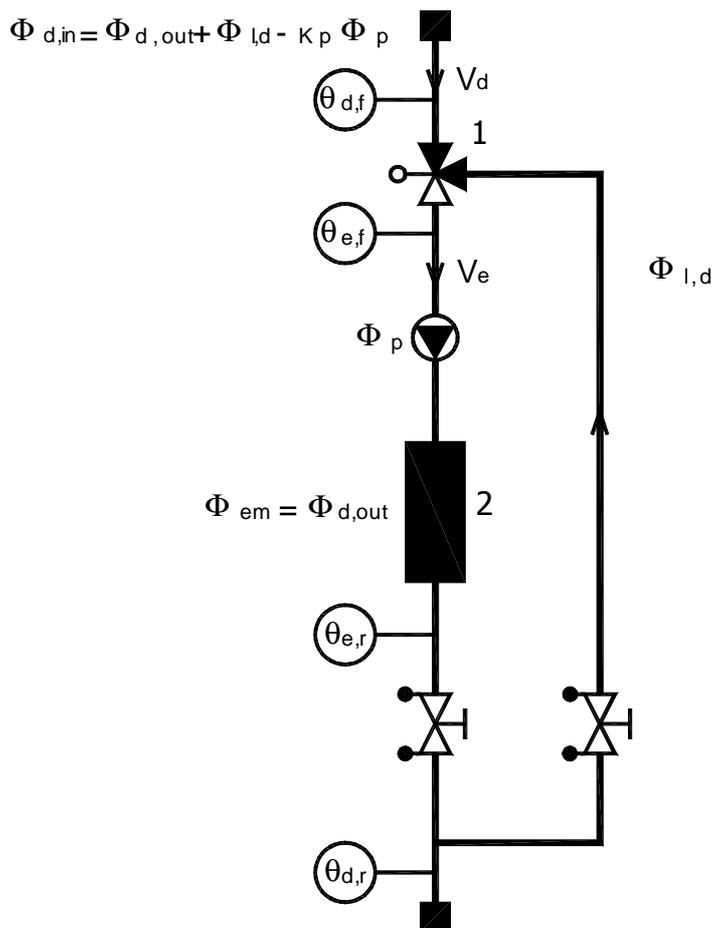
A 3.1 Generalità

Ogni circuito di distribuzione può includere connessioni di miscelazione, ricircolo o by-pass.

Per questa ragione, le temperature ai capi delle unità terminali e quelle ai capi dei corrispondenti circuiti di distribuzione possono essere diverse.

- le temperature e portate relative alle unità terminali sono indicate dal pedice e
- le temperature e portate relative ai circuiti di distribuzione unità terminali sono indicate dal pedice d

La figura A1 mostra un esempio di circuito di distribuzione


Figura A1 - Esempio di circuito di distribuzione

1 = valvola di regolazione 2 = unità terminale

dove:

- $\theta_{d,f}$ è la temperatura di mandata del circuito di distribuzione, che coincide con la temperatura del collettore di mandata della generazione [°C]
Questo valore è solitamente un valore di progetto comune a più circuiti di distribuzione a meno che qualche circuito di controllo speciale ne cambi il valore in funzione delle condizioni di marcia (ad esempio innalzamento automatico della temperatura di caldaia durante la produzione di acqua calda sanitaria).
Questo valore può essere anche oggetto di regolazione (ad esempio regolazione climatica a temperatura scorrevole).
- $\theta_{d,r}$ è la temperatura di ritorno del circuito di distribuzione [°C]
- \dot{V}_d è la portata del circuito di distribuzione [kg/h]
- $\Phi_{d,in}$ è la potenza media in ingresso del circuito di distribuzione, dato in generale da [W]:

$$\Phi_{d,in} = \Phi_{d,out} + \Phi_{l,d} - k_p \cdot \Phi_p \quad [W] \quad (A10)$$

dove:

- $\Phi_{d,out}$ è la potenza media in uscita del circuito di distribuzione [W]
- $\Phi_{l,d}$ sono le perdite totali del circuito di distribuzione [W]
- k_p è il fattore di recupero dell'energia elettrica (valore di default 0,85) [-]
- Φ_p è la potenza assorbita dalla pompa [W]

A 3.2 Circuito di distribuzione diretto

Se vi è connessione diretta, temperature e portate delle unità terminali e del circuito di distribuzione coincidono, dunque risulta:

$$\theta_{d,f} = \theta_{e,f} ; \theta_{d,r} = \theta_{e,r} ; \dot{V}_d = \dot{V}_e \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A11})$$

Nella figura A2 è rappresentato un esempio di tali circuiti

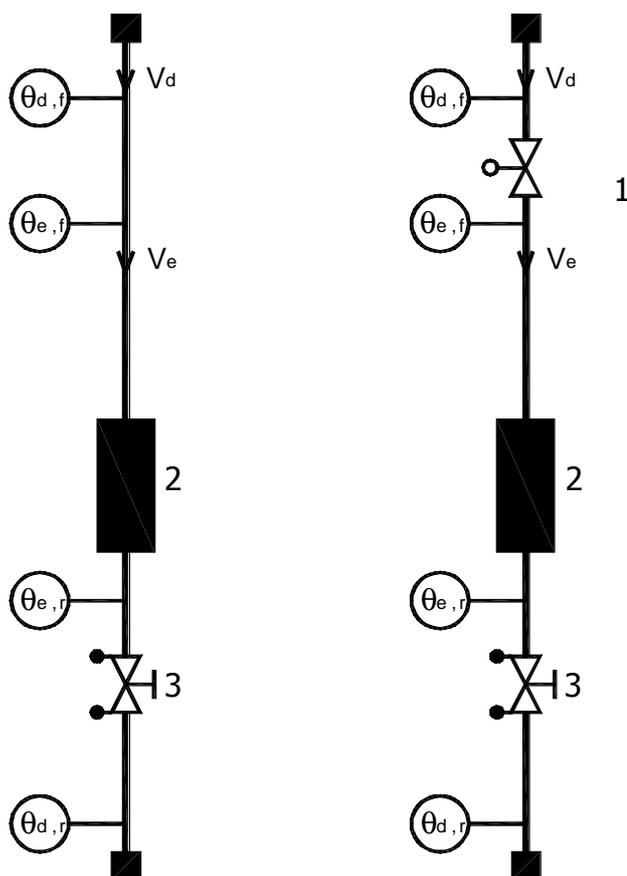


Figura A2 - Esempi di circuito di distribuzione diretto

1 = Valvola termostatica 2 = Unità terminale 3 = Valvola di bilanciamento

NOTA: Un $\Delta\theta$ supplementare può eventualmente essere sottratto per tenere conto delle perdite di distribuzione, se sono significative.

