



Nicola Taraschi

Contabilizzazione del calore con Excel

ASPETTI TECNICI E FOGLI DI CALCOLO
CONFORMI ALLA NORMA UNI 10200:2015

- Norme e disposizioni tecniche sulla contabilizzazione del calore, sull'efficienza dell'energia ed il risparmio energetico
- La strumentazione utile alla contabilizzazione del calore
- Termoregolazione e gestione dell'energia
- La norma UNI EN 834 e norma UNI 11388:2015
- La norma UNI 10200:2015
- Esempi di calcolo ed applicazioni

**PRONTO
GRAFILL**
Clicca e richiedi di essere contattato
per informazioni e promozioni

SOFTWARE INCLUSO

FOGLI DI CALCOLO CONFORMI ALLA NORMA UNI 10200:2015 E ASPETTI TECNICI CORRELATI

Glossario (principali termini tecnico-normativi), **F.A.Q.** (domande e risposte sui principali argomenti),

Test iniziale (verifica della formazione di base), **Test finale** (verifica dei concetti analizzati)

Nicola Taraschi

CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE CON EXCEL

ISBN 13 978-88-8207-844-7

EAN 9 788882 078447

Software, 92

Prima edizione, aprile 2016

Taraschi, Nicola <1952->
Contabilizzazione del calore con Excel / Nicola Taraschi.
– Palermo : Grafill, 2016.
(Software ; 92)
ISBN 978-88-8207-844-7
1. Edifici – Impianti di riscaldamento.
647.92 CDD-22 SBN Pa0287527
CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile in versione eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e paypal.

Per i pagamenti con carta di credito e paypal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno smartphone o un tablet il codice QR sottostante.



I lettori di codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di aprile 2016

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 – 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.



Clicca qui e scopri come richiedere maggiori informazioni sui nostri prodotti
Sarai contattato da un consulente editoriale che ti riserverà uno **SCONTO SPECIALE**

SOMMARIO

INTRODUZIONE	p.	1
1. LA NORMATIVA	"	3
– La Legge n. 10/1991 e i decreti attuativi.....	"	3
– D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412	"	3
– D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 551	"	4
– D.Lgs. n. 192/2005 e D.Lgs. n. 311/2006: obbligo delle valvole termostatiche.....	"	4
– D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59	"	4
– Legge 11 dicembre 2012, n. 220	"	5
– Direttiva 2012/27/UE del 25 ottobre 2012	"	5
– Legge 3 agosto 2013, n. 90	"	6
– D.P.R. 16 aprile 2013, n. 74	"	6
– D.Lgs. 4 luglio 2014, n. 102.....	"	6
– D.M. 26 giugno 2015	"	7
– Norma UNI 10200:2015.....	"	9
– Norme tecniche sui componenti	"	10
– Norma UNI EN 834	"	10
– Norma UNI/TR 11388:2015.....	"	10
– Norma UNI 9019:2013.....	"	10
– Norma EN 442-2:1999	"	10
– Comitato tecnico 803	"	10
– Legislazioni regionali.....	"	10
– Legge per l'utilizzo delle valvole termostatiche e la contabilizzazione in Lombardia e Piemonte 2013.....	"	10
– Quadro riassuntivo	"	11
– Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico	"	12
2. I CORPI TERMICI	"	13
2.1. Radiatori	"	13
2.1.1. Esempio numerico	"	14
2.1.2. La variazione di emissione con l'altezza	"	15
2.1.3. Variazione di emissione con la portata	"	16
2.2. Il collegamento monotubo	"	16
2.3. L'inerzia termica dei corpi radianti	"	17

2.4.	Il calcolo della potenza termica dei corpi scaldanti.....	p.	19
2.4.1.	Il coefficiente correttivo delle unità di ripartizione.....	"	23
2.4.2.	Il fattore Kc	"	24
2.4.3.	Installazione dei ripartitori	"	27
2.5.	Sistemi di contabilizzazione indiretta con ripartitore di calore e testa termostatica	"	28
2.6.	Sistemi di ripartizione secondo la norma UNI 11388:2015.....	"	28
2.6.1.	Requisiti dei sistemi conformi alla norma 11388/2015	"	32
2.6.2.	Prove del sistema	"	32
2.7.	La trasmissione dati dei ripartitori.....	"	33
3.	LA STRUMENTAZIONE	"	35
3.1.	Le termocoppie	"	35
3.2.	I termistori.....	"	36
3.3.	Le termoresistenze	"	38
3.4.	I contatori di calore	"	38
3.4.1.	Misure di portata volumetriche	"	39
3.4.2.	Misuratore di portata ad ultrasuoni	"	39
3.5.	Contabilizzazione per impianti a distribuzione orizzontale.....	"	41
3.6.	La norma UNI EN 1434.....	"	42
3.7.	Decreto MISE n. 155/2013, controlli metrologici calore	"	44
3.8.	Contatori per acqua calda sanitaria.....	"	45
3.9.	Le valvole termostatiche.....	"	46
3.9.1.	Generalità	"	46
3.9.2.	I parametri di una valvola termostatica.....	"	47
3.9.3.	L'uso delle valvole termostatiche.....	"	49
3.9.4.	La norma UNI EN 215.....	"	50
3.9.5.	Influenza della portata nei corpi termici	"	51
3.9.6.	L'inerzia termica della valvola termostatica	"	55
4.	I PRINCIPI DELLA CONTABILIZZAZIONE	"	57
4.1.	Generalità.....	"	57
4.2.	Le tipologie impiantistiche	"	58
4.2.1.	La rete con montanti verticali	"	58
4.2.2.	La rete a zone	"	59
4.3.	La norma UNI 10200.....	"	61
4.3.1.	I criteri di ripartizione della spesa totale.....	"	61
4.3.2.	I consumi dei singoli vettori energetici.....	"	63
4.3.3.	Energia termica prodotta dal generatore di calore	"	63
4.3.4.	Consumo e spese totali di energia termica.....	"	64
4.3.5.	Consumi energia termica utile unità immobiliari.....	"	65
4.3.6.	Consumi totali di energia	"	66
4.3.7.	Consumo involontario.....	"	66

4.3.8.	Suddivisione della spesa totale	p.	66
4.4.	Il coefficiente del consumo involontario K_{inv}	"	69
5.	LA CONTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA SANITARIA	"	71
5.1.	La produzione di acqua calda sanitaria.....	"	71
5.2.	Il bollitore	"	72
5.3.	I circuiti idraulici per la produzione dell'acs	"	73
5.3.1.	Analisi con dati numerici	"	74
6.	ESEMPI APPLICATIVI	"	77
6.1.	Esempio 1	"	77
6.2.	Esempio 2	"	83
6.3.	Esempio 3	"	87
6.4.	La progettazione dell'impianto di contabilizzazione.....	"	91
6.5.	Le case per le vacanze	"	91
6.6.	Esempio di consumi mensili	"	93
6.7.	Analisi di casi specifici	"	95
6.8.	Un sistema di contabilizzazione	"	96
6.9.	Moduli e satelliti di utenza.....	"	98
6.10.	Realizzazioni e consuntivi con sistemi secondo la norma 11388:2015	"	99
6.11.	Risultati di risparmio energetico ottenuti nel riscaldamento con il termoautonomo wireless	"	104
6.11.1.	CASO 1 – Provincia di Milano: condominio di abitazioni	"	104
6.11.2.	CASO 2 – Trieste: condominio di abitazioni.....	"	105
6.11.3.	CASO 3 – Provincia di Brescia: condominio di abitazioni+uffici	"	105
6.11.4.	CASO 4 – Provincia di Brescia: condominio di abitazioni	"	105
6.11.5.	CASO 5 – Provincia di Brescia: condominio di abitazioni	"	106
6.11.6.	CASO 6 – Provincia di Brescia: condominio di appartamenti per vacanza	"	106
6.11.7.	CASO 7 – Provincia di Brescia: condominio di appartamenti per vacanza	"	107
6.11.8.	CASO 8 – Provincia di Brescia: edificio comunale per servizi ricreativi e sociali	"	107
6.11.9.	CASO 9 – Provincia di Brescia: scuola	"	108
6.11.10.	CASO 10 – Provincia di Ravenna: palazzo adibito a vari usi sociali	"	108
6.12.	Note sui fogli Excel relativi alla contabilizzazione	"	108