A3.3 Circuito di distribuzione a portata costante (by-pass sull'unità terminale)

Se il circuito di distribuzione è progettato per prelevare dai collettori una portata \dot{V}_d costante (l'azione di regolazione principale è il by-pass dell'emittitore), allora:

- la temperatura di ritorno del circuito di distribuzione $\theta_{d,r}$ è data da:

$$\theta_{d,r} = \theta_{d,f} - \frac{\Phi_{d,in} \cdot 0,86}{\dot{V}_d} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A12})$$

- la portata \dot{V}_d del circuito di distribuzione è il valore di progetto od il valore regolato.

Esempi di questo tipo di circuiti sono riportati in figura A3.

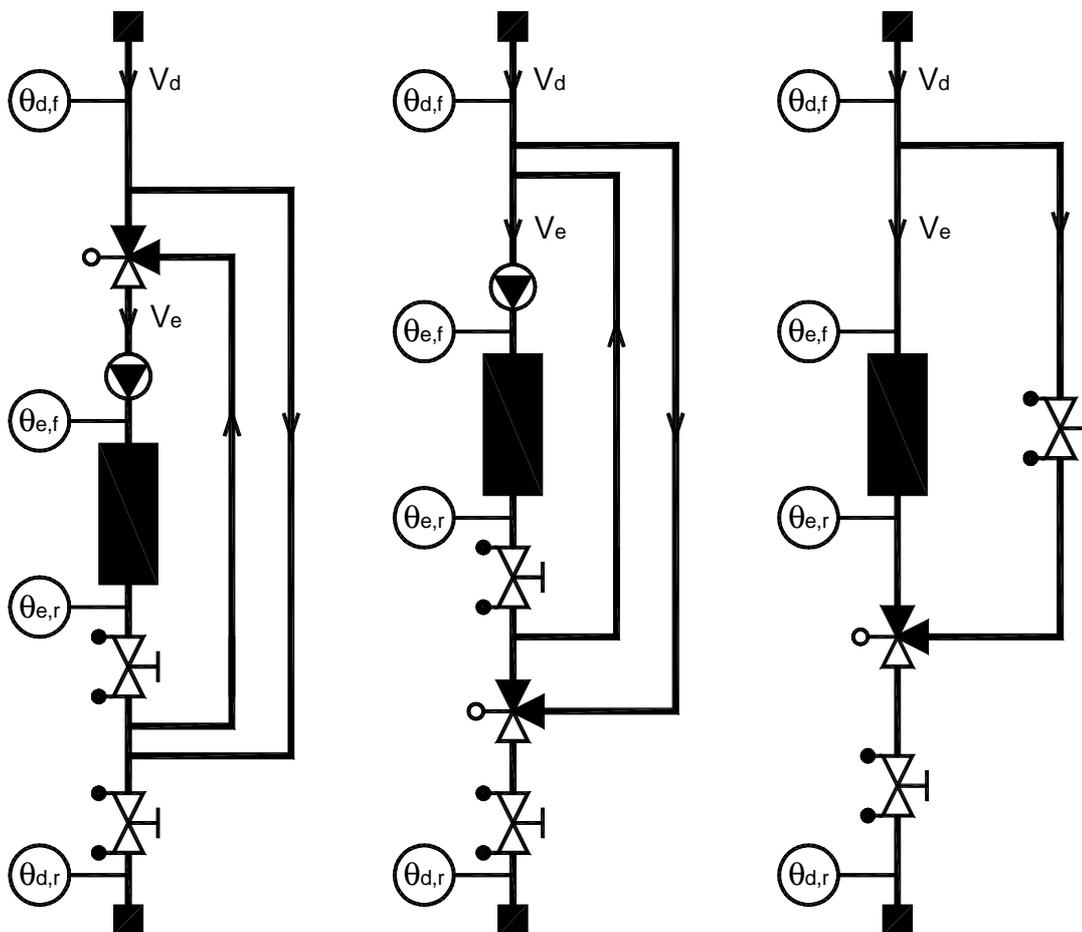


Figura A3 - Esempi di circuito di distribuzione a portata costante

Il calcolo della temperatura di mandata dell'unità terminale può essere utilizzato per verificare che risulti sempre $\theta_{e,f} < \theta_{d,f}$.

A 3.4 Circuito di distribuzione a portata variabile (ricircolo sull'unità terminale)

Se il circuito di distribuzione è progettato per prelevare dai collettori una portata \dot{V}_d variabile (l'azione di regolazione principale è il ricircolo dell'acqua nell'unità terminale), allora:

- la temperatura di ritorno del circuito di distribuzione $\theta_{d,r}$ è data da:

$$\theta_{d,r} = \theta_{e,r} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A13})$$

- la portata \dot{V}_d del circuito di distribuzione (prelevata dal collettore) è data da:

$$\dot{V}_d = \frac{\Phi_{d,in} \cdot 0,86}{\theta_{d,f} - \theta_{d,r}} \quad [\text{kg/h}] \quad (\text{A14})$$