6.13. Legenda.....	p.	109
7. LA GESTIONE DELL'ENERGIA	"	112
7.1. Le caldaie.....	"	112
7.1.1. Generalità.....	"	112
7.1.2. Le caldaie a condensazione.....	"	112
7.1.3. I rendimenti delle caldaie.....	"	113
7.1.4. Le caldaie a premiscelazione	"	115
7.1.5. caldaie a temperatura scorrevole	"	115
7.2. La regolazione on-off.....	"	116
7.3. La regolazione proporzionale	"	116
7.4. La regolazione climatica.....	"	118
7.5. Il clima e l'energia	"	121
7.6. Il fabbisogno energetico degli edifici per la climatizzazione.....	"	125
7.6.1. Indici per la caratterizzazione energetica degli edifici.....	"	125
7.6.2. Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale.....	"	126
7.6.3. La firma energetica.....	"	127
7.7. Le pompe a velocità variabile.....	"	127
7.8. L'isolamento ottimale	"	130
7.9. Le perdite nella rete di distribuzione	"	131
7.10. Domotica.....	"	134
7.11. La norma UNI EN 15232.....	"	135
7.12. EPC	"	136
8. BIBLIOGRAFIA.....	"	138
9. INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO	"	139
9.1. Note sul software incluso.....	"	139
9.2. Requisiti hardware e software.....	"	139
9.3. Download del software e richiesta della password di attivazione.....	"	139
9.4. Installazione ed attivazione del software	"	140

INTRODUZIONE

A partire dagli anni 70 in Italia è iniziato un crescente processo di attenzione al risparmio energetico per il riscaldamento. Il primo frutto di questo processo è stato la Legge n. 373/1976, che obbligava i nuovi edifici all'isolamento termico, condizione necessaria per la limitazione delle dispersioni termiche. A partire da questa legge si sono avute successive versioni come la Legge n. 10/1991, fino alla norma 11300, che ha incrementato e particolareggiato la necessità di isolamento, contemplando anche soluzioni di energie alternative. Tutta questa attività normativa, e le relative sempre più sofisticate indicazioni di calcolo, sono state rese possibili perché parallelamente si sono sviluppati supporti hardware e software sempre più evoluti. Il risparmio energetico, inizialmente dettato solo da ragioni economiche, si è poi reso ancor più pressante per la limitazione dell'inquinamento dovuto ai combustibili tradizionali.

Il problema del risparmio energetico non può essere limitato, come nel caso dell'isolamento termico, solo alla fase di progettazione dell'impianto, ma deve considerare la gestione integrale dell'impianto nell'arco del periodo di utilizzo.

Tre sono le considerazioni che possono essere fatte in un impianto centralizzato:

- 1) la potenza prevalentemente utilizzata durante la stagione di riscaldamento è solo una quota di quella di progetto;
- 2) l'utilizzo da parte dei singoli utenti può essere differente negli stessi momenti temporali in funzione di diverse esigenze.
- 3) una regolazione centralizzata, anche climatica, non può tener conto degli apporti climatici gratuiti derivanti dal calore solare o interno o della stessa rete di distribuzione

In funzione di queste problematiche l'impianto deve essere in grado di adeguarsi, modulando sia la potenza erogata all'edificio, che quella alle utenze, od anche quella ai singoli corpi termici. D'altro canto la spinta al risparmio energetico dell'utente è tanto maggiore quanto più l'utente è consapevole che pagherà la spesa in relazione al consumo personale. Il controllo termico delle singole unità immobiliari o zone, realizza un risparmio energetico sempre rilevante.

La norma 10200 nasce allo scopo di ripartire le spese in relazione ai singoli consumi. La gestione ottimale di problematiche di regolazione e di quelle connesse alla contabilizzazione può essere risolta solo con sistemi di gestione che gestiscono sia il controllo dei corpi termici che il conteggio del consumo. Anche in questo caso la gestione dell'energia nei suoi vari aspetti, regolazione e contabilizzazione, è possibile solo per lo sviluppo di componenti e sistemi elettronici dotati di intelligenza sempre maggiore ed in grado di dialogare fra di loro, senza un collegamento fisico in modalità wireless. L'uso di telecomandi e di programmi di gestione riduce fortemente l'intervento umano. L'utente pertanto ha un maggiore stimolo al controllo delle condizioni climatiche, mentre la fase amministrativa è sollevata dall'impegno di rilievi in loco e si limita al solo esame di dati resi disponibili in modo automatico.

Questo testo vuole dirigere il lettore verso un approccio globale alla gestione dell'energia negli impianti di riscaldamento, di cui la contabilizzazione è solo un aspetto. Per dare la più ampia visibilità agli argomenti, di volta in volta vengono richiamati gli aspetti termotecnici relativi. Questo allo scopo di rendere la trattazione fruibile a più figure professionali sia tecnici del settore che amministratori di condominio.

Il primo capitolo esamina la legislazione e le norme che riguardano più o meno direttamente il tema della contabilizzazione.

Il secondo esamina i corpi termici, analizzando tutti i parametri che influenzano sia il loro progetto che il comportamento ai regimi ridotti.

Il terzo prende in esame la strumentazione e le apparecchiature preposte alla rilevazione delle grandezze fisiche e la loro elaborazione.

Il quarto capitolo propone un esame accurato della norma 10200 nei suoi aspetti teorici.

Il quinto prende in esame la produzione e l'utilizzo dell'acqua calda sanitaria.

Il sesto capitolo offre esempi applicativi della norma 10200.

Il settimo capitolo presenta vari aspetti della impiantistica termotecnica e della termoregolazione riguardo i temi teorici, i componenti, gli impianti, le considerazioni climatiche.

Un ringraziamento all'ing. Antonio Magri della ditta COSTER, che ha reso disponibile documentazione e consulenza.

CAPITOLO 1

LA NORMATIVA

Questo capitolo elenca la normativa più importante inerente la contabilizzazione dell'energia, che deriva da tutte le disposizioni tecniche e di legge che hanno come scopo centrale il risparmio di energia.

La Legge n. 10/1991 e i decreti attuativi

La Legge 9 gennaio 1991, n. 10 (*Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*) contiene norme fondamentali per il risparmio energetico e l'adozione delle fonti alternative di energia.

In dettaglio l'art. 26, comma 5, indica:

Articolo 26, comma 5, Legge 10

«Per le innovazioni relative all'adozione di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore e per il conseguente riparto degli oneri di riscaldamento in base al consumo effettivamente registrato, l'assemblea di condominio delibera con le maggioranze previste dal secondo comma dell'articolo 1120 del Codice Civile».

Articolo 1120, comma 2, Codice Civile

«I condomini, con la maggioranza indicata dal secondo comma dell'articolo 1136, possono disporre le innovazioni che, nel rispetto della normativa di settore, hanno ad oggetto: [...]».

Articolo 1136, comma 2, Codice Civile

«Sono valide le deliberazioni approvate con un numero di voti che rappresenti la maggioranza degli intervenuti e almeno la metà del valore dell'edificio».

D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412

Orario di accensione dell'impianto centralizzato con impianto di contabilizzazione del calore. Questo decreto indica norme attuative della Legge n. 10/1991. È consentito tenere acceso l'impianto di riscaldamento centralizzato per tutte le 24 ore se nel condominio, avente un sistema di contabilizzazione, è possibile la regolazione autonoma e automatica della temperatura all'interno delle unità immobiliari. Oppure è possibile tenere l'impianto sempre acceso qualora la centrale termica sia munita di termoregolazione climatica e due livelli di temperatura di set-point, uno diurno e l'altro notturno.

D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 551

Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici, ai fini del contenimento dei consumi di energia.

L'articolo 5 (*Termoregolazione e contabilizzazione*) rende la contabilizzazione del calore negli edifici di nuova costruzione obbligatoria.

«[...] Ai sensi del comma 3 dell'articolo 26 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, gli impianti termici al servizio di edifici di nuova costruzione, la cui concessione edilizia sia rilasciata dopo il 30 giugno 2000, devono essere dotati di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del consumo energetico per ogni unità immobiliare».

D.Lgs. n. 192/2005 e D.Lgs. n. 311/2006: obbligo delle valvole termostatiche

Al recepimento in Italia della Direttiva Europea *Energy Performance of Buildings* (EPBD) 2002/91/CE, avvenuto con l'emanazione del D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192 "*Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*", ha fatto seguito l'emanazione del D.Lgs. 29 dicembre 2006, 311 "*Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192*", in vigore dal 2 febbraio 2007, che stabilisce l'obbligatorietà delle valvole termostatiche (Allegato I, comma 11):

«11. Per tutti gli edifici e gli impianti termici nuovi o ristrutturati, è prescritta l'installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone aventi caratteristiche di uso ed esposizioni uniformi al fine di non determinare sovrariscaldamento per eccesso degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni».

D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59

Contiene il regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere *a)* e *b)*, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, che riguarda l'attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Il D.P.R. è uno dei tre decreti che il Governo era obbligato ad emanare per l'attuazione dei Decreti Legislativi n. 192/2005 e n. 311/2006 che recepiscono nel nostro paese la Direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Il decreto, oltre a ribadire nell'articolo 3 l'adozione delle norme tecniche nazionali della serie UNI/TS 11300, nell'articolo 4 stabilisce:

Al comma 6

6. Per tutte le categorie di edifici, [...], nel caso di mera sostituzione di generatori di calore, [...], si intendono rispettate tutte le disposizioni vigenti in tema di uso razionale dell'energia, [...], qualora coesistano le seguenti condizioni: [...]

e) nel caso di installazione di generatori di calore a servizio di più unità immobiliari, [...] al fine di consentire contemporaneamente, in ogni unità immobiliare, il

rispetto dei limiti minimi di comfort e dei limiti massimi di temperatura interna; eventuali squilibri devono essere corretti in occasione della sostituzione del generatore, eventualmente installando un sistema di contabilizzazione del calore che permetta la ripartizione dei consumi per singola unità immobiliare;

Al comma 9

9. In tutti gli edifici esistenti con un numero di unità abitative superiore a 4, e in ogni caso per potenze nominali del generatore di calore dell'impianto centralizzato maggiore o uguale a 100 kW, appartenenti alle categorie E1 ed E2, [...], è preferibile il mantenimento di impianti termici centralizzati laddove esistenti; [...]

Al comma 10

10. In tutti gli edifici esistenti con un numero di unità abitative superiore a 4, appartenenti alle categorie E1 ed E2, [...], in caso di ristrutturazione dell'impianto termico o di installazione dell'impianto termico devono essere realizzati gli interventi necessari per permettere, ove tecnicamente possibile, la contabilizzazione e la termoregolazione del calore per singola unità abitativa. [...]

Al comma 11

11. Le apparecchiature installate ai sensi del comma 10 devono assicurare un errore di misura, nelle condizioni di utilizzo, inferiore a più o meno il 5%, con riferimento alle norme UNI in vigore. Anche per le modalità di contabilizzazione si fa riferimento alle vigenti norme e linea guida UNI.

Legge 11 dicembre 2012, n. 220

Contiene modifiche alla disciplina del condominio, stabilisce che le delibere concernenti contabilizzazione e termoregolazione devono essere adottate con una maggioranza rappresentante almeno la metà dei millesimi dell'edificio.

Sono a carico dei condomini le apparecchiature che rilevano i consumi individuali, mentre gli interventi sull'impianto termico comune sono a carico dei condomini in proporzione ai loro millesimi

Direttiva 2012/27/UE del 25 ottobre 2012

Sancisce una serie di misure per la promozione dell'efficienza energetica nell'Unione Europea allo scopo di garantire il conseguimento dell'obiettivo 20-20-20 entro il 2020 (ossia ridurre del 20% le emissioni di gas serra, soddisfare il 20% dei consumi energetici con fonti alternative).

Sulla contabilizzazione in edifici esistenti la direttiva si esprime nell'articolo 9:

Nei condomini e negli edifici riforniti da una fonte di riscaldamento/raffreddamento centrale o da una rete di teleriscaldamento [...], sono inoltre installati entro il 31 dicembre 2016 contatori individuali per misurare il consumo di calore o raffreddamento o di acqua calda per ciascuna unità, se tecnicamente possibile ed efficiente in termini di co-

sti. Nei casi in cui l'uso di contatori individuali non sia tecnicamente possibile o non sia efficiente in termini di costi, per misurare il riscaldamento, sono usati contabilizzatori di calore individuali per misurare il consumo di calore a ciascun radiatore.

Legge 3 agosto 2013, n. 90

Recepisce la Direttiva 2010/31/UE, dettando le nuove regole sulla prestazione energetica degli edifici nuovi e di quelli oggetto di notevoli ristrutturazioni, attraverso un aggiornamento del D.Lgs. n. 192/2005.

D.P.R. 16 aprile 2013, n. 74

Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

D.Lgs. 4 luglio 2014, n. 102

È l'attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. Negli articolo 1 stabilisce il quadro di misure:

Art. 1

Finalità

1. Il presente decreto, in attuazione della direttiva 2012/27/UE e nel rispetto dei criteri fissati dalla legge 6 agosto 2013, n. 96, stabilisce un quadro di misure per la promozione e il miglioramento dell'efficienza energetica che concorrono al conseguimento dell'obiettivo nazionale di risparmio energetico indicato all'articolo 3. Il presente decreto, inoltre, detta norme finalizzate a rimuovere gli ostacoli sul mercato dell'energia e a superare le carenze del mercato che frenano l'efficienza nella fornitura e negli usi finali dell'energia.

e nell'articolo 3 gli obiettivi:

Art. 3

Obiettivo nazionale di risparmio energetico

1. L'obiettivo nazionale indicativo di risparmio energetico cui concorrono le misure del presente decreto, consiste nella riduzione, entro l'anno 2020, di 20 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio dei consumi di energia primaria, pari a 15,5 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio di energia finale, conteggiati a partire dal 2010, in coerenza con la Strategia energetica nazionale.

Nell'articolo 4 designa l'ENEA come ente competente nel dare indicazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici.

Nell'articolo 9 (*Misurazione e fatturazione dei consumi energetici*), comma 5, enuncia:

[...]

5. Per favorire il contenimento dei consumi energetici attraverso la contabilizzazione dei consumi individuali e la suddivisione delle spese in base ai consumi effettivi di ciascun centro di consumo individuale:

[...]

- b) nei condomini e negli edifici polifunzionali riforniti da una fonte di riscaldamento o raffreddamento centralizzata o da una rete di teleriscaldamento o da un sistema di fornitura centralizzato che alimenta una pluralità di edifici, è obbligatoria l'installazione entro il 31 dicembre 2016 da parte delle imprese di fornitura del servizio di contatori individuali per misurare l'effettivo consumo di calore o di raffreddamento o di acqua calda per ciascuna unità immobiliare, nella misura in cui sia tecnicamente possibile, efficiente in termini di costi e proporzionato rispetto ai risparmi energetici potenziali;
- c) nei casi in cui l'uso di contatori individuali non sia tecnicamente possibile o non sia efficiente in termini di costi, per la misura del riscaldamento si ricorre all'installazione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore individuali per misurare il consumo di calore in corrispondenza a ciascun radiatore posto all'interno delle unità immobiliari dei condomini o degli edifici polifunzionali, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 834, con esclusione di quelli situati negli spazi comuni degli edifici, salvo che l'installazione di tali sistemi risulti essere non efficiente in termini di costi con riferimento alla metodologia indicata nella norma UNI EN 15459. In tali casi sono presi in considerazione metodi alternativi efficienti in termini di costi per la misurazione del consumo di calore;
- d) quando i condomini sono alimentati dal teleriscaldamento o teleraffreddamento o da sistemi comuni di riscaldamento o raffreddamento, per la corretta suddivisione delle spese connesse al consumo di calore per il riscaldamento degli appartamenti e delle aree comuni, qualora le scale e i corridoi siano dotati di radiatori, e all'uso di acqua calda per il fabbisogno domestico, se prodotta in modo centralizzato, l'importo complessivo deve essere suddiviso in relazione agli effettivi prelievi volontari di energia termica utile e ai costi generali per la manutenzione dell'impianto, secondo quanto previsto dalla norma tecnica UNI 10200 e successivi aggiornamenti. È fatta salva la possibilità, per la prima stagione termica successiva all'installazione dei dispositivi di cui al presente comma, che la suddivisione si determini in base ai soli millesimi di proprietà.