Esempi di questo tipo di circuiti sono riportati in figura A4

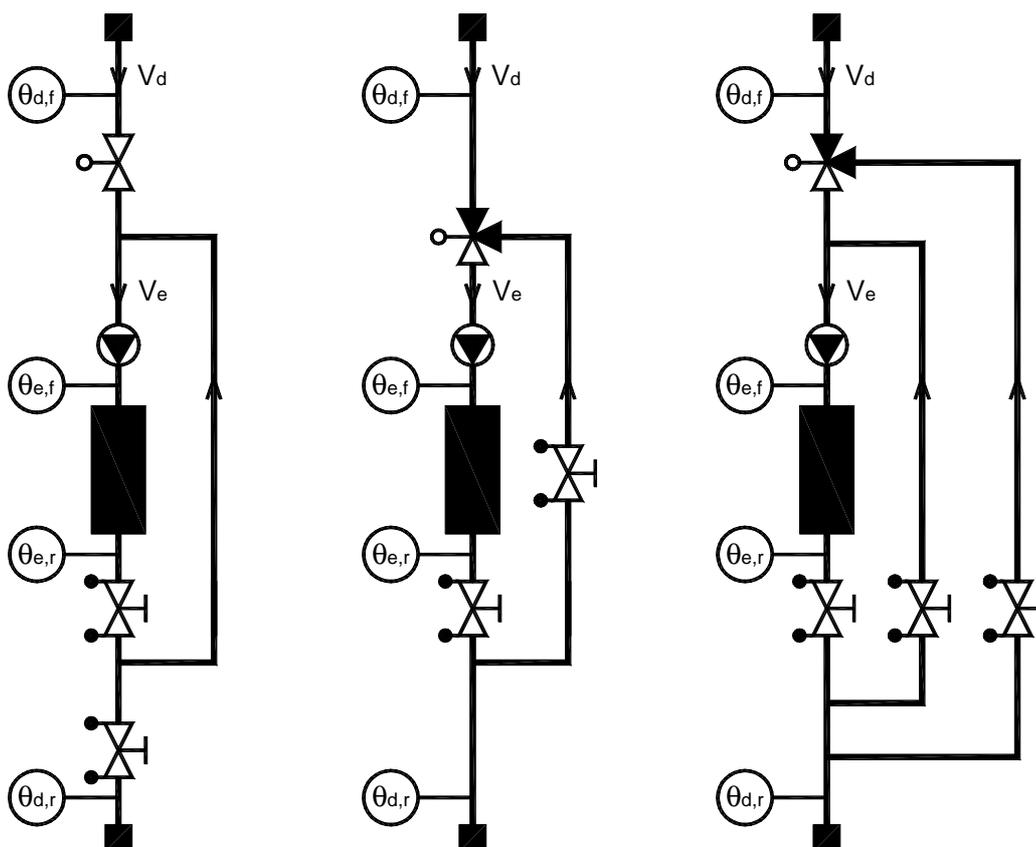


Figura A4 - Esempi di circuito di distribuzione a portata prelevata variabile

Il calcolo della temperatura di mandata dell'unità terminale può essere utilizzato per verificare che risulti sempre $\theta_{e,f} < \theta_{d,f}$.

A 3.5 Collegamento in parallelo di più circuiti di distribuzione

Se ci sono N_d circuiti di distribuzione in parallelo, si devono calcolare temperature e portate risultanti. La temperatura di mandata del circuito di distribuzione $\theta_{d,f}$ è naturalmente la stessa per tutti i circuiti:

$$\theta_{d,f} = \theta_{d,f,i} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A15})$$

La portata totale \dot{V}_d è la somma delle portate dei singoli circuiti

$$\dot{V}_d = \sum_i \dot{V}_{d,i} \quad [\text{kg/h}] \quad (\text{A16})$$

La temperatura di ritorno complessiva $\theta_{d,r}$ è la media pesata delle temperature di ritorno:

$$\theta_{d,r} = \frac{\sum_i \dot{V}_{d,i} \cdot \theta_{d,r,i}}{\dot{V}_d} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A17})$$

A 4 Temperature di mandata e ritorno al generatore

A 4.1 Generalità

Ogni circuito di generazione può includere circuiti di by-pass, ricircolo e miscelazione.

Per questo temperature e portate del circuito di generazione e del generatore possono essere differenti.

- i valori relativi al generatore hanno il pedice b (boiler)
- i valori relativi al circuito di generazione hanno il pedice g.

La figura A5 mostra un esempio di circuito di generazione

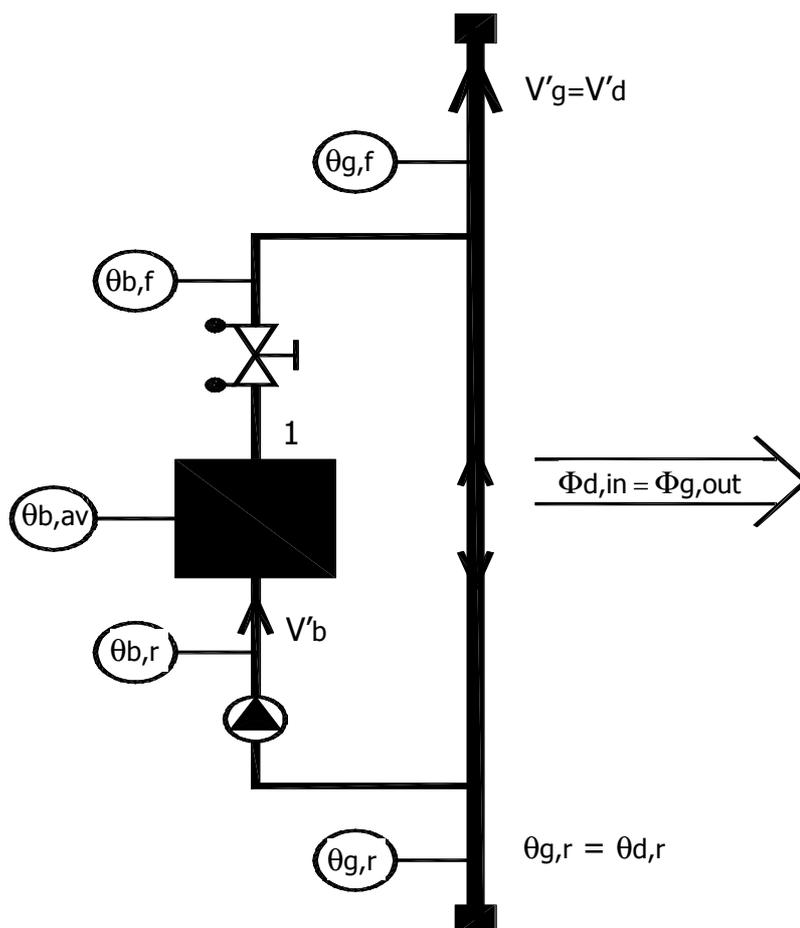


Figura A5 – Esempio di generazione

1 = generatore di calore

dove:

- $\theta_{g,f}$ è la temperatura di mandata del circuito di generazione, che è anche la temperatura di mandata dei circuiti di distribuzione
- $\theta_{g,r}$ è la temperatura di ritorno del circuito di generazione, che è anche la temperatura di ritorno della distribuzione;
- V'_g è la portata della generazione, che è anche la portata alla distribuzione;
- $\Phi_{g,out}$ è la potenza utile fornita dalla generazione
- $\theta_{b,f}$ è la temperatura di mandata del generatore
- $\theta_{b,r}$ è la temperatura di ritorno del generatore;
- V'_b è la portata nel generatore
- $\theta_{b,av}$ è la temperatura media del generatore

A 4.2 Portata nel generatore uguale a quella del circuito di generazione (nessun by-pass)

Se la portata nel generatore \dot{V}'_b è la stessa che nel circuito di generazione \dot{V}'_g (connessione diretta), allora

$$\theta_{b,f} = \theta_{g,f} ; \quad \theta_{b,r} = \theta_{g,r} ; \quad \dot{V}_d = \dot{V}_e \quad [^\circ\text{C}, \text{kg/h}] \quad (\text{A18})$$

Esempi di questo tipo di circuiti sono riportati in figura A6

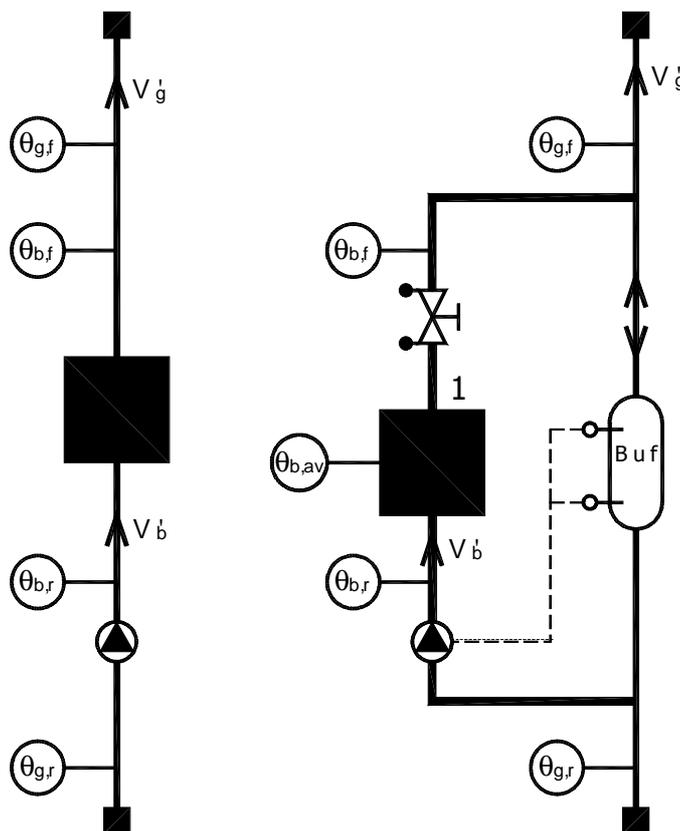


Figura A6 - Esempio di collegamento con portata nel generatore uguale a quella del circuito di generazione (BUF è regolato e non gli è consentito svuotarsi completamente)
1 = generatore di calore

A 4.3 Portata nel generatore diversa da quella del circuito di generazione

Se la portata nel generatore \dot{V}'_b è maggiore di quella nel circuito di generazione \dot{V}'_g ($\dot{V}'_b > \dot{V}'_g$), allora:

$$\theta_{b,f} = \theta_{g,f} \quad [^\circ\text{C}] \quad (\text{A19})$$

$$\theta_{b,r} = \theta_{g,r} - \frac{\Phi_{b,out} \cdot 0,86}{\dot{V}_b} \quad [^\circ\text{C}] \quad (\text{A20})$$

NOTA: $\theta_{b,r}$ sarà maggiore di $\theta_{g,r}$

Se la portata nel generatore \dot{V}'_b è minore di quella nel circuito di generazione \dot{V}'_g ($\dot{V}'_b < \dot{V}'_g$), allora:

$$\theta_{b,r} = \theta_{g,r} \quad [^\circ\text{C}] \quad (\text{A21})$$

$$\theta_{b,f} = \theta_{b,r} + \frac{\Phi_{b,out} \cdot 0,86}{\dot{V}_b} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A22})$$

NOTA: $\theta_{b,f}$ sarà maggiore di $\theta_{g,f}$

NOTA: $\theta_{b,r}$ e $\theta_{b,f}$ sono date in entrambi i casi da:

$$\theta_{b,r} = \max \left[\theta_{g,r}; \theta_{g,f} - \frac{\Phi_{b,out} \cdot 0,86}{\dot{V}_b} \right] \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A23})$$

$$\theta_{b,f} = \max \left[\theta_{g,f}; \theta_{b,r} + \frac{\Phi_{b,out} \cdot 0,86}{\dot{V}_b} \right] \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A24})$$

che riassumono le formule da A19 a A22.

Esempi di questo tipo di circuiti sono riportati in figura A7

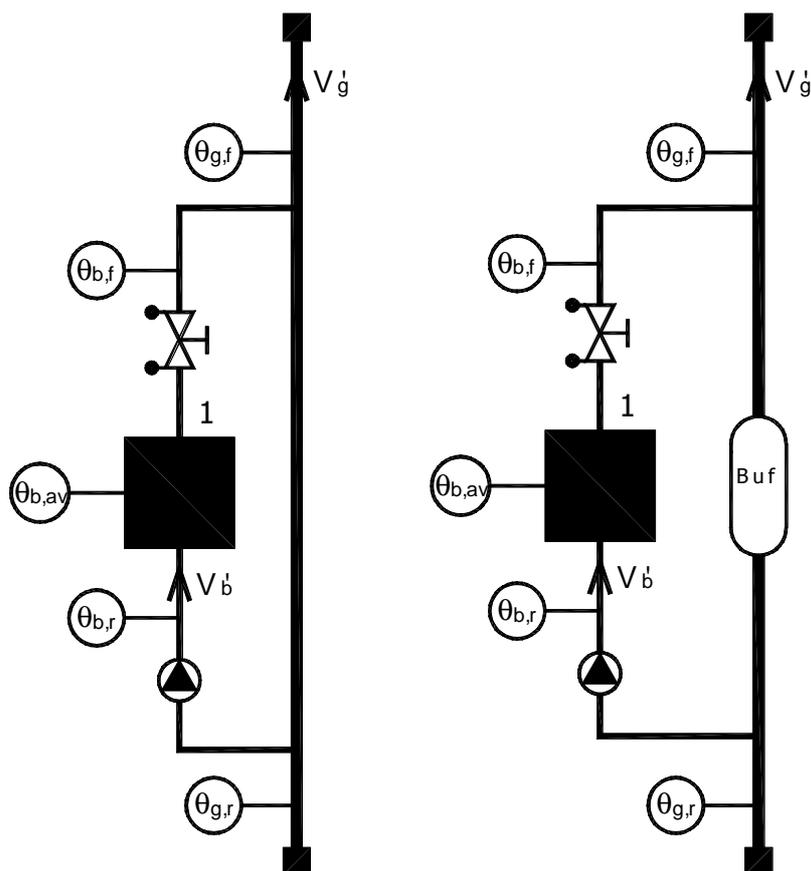


Figura A7 - Esempio di circuiti con portata nel generatore diversa da quella del circuito di generazione
 1 = generatore di calore

NOTA - La portata nel generatore \dot{V}_b è la portata media. L'utilizzo di un accumulo inerziale consente di ottenere basse portate medie nel generatore mediante il funzionamento intermittente della pompa primaria.

NOTA - Alcuni sistemi esistenti sono dotati di pompa anticondensa. La sua porta si somma a quella del circuito di generazione per ottenere la portata attraverso il generatore.

A 4.4 Collegamento in parallelo di più generatori

Se più generatori sono collegati in parallelo, le temperature comuni di ritorno $\theta_{b,r}$ e di mandata $\theta_{b,f}$ sono calcolate come specificato nei paragrafi precedenti.