Nell'articolo 16 (*Sanzioni*) stabilisce sanzioni per chi non si adegua al decreto, in particolare:

7. Nei casi di cui all'articolo 9, comma 5, lettera c) il condominio e i clienti finali che acquistano energia per un edificio polifunzionale che non provvedono ad installare sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore individuali per misurare il consumo di calore in corrispondenza di ciascun radiatore posto all'interno dell'unità immobiliare sono soggetti, ciascuno, alla sanzione amministrativa pecuniaria da 500 a 2500 euro. La disposizione di cui al primo periodo non si applica quando da una relazione tecnica di un progettista o di un tecnico abilitato risulta che l'installazione dei predetti sistemi non è efficiente in termini di costi.

D.M. 26 giugno 2015

Stabilisce le modalità di “*Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici*”.

Nell'articolo 1 (*Ambito di intervento e finalità*) enuncia:

1. Il presente decreto definisce le modalità di applicazione della metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici, ivi incluso l'utilizzo delle fonti rinnovabili, nonché le prescrizioni e i requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici e unità immobiliari, nel rispetto dei criteri generali di cui all'art. 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, come riportati nell'Allegato 1.

2. I criteri generali di cui al comma 1 si applicano agli edifici pubblici e privati, siano essi edifici di nuova costruzione o edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione.

Nell'allegato 1 (*Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici*), punto 3 (*Requisiti e prescrizioni specifici per gli edifici di nuova costruzione o soggetti a ristrutturazioni importanti di primo livello. Requisiti degli edifici a energia quasi zero*), punto 3.2 (*Prescrizioni*), ai commi 7, 8, 9 e 10 enuncia:

7. Gli impianti di climatizzazione invernale devono essere dotati di sistemi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone termiche al fine di non determinare sovrariscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni. Tali sistemi devono essere assistiti da compensazione climatica; la compensazione climatica può essere omessa ove la tecnologia impiantistica preveda sistemi di controllo equivalenti o di maggiore efficienza o qualora non sia tecnicamente realizzabile. Tali differenti impedimenti devono essere debitamente documentati nella relazione tecnica di cui al paragrafo 2.2.

8. Nel caso di nuovi edifici o edifici sottoposti a ristrutturazione importante di primo livello, si provvede all'installazione di sistemi di misurazione intelligente dell'energia consumata, conformemente a quanto previsto all'articolo 9 del D.Lgs. n. 102/2014.

9. Nel caso di impianti termici al servizio di più unità immobiliari è obbligatoria l'installazione di un sistema di contabilizzazione del calore, del freddo e dell'acqua calda sanitaria, conformemente a quanto previsto dall'art. 9, comma 5, del D.Lgs. n. 102/2014.

10. Al fine di ottimizzare l'uso dell'energia negli edifici, per gli edifici a uso non residenziale è reso obbligatorio un livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), corrispondente alla Classe B, come definita nella Tabella 1 della norma UNI EN 15232 e successive modifiche o norma equivalente.

e nel punto 5.3 (*Requisiti e prescrizioni per la riqualificazione degli impianti tecnici*):

1. Nel caso di ristrutturazione o di nuova installazione di impianti termici di potenza termica nominale del generatore maggiore o uguale a 100 kW, ivi compreso il distacco dall'impianto centralizzato anche di un solo utente/condomino, deve essere realizzata una diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto che metta a confronto le diverse soluzioni impiantistiche compatibili e la loro efficacia sotto il profilo dei costi complessivi (investimento, esercizio e manutenzione). La soluzione progettuale prescelta deve essere motivata nella relazione tecnica di cui al paragrafo 2.2, sulla base dei risultati della diagnosi. La diagnosi energetica deve considerare, in modo vincolante ma non esaustivo, almeno le seguenti opzioni:

a) impianto centralizzato dotato di caldaia a condensazione con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;

- b) impianto centralizzato dotato di pompa di calore elettrica o a gas con contabilizzazione e termoregolazione del calore per singola unità abitativa;
- c) le possibili integrazioni dei suddetti impianti con impianti solari termici;
- d) impianto centralizzato di cogenerazione;
- e) stazione di teleriscaldamento collegata a una rete efficiente come definita al decreto legislativo n. 102 del 2014;
- f) per gli edifici non residenziali, l'installazione di un sistema di gestione automatica degli edifici e degli impianti conforme al livello B della norma EN 15232

5.3.1. Impianti di climatizzazione invernale

1. Fermo restando il rispetto dei requisiti minimi definiti dai regolamenti comunitari emanati ai sensi della direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE, nel caso di nuova installazione di impianti termici di climatizzazione invernale in edifici esistenti, o ristrutturazione dei medesimi impianti o di sostituzione dei generatori di calore, compresi gli impianti a sistemi ibridi, si applica quanto previsto di seguito:

- a) calcolo dell'efficienza media stagionale dell'impianto termico di riscaldamento e verifica che la stessa risulti superiore al valore limite calcolato utilizzando i valori delle efficienze fornite in Appendice A per l'edificio di riferimento;
- b) installazione di sistemi di regolazione per singolo ambiente o per singola unità immobiliare, assistita da compensazione climatica;
- c) nel caso degli impianti a servizio di più unità immobiliari, installazione di un sistema di contabilizzazione diretta o indiretta del calore che permetta la ripartizione dei consumi per singola unità immobiliare;
- d) nel caso di sostituzione di generatori di calore, si intendono rispettate tutte le disposizioni vigenti in tema di uso razionale dell'energia, incluse quelle di cui alla lettera a), qualora coesistano le seguenti condizioni:
 - i. i nuovi generatori di calore a combustibile gassoso o liquido abbiano un rendimento termico utile nominale non inferiore a quello indicato al paragrafo 1.3, comma 1, dell'Appendice B.
 - ii. le nuove pompe di calore elettriche o a gas abbiano un coefficiente di prestazione (COP o GUE) non inferiore ai valori riportati al paragrafo 1.3, comma 2, dell'Appendice B;
 - iii. nel caso di installazioni di generatori con potenza nominale del focolare maggiore del valore preesistente di oltre il 10%, l'aumento di potenza sia motivato con la verifica dimensionale dell'impianto di riscaldamento condotto secondo la norma UNI EN 12831;
 - iv. nel caso di installazione di generatori di calore in impianti a servizio di più unità immobiliari, o di edifici adibiti a uso non residenziale siano presenti un sistema di regolazione per singolo ambiente o per singola unità immobiliare, assistita da compensazione climatica, e un sistema di contabilizzazione diretta o indiretta del calore che permetta la ripartizione dei consumi per singola unità immobiliare;

Norma UNI 10200:2015

Riguarda la contabilizzazione del calore negli impianti termici centralizzati di climatizzazione invernale ed acqua calda sanitaria.

La norma stabilisce i principi per l'equa ripartizione delle spese di climatizzazione invernale e acqua calda sanitaria in edificio di tipo condominiale provvisti o meno di dispositivi per la climatizzazione dell'energia termica.

Norme tecniche sui componenti

Norma UNI EN 834

Norma tecnica sui ripartitori di calore. La norma europea descrive le caratteristiche tecniche che si richiedono agli apparecchi elettronici per la contabilizzazione indiretta del calore (contatori di calore, ripartitori di calore, ...).

Norma UNI/TR 11388:2015

Sistemi di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale utilizzando valvole di corpo scaldante e totalizzatore dei tempi di inserzione. La contabilizzazione del calore avviene totalizzando il tempo di inserzione del riscaldamento corretto dalla differenza di temperatura ambiente e quella media dell'acqua di mandata/ritorno.

Norma UNI 9019:2013

Sistemi di contabilizzazione indiretta basati sul totalizzatore di zona termica e/o unità immobiliare per calcolo dell'energia termica utile tramite i tempi di inserzione del corpo scaldante compensati dai gradi-giorno dell'unità immobiliare.

Finalità della nuova edizione è avere una nuova metodologia di calcolo indiretto dell'energia termica erogata all'unità immobiliare al fine di ottenere risultati paragonabili a quelli di altri metodi indiretti (UNI/TR 11388; UNI EN 834).

Norma EN 442-2:1999

Norma tecnica sulla determinazione della potenza radiante dei termosifoni. Questa norma europea, alla quale si attengono tutti i produttori di radiatori, regola la determinazione della potenza termica dei radiatori.

Comitato tecnico 803

È il comitato tecnico che si occupa dal 2013 nella revisione della norma UNI 11388 che concerne la contabilizzazione del calore. Nello stesso tempo lo stesso comitato si occupa della revisione della norma UNI 10200:2015.

Legislazioni regionali

Le regioni che hanno legiferato prevedono disposizioni vincolate o non vincolate a scadenze temporali, in ogni caso restrittive rispetto alla normativa nazionale ed europea; nella tabella successiva (*Quadro riassuntivo*) sono riportate le scadenze regionali per l'installazione di sistemi di contabilizzazione nel caso in cui non vengano eseguiti, nel contempo, ulteriori interventi sull'impianto.

Legge per l'utilizzo delle valvole termostatiche e la contabilizzazione in Lombardia e Piemonte 2013

Confermata l'obbligatorietà della termoregolazione e contabilizzazione dal 1° agosto 2013 negli edifici esistenti per potenze installate superiori a 350 kW e impianti anteriori all'1 agosto 1997.

Con la Delibera della Giunta Regionale n. IX/3855 del 25 luglio 2012, la Regione Lombardia, ha disposto di posticipare l'obbligo di dotazione dei sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore al 1° agosto 2013 per tutti gli impianti di riscaldamento centralizzato alimentati a gas naturale, con potenza termica superiore ai 350 kW e installati prima del 1° agosto 1997.

In Lombardia fino al 31 dicembre 2016 è sospesa l'applicazione delle sanzioni per i responsabili degli impianti termici centralizzati che non hanno installato i dispositivi per la termoregolazione degli ambienti e la contabilizzazione autonoma del calore per ogni unità immobiliare.

Obbligo di installazione delle valvole termostatiche in Regione Piemonte entro il 1° settembre 2014.

Quadro riassuntivo

Piemonte	D.G.R. n. 41-231 del 4 agosto 2014 31 – dicembre 2016	
Lombardia	D.G.R. n. IX – 3522 del 23 maggio 2012 D.G.R. n. IX – 3855 del 25 luglio 2012 L.R. n. 5 del 31 luglio 2013 D.G.R. 20/12/2013 – n. X/1118 Aggiornamento delle disposizioni per l'esercizio, il controllo, la manutenzione e l'ispezione degli impianti termici. L'articolo 10 obbliga la termoregolazione e la contabilizzazione, ove tecnicamente possibile, per tutti gli edifici esistenti, quando si ristruttura, oppure si installa per la prima volta l'impianto termico	31 dicembre 2016
Provincia Autonoma Bolzano	Delibera 15 aprile 2013, n. 573	1 gennaio 2015
Lazio	Piano per il risanamento della qualità dell'aria (da L.R. 24 dicembre 2010, n. 9)	31 dicembre 2016
Valle D'aosta	Piano per il risanamento della qualità dell'aria (da L.R. 24 dicembre 2010, n. 9)	
Liguria	Regolamento Regionale 13 novembre	
Emilia Romagna	2012 n. 6 D.G.R. 26 settembre 2011, n. 1366	
Altre Regioni	Nessuna disposizione regionale. In queste regioni il riferimento normativo è costituito dalla Direttiva 2012/27/UE e dal D.P.R. n. 59/2009	

In data 30 novembre 2015 la Giunta Regionale della Lombardia ha approvato la delibera "Introduzione di misure di semplificazione in materia di impianti termici" con una novità importante in materia di installazione dei sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore riguarda il venir meno dell'obbligo di presentazione preventiva di un progetto: ciò si traduce in un risparmio per i cittadini in termini di costo complessivo dell'intervento.

Le agevolazioni fiscali per il risparmio energetico

Aggiornamenti con le leggi finanziarie e con il D.M. 7 aprile 2008. Questa legge, pur non obbligando le modalità esecutive, stabilisce le caratteristiche che gli impianti devono avere per ottenere le agevolazioni fiscali del 55%, inoltre i componenti che si installano devono essere specifici. Si applica agli impianti di nuova realizzazione, alle ristrutturazioni e alle modifiche. L'impianto deve avere le seguenti caratteristiche:

- CALDAIA: deve essere di tipo a condensazione;
- BRUCIATORE: deve essere di tipo modulante;
- REGOLAZIONE CLIMATICA: deve agire direttamente sul bruciatore, per non aumentare la temperatura di ritorno, quando la centrale termica alimenta un'unica mandata, verso un unico impianto di riscaldamento. Se la caldaia alimenta più di un impianto, la regolazione climatica agirà sulle valvole miscelatrici di ogni singolo impianto;
- POMPA IMPIANTO: deve essere a giri variabili;
- TERMOSTATIZZAZIONE: negli impianti a radiatori deve essere installato un sistema di regolazione termostatica sui corpi scaldanti, ove tecnicamente possibile;
- CONTABILIZZAZIONE: è necessario installare un sistema di contabilizzazione per singola unità abitativa.

L'adozione dei sistemi di contabilizzazione diventa nei condomini obbligo di legge. A tale scopo l'amministratore deve pertanto inserire all'ODG la proposta con l'indicazione della spesa, sia quella iniziale, che quella di gestione.

L'adozione della contabilizzazione presuppone, se non già realizzato, anche l'adozione della termoregolazione individuale. Questi interventi possono comportare modifiche all'impianto termico di cui si deve tenere debito conto. È necessario far predisporre da un termotecnico il progetto dell'intero sistema. Il regolamento condominiale andrebbe quindi riscritto tenendo conto di tale intervento.

I CORPI TERMICI

I corpi termici, tipicamente i radiatori, ma anche i ventilconvettori, costituiscono un componente fondamentale dell'impianto termico ma anche fondamentale ai fini della contabilizzazione. Si descrivono pertanto alcune note tecniche.

2.1. Radiatori

I radiatori sono i corpi termici più comuni e la loro emissione termica è esprimibile, secondo UNI-442 come:

$$E = N E50 [(T_m - T_a) / 50]^a \quad [1]$$

dove:

- E = emissione [watt];
- N = numero degli elementi
- E50 = Emissione termica nominale (l'emissione quando N = 1 e $(T_m - T_a) = 50^\circ\text{C}$);
- T_m = temperatura media del radiatore = $(T_{in} + T_{usc}) / 2$;
- T_{in} = temperatura d'ingresso al corpo termico;
- T_{usc} = temperatura di uscita;
- a = esponente che dipende, come l'emissione termica nominale dal tipo di radiatore e il cui valore è generalmente 1,3.