Per ogni generatore si deve determinare la potenza media $\Phi_{b,i}$ e la portata media $\dot{V}_{b,i}$.

La temperatura di mandata di ciascun generatore si calcola con:

$$\theta_{b,f,i} = \theta_{b,r} + \frac{\Phi_{b,i} \cdot 0,86}{\dot{V}_i} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A25})$$

Il significato dei simboli è illustrato in figura A8.

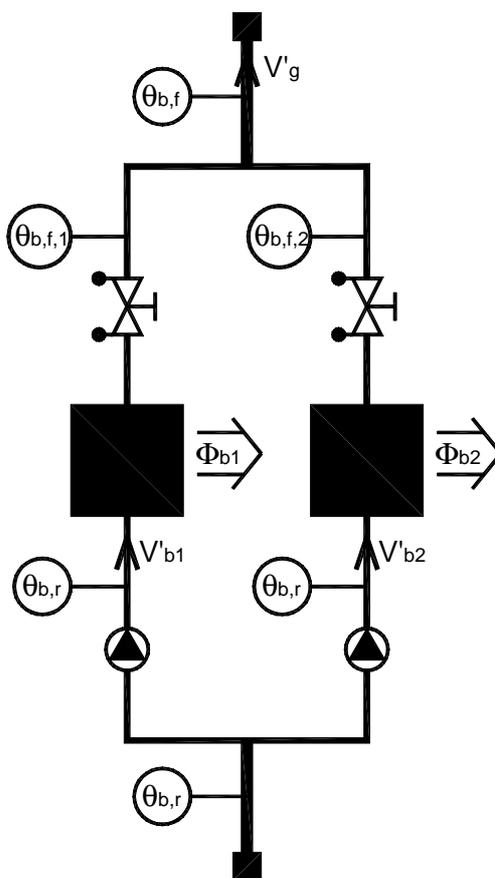


Figura A8 - Connessione in parallelo di generatori

A 4.4 Temperatura media del generatore

La temperatura media nel generatore è data da:

$$\theta_{b,av} = \frac{\theta_{b,f} + \theta_{b,r}}{2} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (\text{A26})$$

APPENDICE B SCHEMI DI FLUSSO E PROSPETTI DI CALCOLO

B 0 Introduzione

Lo scopo degli schemi di flusso contenuti nella presente appendice è quello di presentare una visione immediata della sequenza di calcolo e dell'utilizzo della norma UNI 10348, con le precisazioni fornite dalla presente raccomandazione. A ciascuno schema fa riferimento un prospetto di calcolo.

B 1 Schema di flusso e prospetto di calcolo: sistema di riscaldamento

La figura B1 e il prospetto B1 riportano lo schema di flusso e il prospetto di calcolo per il sistema di riscaldamento.

I passi da 0 sino a 2a portano, in base agli apporti del recupero di energia termica e con l'eventuale riduzione per gestione autonoma, alla determinazione del fabbisogno netto corretto di energia termica utile Q''_h .

In base ai rendimenti di emissione (passo 3) e di regolazione (passo 4) si determina il fabbisogno effettivo di energia termica utile che la rete di distribuzione deve fornire alle unità terminali (4a).

Ove è indicato IN si deve intendere che si tratta di energia termica che deve entrare nel sottosistema, mentre dove si indica OUT si tratta di energia che deve uscire dal sottosistema.

L'eventuale energia elettrica del sottosistema emissione si considera solo come energia elettrica spesa senza alcun recupero sotto forma di energia termica.

Al passo 5 si calcolano le perdite di distribuzione, in modo analitico o in base al rispettivo rendimento, e si ottiene il fabbisogno IN che deve essere fornito dal sottosistema produzione alla rete. Il recupero termico dell'energia elettrica spesa dalle eventuali pompe di rete (5b) sommato a quello della pompa del generatore (6b) si considera immesso a monte dell'ingresso nella rete e si porta quindi in deduzione dal fabbisogno di energia termica utile che deve essere fornito dal sottosistema di produzione.

L'energia termica recuperata dall'energia elettrica del bruciatore del generatore viene considerata nel calcolo del rendimento di produzione secondo UNI 10348 e quindi le perdite calcolate in base a tale rendimento tengono già conto di tali recuperi.

In base al calcolo del rendimento di produzione si determina il fabbisogno di energia primaria per la combustione (7).

La somma di tutta l'energia elettrica spesa dai vari sottosistemi fornisce il fabbisogno di energia elettrica del sistema (8), mentre l'energia primaria totale (9) è data dalla somma dell'energia primaria richiesta per la combustione (7) e dell'energia elettrica totale (8a), convertita in energia primaria in base al rendimento del sistema elettrico nazionale.

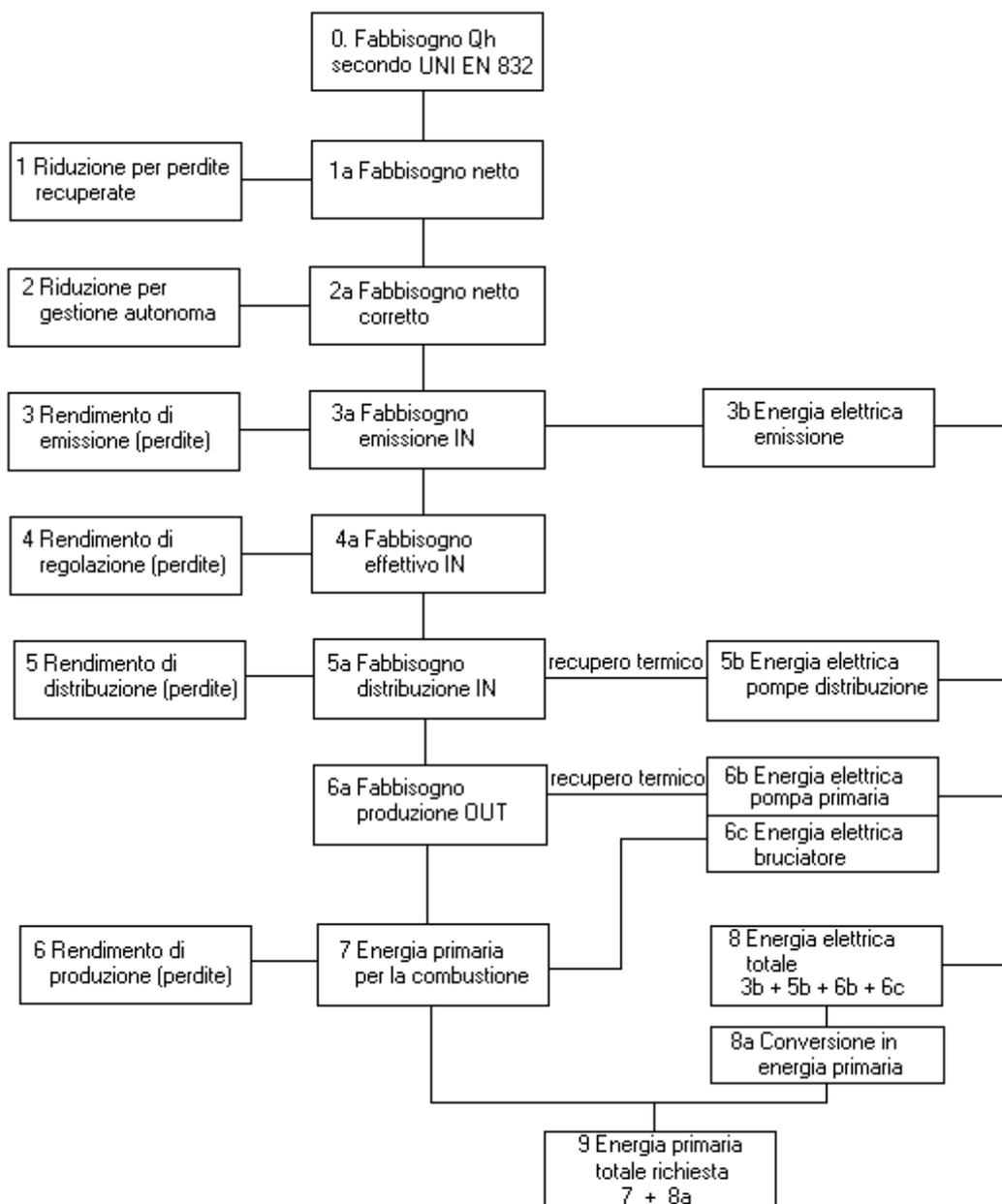


Figura B1 : Schema di flusso di calcolo secondo UNI 10348 (Sistema solo riscaldamento)

Prospetto B1 - Sistema di riscaldamento

	Descrizione	Simbolo	Unità	Energia		Rendimenti
				Termica	Elettrica	
A	0. Fabbisogno ideale edificio	Q_h/Q_{hvs}	MJ			
	1. Perdite recuperate totali	Q_{rh}	MJ	-		
	1a. Fabbisogno netto	Q'_h	MJ	=		
	2. Riduzione per gestione autonoma	f_{cont}	X 0,1	-		
	2a. Fabbisogno netto corretto 1a – 2	Q''_h	MJ	=		
B	2a. Fabbisogno emissione OUT	Q''_h	MJ			
	3. Perdite di emissione	$Q_{l,e}$	MJ	+		
	3a. Fabbisogno emissione IN 2a + 3	$Q_{in,e}$	MJ	=		
	3b. Fabbisogno di energia elettrica	$Q_{e,e}$	MJ			
C	3a. Fabbisogno regolazione OUT	$Q_{out,e}$	MJ			
	4. Perdite di regolazione	$Q_{l,c}$	MJ	+		
	4a. Fabbisogno effettivo IN 3a + 4	Q_{hr}	MJ	=		
D	4a. Fabbisogno distribuzione OUT	$Q_{out,d}$	MJ			
	5. Perdite di distribuzione	$Q_{l,d}$	MJ	+		
	5b. Energia elettrica pompe dist.	$Q_{po,d}$	MJ		-	
	5b. Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,d}$	-	x		
	5a. Fabbisogno distribuzione IN 4a+5-5b	$Q_{in,d}$	MJ	=		
E	5a. Fabbisogno totale distribuzione IN	$Q_{in,d}$	MJ			
	6b. Energia elettrica pompa primaria	$Q_{po,d}$	MJ		-	
	6b. Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,d}$	-	x		
	6a. Fabbisogno produzione OUT 5a-6b	Q_u	MJ	=		
	6. Perdite di produzione	$Q_{l,p}$	MJ	+		
	7. Fabb.per la combustione 6a+6	Q_c	MJ	=		
	6c. Energia elettrica del bruciatore	Q_{br}	MJ		-	
F	8. Totale energia elettrica 3b+5b+6b+6c	Q_e	MJ		-	
	8a. Energia primaria equivalente	$Q_e \times \eta_{sen}$	MJ	=		
	7. Fabbisogno per la combustione	Q_c	MJ	+		
	9. Totale energia primaria 7 + 8b	Q	MJ	=		

A Dati riguardanti l'edificio. Nel caso di sistema comprendente più zone termiche servite dallo stesso generatore di calore o dalla stessa centrale termica, il valore di Q_h è la somma dei fabbisogni di calore di tutte le zone termiche che lo compongono.

B Dati riguardanti il sottosistema di emissione **C Dati riguardanti il sottosistema di regolazione**

D Dati riguardanti il sottosistema di distribuzione Nel caso di sistema comprendente più zone termiche servite dallo stesso generatore di calore o dalla stessa centrale termica, i valori dei rendimenti di emissione, regolazione e distribuzione del sistema sono la media pesata dei rendimenti delle singole zone.

E Dati riguardanti il sottosistema di produzione **F Totali**

B2 Schema di flusso e prospetto di calcolo: sistema acqua calda sanitaria

La figura B2 e il prospetto B2 riportano lo schema di flusso e il prospetto di calcolo per il sistema acqua calda sanitaria.

Al fabbisogno di energia termica utile, calcolato secondo la presente raccomandazione, si apporta l'eventuale riduzione per gestione autonoma (1a fabbisogno corretto). La correzione si apporta nel caso di sistema autonomo con generatore per singola unità immobiliare o nel caso di produzione centralizzata condominiale e di distribuzione alle singole unità immobiliari con contabilizzazione.

Il fabbisogno IN per l'erogazione si calcola aggiungendo le perdite di erogazione (2a). Si sommano quindi le perdite di distribuzione, determinate in base al rendimento di distribuzione, secondo la presente raccomandazione.

Nei sistemi con accumulo si sommano le perdite di accumulo, e si ottiene il fabbisogno di energia termica utile che deve essere fornito dal sottosistema di distribuzione. I recuperi termici delle pompe di distribuzione (3b) e di accumulo (4b) si portano in detrazione in 3a e 4a.

Dal questo punto in avanti il calcolo prosegue come nel caso dello schema di figura B1.