La [1] può essere posta nella forma:

$$E = f N E50 \quad [2]$$

dove il termine f è:

$$f = [(T_m - T_a) / 50]^a \quad [3]$$

che è 1 quando $T_m - T_a = 50^\circ\text{C}$. Il termine f è un termine correttivo dell'emissione termica nominale E50, quando il salto termico radiatore-ambiente è diverso da 50°C . Questa legge di calcolo è valida quando l'allacciamento alla rete di alimentazione sia fatto con entrata in alto ed uscita in basso dal lato opposto e portata non inferiore al 50% della portata nominale. La portata nominale Q affluente al corpo viene determinata, noto il fabbisogno termico FT e assegnato il salto termico ΔT fra mandata ed uscita, con l'espressione:

$$Q = FT / (1,163 \Delta T) \quad [4]$$

dove:

- Q = portata [kg/h];

- ΔT = salto termico fra ingresso ed uscita [$^{\circ}\text{C}$];
- FT [watt].

Se al corpo termico affluisce una portata Q l'energia termica entrante è:

$$E = Q \cdot 1,163 (T_{in} - T_{usc}) \quad [5]$$

In condizioni termiche stazionarie l'energia termica entrante espressa con la [5] sarà uguale all'emissione termica, secondo la [1].

Il numero di elementi N viene determinato con l'espressione:

$$N = FT / (f \cdot E_{50})$$

2.1.1. Esempio numerico

Prospetto 2.1.

Valori di ingresso		
Fabbisogno termico	1050	[watt]
Salto termico	12	[$^{\circ}\text{C}$]
Temperatura di mandata	75,00	[$^{\circ}\text{C}$]
Temperatura ambiente	20	[$^{\circ}\text{C}$]
Alfa	1,3	
Emissione nominale	80	[watt]
Valori calcolati		
portata	75,24	[Kg/h]
Tmedia	68,8	[$^{\circ}\text{C}$]
Fattore di correzione	0,969	
Emissione reale	1087	[watt]
numero elementi scelto	14	

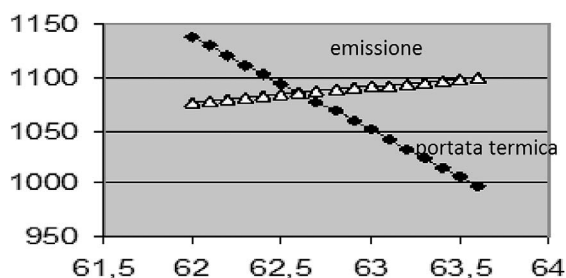


Figura 2.1. Portata ed emissione termica in funzione della temperatura di uscita

Il punto di funzionamento del radiatore sarà quello per cui l'emissione secondo la [1] è uguale alla portata termica secondo la [5].

Entrambe le espressioni sono, assegnati tutti gli altri dati, funzione della temperatura di uscita. Infatti, nell'espressione dell'emissione E , la T_m può essere posta in funzione della temperatura d'uscita, supponendo costante quella d'ingresso:

$$T_m = (T_{in} + T_{usc}) / 2$$

2.1.2. La variazione di emissione con l'altezza

L'aumento di altezza, fermo restando le altre condizioni, comporta un aumento dell'emissione termica. Nel grafico della figura 2.2 si evidenzia come il legame altezza-emissione sia di tipo lineare.

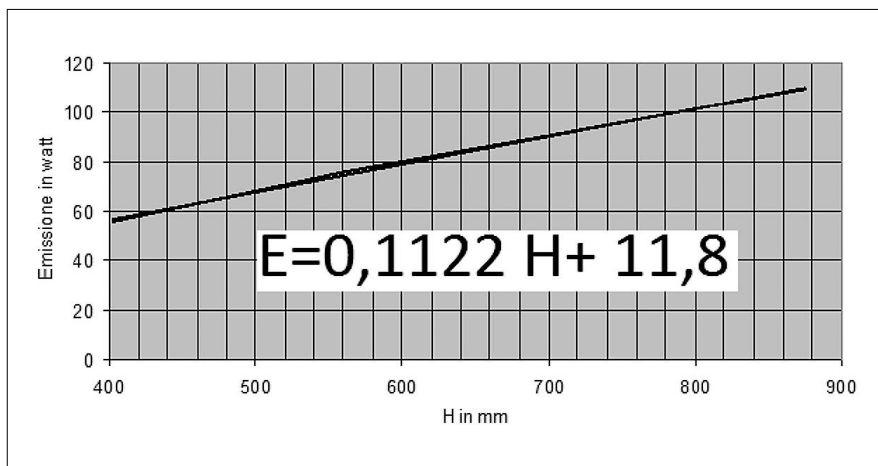


Figura 2.2. Emissione del radiatore in funzione dell'altezza.

Nel grafico il legame analitico fra altezza ed emissione

Nel grafico di figura 2.3 si evidenzia invece il legame fra l'emissione ed il numero di colonne, a parità di altre dimensioni geometriche.

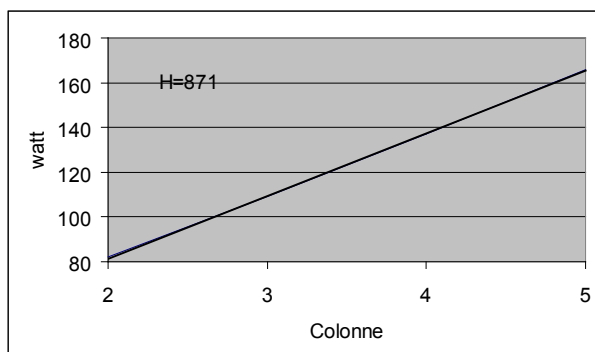


Figura 2.3. Emissione in funzione del numero di colonne a parità di altri valori

2.1.3. Variazione di emissione con la portata

Se consideriamo la [2] e la [5] l'uguaglianza dell'emissione E diventa:

$$E = f N E_{50} = Q 1,163 \Delta T$$

ossia:

$$N E_{50} \{[(T_{in} + T_{usc})/2 - 20]/50\}^{1,3} = Q 1,163 (T_{in} - T_{out})$$

Questa espressione lega la temperatura d'uscita e la portata. Assegnata una portata risulta quindi nota la temperatura d'uscita e, con questa, l'emissione termica. Diventa significativo evidenziare il legame fra emissione e portata o meglio fra il rapporto emissione/emissione nominale e il rapporto portata/portata nominale, che è rappresentato nella figura 2.4

Si evidenzia che per rapporti Q/QN fra il 50% e il 100% si ha una variazione di emissione contenuta nel 10%.

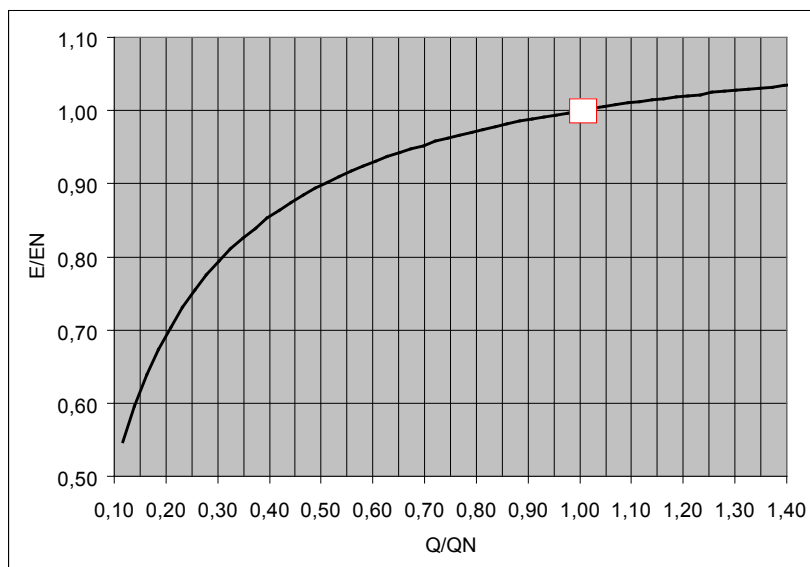


Figura 2.4. Variazione di emissione termica in rapporto a quella nominale in funzione del rapporto fra la portata e la portata nominale

2.2. Il collegamento monotubo

Nel caso di collegamento monotubo i corpi termici sono posti in serie: l'uscita dell'elemento precedente diventa l'ingresso dell'elemento successivo.