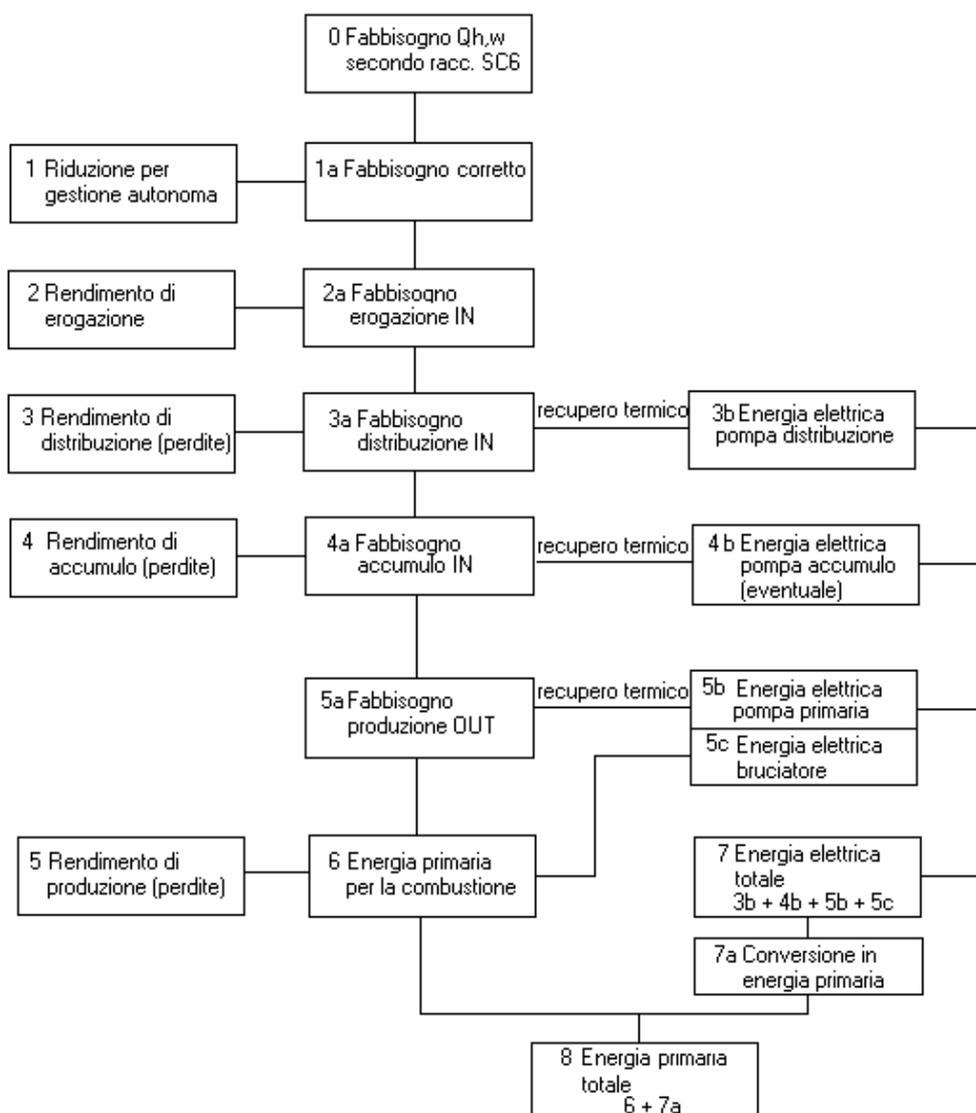


Figura B2: Schema di flusso del calcolo (sistema acqua calda sanitaria)

Prospetto B2 – Sistema acqua calda sanitaria

	Descrizione	Simbolo	Unità	Energia		Rendimenti
				Termica	Elettrica	
A	0. Fabbisogno calcolato	Q_{hw}	MJ			-
	1. Riduzione per gestione autonoma	f_{cont}	%	X		
	1a. Fabbisogno netto corretto 0 - 1	Q''_h	MJ	=		
B	1a. Fabbisogno erogazione OUT	Q''_{hw}	MJ			-
	2. Perdite di erogazione	$Q_{l,e,w}$	MJ	+		
	2a. Fabbisogno erogazione IN 1a + 2	$Q_{in,e,w}$	MJ	=		
C	2a. Fabbisogno erogazione IN	Q_{hrw}	MJ			-
	3b. Energia elettrica pompe dist.	$Q_{po,d,w}$	MJ		-	
	3b. Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,d}$	-	x 0,85		
	3. Perdite di distribuzione	$Q_{l,d,w}$	MJ	+		
	3b. Fabbisogno distribuzione IN 2a-3b+3	$Q_{in,d,w}$	MJ	=		
D	3b. Fabbisogno accumulo OUT	$Q_{out,s,w}$	MJ			-
	4b. Energia elettrica pompe accumulo	$Q_{po,s,w}$	MJ			
	4b. Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,s}$	-	x 0,85		
	4. Perdite di accumulo	$Q_{l,s,w}$	MJ	+		
	4a. Fabbisogno accumulo IN 3b-4b+4	$Q_{in,s,w}$	MJ	=		
E	4a. Fabbisogno accumulo IN	$Q_{in,s,w}$	MJ			-
	5b. Energia elettrica pompa primaria	$Q_{po,p,w}$	MJ		-	
	5b. Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,p}$	-			
	5a. Fabbisogno produzione OUT	$Q_{po,p,w}$	MJ	=		
	5. Perdite di produzione	$Q_{l,p,w}$	MJ	+		
	6. Fabb.energia per combustione 4a-5b+5	$Q_{c,w}$	MJ	=		
F	7. Totale energia elettrica 3b + 4b + 5b	$Q_{e,w}$	MJ			-
	7a. Rendimento del servizio el. Naz.	η_{sen}	-	x		
	7b. Equivalente energia primaria	$Q_{e,w}$	MJ	=		
	6. Fabbisogno per la combustione	$Q_{c,w}$	MJ	+		
	8. Totale energia primaria 7b + 8	Q	MJ	=		

A Dati riguardanti il fabbisogno di calore per acqua calda sanitaria (secondo raccomandazione CTI/SC6)

B Dati riguardanti il sottosistema di erogazione

E Dati riguardanti il sottosistema di produzione

C Dati riguardanti il sottosistema di distribuzione

F Totali

D Dati riguardanti il sottosistema di accumulo

Sistema autonomo di produzione per unità immobiliare con potenza del focolare minore di 35 kW

Rendimento di produzione dedotto dal prospetto 21 %

Tipologia _____

Perdite al netto delle perdite recuperabili

MJ/anno

B3 Schema di flusso e prospetto di calcolo: sistema combinato riscaldamento - acqua calda sanitaria

La figura B3 e il prospetto B3 riportano lo schema di flusso e il prospetto di calcolo per il sistema combinato riscaldamento – acqua calda sanitaria.

In questo caso si deve distinguere tra:

- i) periodo di attivazione del riscaldamento
- ii) periodo di non attivazione del riscaldamento

Nel periodo i), il calcolo si effettua separatamente per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria rispettivamente secondo lo schema B1 sino al passo 5a e secondo lo schema B3 sino al passo 4a.

Nei periodi di attivazione del riscaldamento (i), il fabbisogno per acqua calda sanitaria si somma a quello del riscaldamento per lo stesso periodo e si prosegue il calcolo secondo lo schema B1.

Nel periodo di non attivazione del riscaldamento (ii) si effettua il calcolo per la sola produzione di acqua calda, secondo lo schema B2.

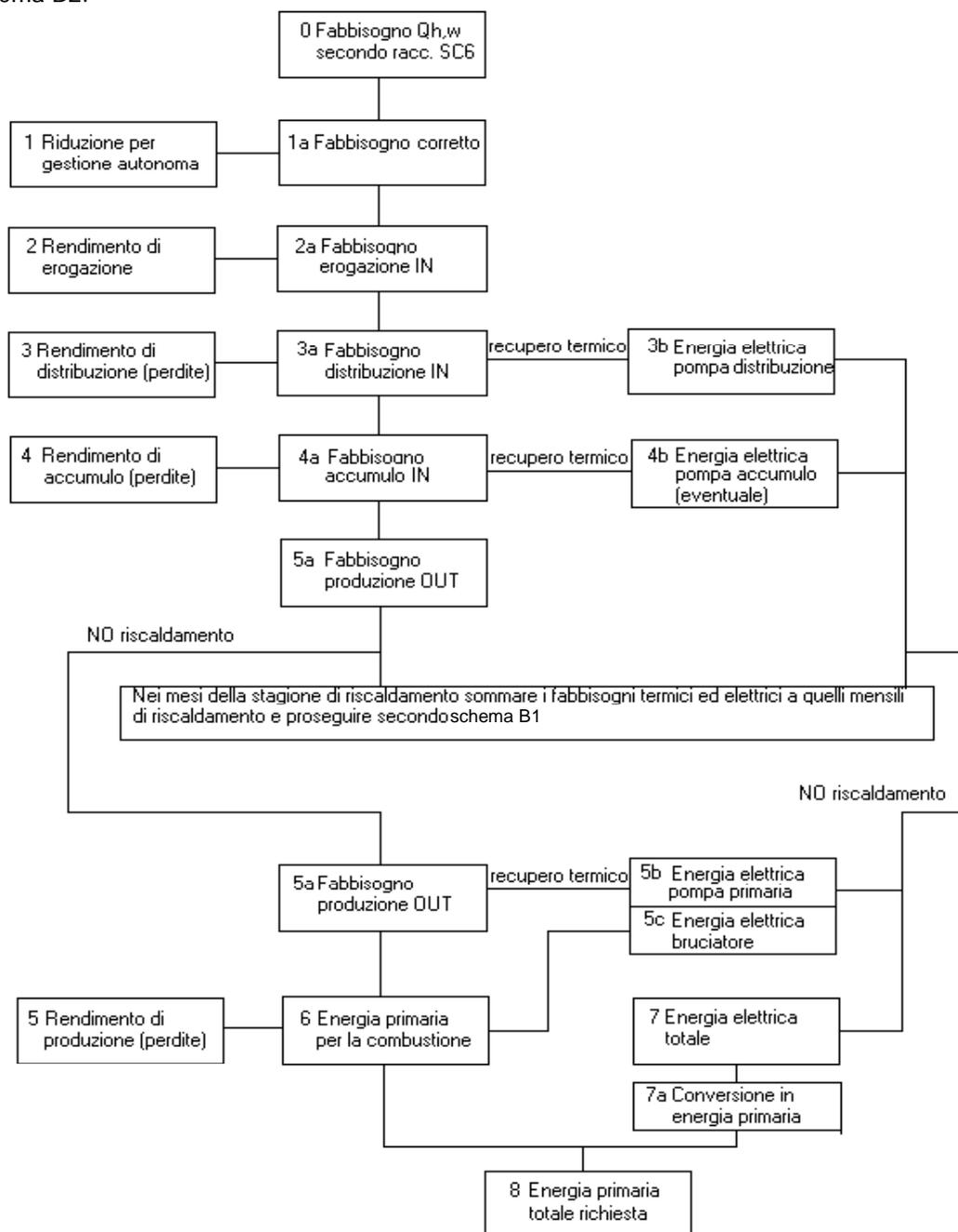


Figura B3: Schema di flusso del calcolo (Sistema combinato riscaldamento/acqua calda sanitaria)

Prospetto B3 – Sistema combinato riscaldamento- acqua calda sanitaria

	Descrizione	Simbolo	Unità	Energia		Rendimenti
				Termica	Elettrica	
A	0. Fabbisogno calcolato	Q_{hw}	MJ			-
	1. Riduzione per gestione autonoma	f_{cont}	X 0,1			
	1a. Fabbisogno netto corretto 0-1	Q''_h	MJ	=		
B	1a. Fabbisogno erogazione OUT	Q''_{hw}	MJ			-
	2. Perdite di erogazione	$Q_{l,e,w}$	MJ	+		
	2a. Fabbisogno erogazione IN 1 + 2a	$Q_{in,e,w}$	MJ	=		
C	2a. Fabbisogno distribuzione OUT	Q_{hrw}	MJ			-
	3b. Energia elettrica pompe dist.	$Q_{po,d,w}$	MJ		-	
	3b. Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,d}$	-	x 0,85		
	3b. Recupero energia termica	$Q_{rh,d,w}$	MJ	-		
	3. Perdite di distribuzione	$Q_{l,d,w}$	MJ	+		
	3b. Fabbisogno distribuzione IN 2a-3b+3	$Q_{in,d,w}$	MJ	=		
D	3b. Fabbisogno accumulo OUT	$Q_{out,s,w}$	MJ			-
	4b. Energia elettrica pompe accumulo	$Q_{po,s,w}$	MJ		-	
	4b. Fattore di recupero energia elettrica	$\eta_{po,s}$	x 0,85	=		
	4b. Recupero di energia termica	$Q_{rh,s,w}$	MJ	-		
	4. Perdite di accumulo	$Q_{l,s,w}$	MJ	+		
	4a. Fabbisogno accumulo IN 3b-4b+4	$Q_{in,s,w}$	MJ	=		

Nel caso di periodo invernale sommare il fabbisogno 4a del periodo a quello per riscaldamento dello stesso periodo e proseguire con il calcolo del rendimento di produzione come nel prospetto B1. Nel caso di periodo estivo procedere secondo il prospetto B2.

A Dati riguardanti il fabbisogno di calore per acqua calda sanitaria (secondo raccomandazione CTI/SC6)

B Dati riguardanti il sottosistema di erogazione

C Dati riguardanti il sottosistema di distribuzione

D Dati riguardanti il sottosistema di accumulo