L'unica tubazione che collega i corpi scaldanti viene chiamata anello. La soluzione più frequente è quella con l'impiego delle valvole a 4 vie, che consente di collegare sia l'ingresso che l'uscita del radiatore con una unica valvola. Le valvole a 4 vie prevedono una ripartizione della portata totale dell'anello: mentre una parte affluisce effettivamente al corpo scaldante l'altra lo bypassa. Poiché ingresso ed uscita sono localizzate in basso viene influenzata l'e-

missione rispetto a quella con condizioni di allacciamento standard, che prevede l'ingresso in alto e l'uscita in basso dal lato opposto. Per consentire il calcolo ancora secondo la norma UNI 6514 si considera una portata equivalente GDE che è una frazione della portata dell'anello: la portata GDE è la portata che, ai fini del calcolo, dà la stessa emissione dell'allacciamento standard.

Nel collegamento monotubo c'è in ogni caso una portata al radiatore maggiore rispetto agli altri collegamenti (due tubi, a collettore), il che si traduce in un salto termico al radiatore minore.

Prospetto 2.2. *I risultati di temperature ed emissioni con il collegamento monotubo*

Emissione nominale	100	[watt]
Temperatura ambiente	20	[°C]
Esponente alfa	1,3	
Numero di elementi	10	
Portata	260,00	[kg/h]
Temperatura di mandata [°C]		Temperatura di ritorno [°C]
Primo radiatore	75	71,4
Secondo radiatore	71,4	68,1
Terzo radiatore	68,1	65,1
Totale		2993
		[watt]

2.3. L'inerzia termica dei corpi radianti

Se consideriamo un radiatore come corpo ad una unica stessa temperatura e con portata nulla il bilancio termico in funzione del tempo è esprimibile come:

$$M \, c_s \, \Delta T = E_{50} F(T)^a \, \Delta t$$

dove:

- $M \, c_s \, \Delta T$ = calore accumulato dal corpo con una variazione di temperatura = ΔT ;
- Δt = intervallo di tempo;
- M = massa del corpo;
- c_s = calore specifico del corpo;
- $C = M \times c_s$ = capacità termica;
- $E_{50} F(T)^a \, \Delta t$ = energia termica emessa del radiatore, funzione della sua temperatura media, T , nell'intervallo di tempo Δt (vedi paragrafo 2.1).

La capacità termica C è:

- $M_{\text{metallica}} \times \text{calore specifico metallo} + M_{\text{acqua}} \times 4186$;
- Il calore specifico della ghisa è 465 j/kg °C, dell'alluminio 880 j/kg, dell'acqua 4186 j/kg °C.

Uguagliando il calore accumulato con quello emesso:

$$C \, (\Delta T / \Delta t) + E_{50} F(T)^a = 0$$

oppure:

$$(\Delta T / \Delta t) - k F(T)^a = 0$$

- $k = E50/C$ è quindi un valore caratteristico del comportamento inerziale del corpo. La soluzione viene fatta discretizzando l'intervallo di tempo, si assume cioè che in intervalli di tempo molto piccoli la temperatura del corpo sia costante. Si calcola pertanto:

$$\Delta T = \Delta t F(T)^a k$$

la temperatura al tempo $(t + dt)$ sarà pari a: $T(t + dt) = T(t) + \Delta T$.

Le figure 2.5 ed 2.6 visualizzano l'andamento della temperatura ed emissione termica in funzione del tempo per 2 corpi termici (in ghisa ed in alluminio).

Nel prospetto 2.3 sono stati riportati i valori caratteristici. Si può vedere che nel caso di radiatori in ghisa l'emissione si riduce del 50% dopo 20 minuti. Nel caso di radiatori in alluminio allo stesso tempo l'emissione è ridotta al 13%.

Prospetto 2.3. *Dati utili ai fini del calcolo del transitorio termico dei radiatori*

Tipo	E50	Massa acqua [kg]	Massa metallica [kg]	Capacità termica [J/°C]	Esponente [n]	k
Ghisa	137,5	1,21	9,8	9690	1,33	0,0143
Alluminio	175	0,41	1,99	3467	1,35	0,0505

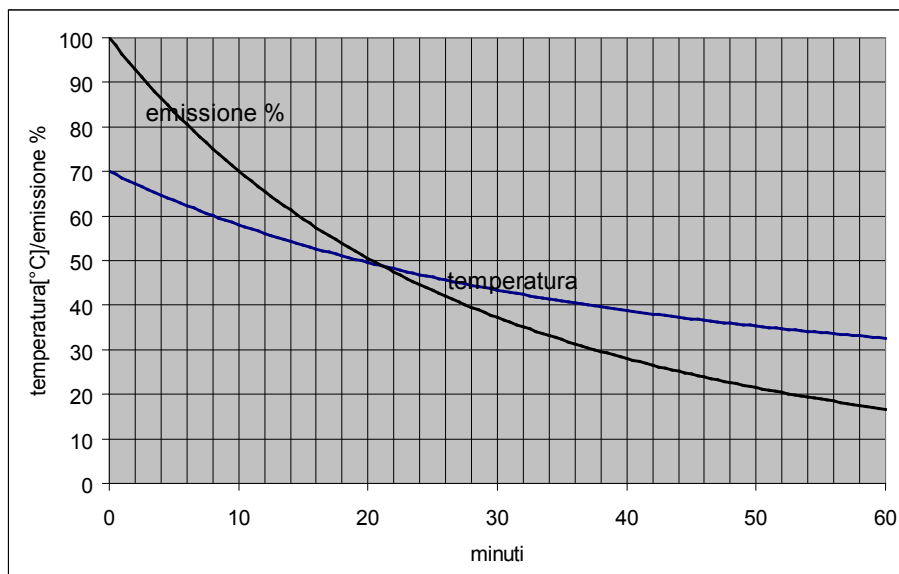


Figura 2.5. *Temperatura ed emissione in percentuale della emissione nominale in funzione del tempo, per un radiatore in ghisa*

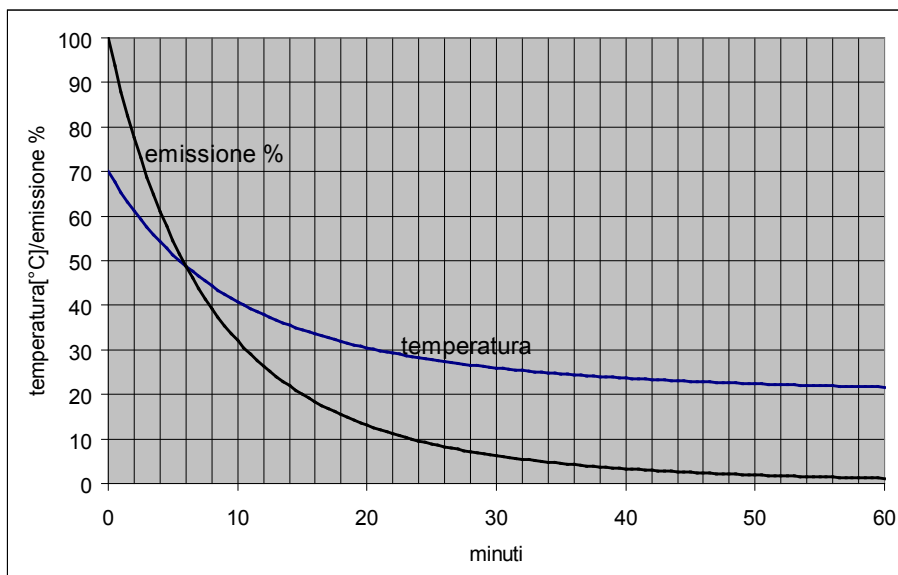


Figura 2.6. Temperatura ed emissione in percentuale della emissione nominale in funzione del tempo, per un radiatore in alluminio

È evidente che i corpi termici in alluminio hanno una inerzia termica molto minore (per il minor peso e minor contenuto d'acqua).

Nel prospetto 2.3 il rapporto k è quello tra l'emissione e la capacità termica, che nel caso dell'alluminio è quasi 4 volte che nel radiatore in ghisa. Non è possibile fare un confronto, non avendo dati attendibili a disposizione per i fancoil, ma il contenuto d'acqua di questi ultimi è molto inferiore a parità di potenza termica e minore il peso del corpo termico. Quindi il fancoil "spento" praticamente annulla la sua emissione al contrario di un radiatore in ghisa. L'inserimento di una valvola termostatica su un corpo termico va visto pertanto in funzione dei tempi di risposta.

N.B. Il foglio **inerzia_radiatore.xls**, allegato al testo, effettua i calcoli con il metodo esposto.

2.4. Il calcolo della potenza termica dei corpi scaldanti

Il ripartitore secondo la norma UNI 834, attraverso una misura di temperatura e di tempo, effettua il calcolo secondo l'equazione:

$$U_R = k \cdot \int_0^t (T_r - T_a)^{1,3}$$

dove:

- T_a amb. = temperatura ambiente;
- T_r = temperatura del corpo termico.

Il simbolo $\int_0^t$ rappresenta la somma delle differenze fra la temperatura del radiatore e quella ambiente o meglio la differenza elevata all'esponente 1,3. U_r rappresenta le unità di ripartizione e non indica una energia consumata, ma è ad essa proporzionale. Se consideriamo quanto già detto sui radiatori, l'energia consumata nell'intervallo di tempo Δ tempo EC è:

$$EC = EN [Tr - Ta]^{1,3} \Delta \text{ tempo} / 60^{1,3}$$

Dove EN è l'emissione che si ha quando $Tr = 80^\circ\text{C}$. Note le caratteristiche tecniche del radiatore è noto EN, e quindi si tratta di calcolare, ad intervalli di tempo costanti, i termini: $[Tr - Ta]^{1,3}$, moltiplicarli per l'intervallo di tempo e quindi per EN, o meglio per $EN/60^{1,3}$.

La norma UNI EN 834 ammette gli errori, come riportato nel prospetto 2.4.

Prospetto 2.4. Errori ammessi dalla norma

Campo	Errore ammesso
$5 \leq \Delta t \leq 10^\circ\text{C}$	12%
$10 \leq \Delta t \leq 15^\circ\text{C}$	8%
$15 \leq \Delta t \leq 40^\circ\text{C}$	5%
$\Delta t > 40^\circ\text{C}$	3%

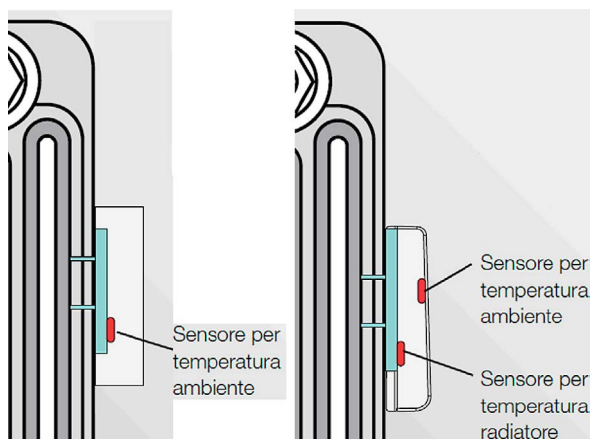


Figura 2.7. I sensori presenti nei ripartitori

Il ripartitore deve quindi rilevare delle temperature, oltre che disporre di un orologio. Un sensore misura la temperatura Tr del radiatore, il secondo sensore, qualora sia presente, misura la temperatura ambiente Ta . In quest'ultimo caso la temperatura ambiente viene assunta costante e pari a 20°C . Per effettuare una contabilizzazione corretta è necessario effettuare la "programmazione" dei ripartitori in fase di installazione. Infatti l'emissione termica è legata all'emissione nominale del radiatore, di cui il ripartitore deve essere informato. I ripartitori misurano le temperature ed effettuano il calcolo delle unità di calore, le memorizzano e inviano alle unità centrali. L'impiego della tecnologia wireless evita ogni intervento dell'operatore, tranne che per la manutenzione straordinaria. Il metodo di calcolo è valido solo per radiatori e piastre radianti. Le potenze termiche nella norma UNI EN 10200 sono però riferite

ad un salto termico di 60 °C e non 50 °C. La potenza termica nominale può essere calcolata con due metodi:

Metodo UNI EN 442-2

Il metodo UNI EN 442 deve essere utilizzato per i corpi scaldanti relativamente ai quali siano disponibili dati conformi a tale norma. Il dato di potenza termica fornito dal costruttore, è relativo ad un salto termico di 50 °C fra temperatura media del corpo scaldante ed ambiente, e ad un corpo scaldante costituito da almeno 10 elementi.

Pertanto, partendo dalla potenza termica nominale di 50 °C, così come è definita nella UNI EN 442-04 si ha:

$$E_{60} = E_{50} \times (60/50)^{1,3} \quad \text{oppure} \quad E_{60} = E_{50} \times 1,267$$

Si calcola la superficie e il volume corrispondenti a 10 elementi:

$$V_{10} = H * L_{el} * P * 10$$

$$S_{10} = 2 H L_{el} + 2 P L_{el} + 2 P H$$

in cui:

- S_{10} = superficie esterna del radiatore con 10 elementi;
- V_{10} = volume corrispondente;
- P = profondità dell'elemento o radiatore;
- L_{el} = la larghezza dell'elemento;
- L = la larghezza del radiatore;
- H = l'altezza dell'elemento o radiatore.

Viene definito il parametro $C = (10 * E_{60} - 314 S_{10}) / V_{10}$.

Si calcolino:

$$V = H * L * P * 10$$

$$S = 2 H L + 2 P L + 2 P H$$

Quindi si ha: $E_{60} = 314 \times S + C \times V$.

Nel prospetto 2.5 i dettagli di un esempio.

N.B. Il foglio **radiatore.xls**, allegato al testo, effettua i calcoli con il metodo esposto.

Metodo dimensionale

Questo metodo è basato sulle dimensioni del corpo scaldante (figura 2.8), e viene utilizzato per corpi scaldanti antecedenti al 1995 o nel caso che non siano disponibili i dati conformi alla UNI EN 442-2.

Il metodo dimensionale parte dal principio che la potenza termica del radiatore sia emessa per convezione e irraggiamento, che hanno diverse leggi di trasmissione del calore.

$$E_{60} = 314 S + C V$$

Il parametro C viene in questo caso desunto dal prospetto D1 della norma 10200. Dove 314 S è la componente dovuta all'irraggiamento e C V quella dovuta alla convezione.

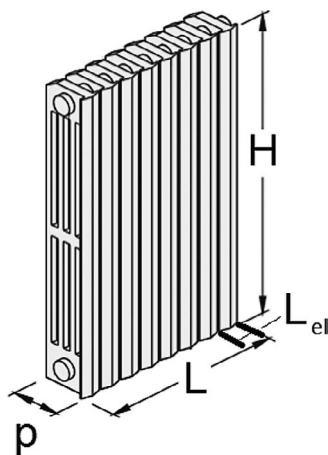


Figura 2.8. Dimensioni radiatore

Prospetto 2.5. Calcolo potenza radiatore

Calcolo potenza termica radiatore						
	[mm]	[mm]	[mm]			[watt]
Tipo	Altezza	Larghezza elemento	Profondità	Elementi	Esponente	E50
xx	678	80	97	13	1,34	141
m ²	m ³	watt	m ²	m ³		watt
S	V	E60 singolo elemento	S10	V10	C	E60 radiatore
1,744	0,0684	180,0	1,3715	0,0526	26034	2328

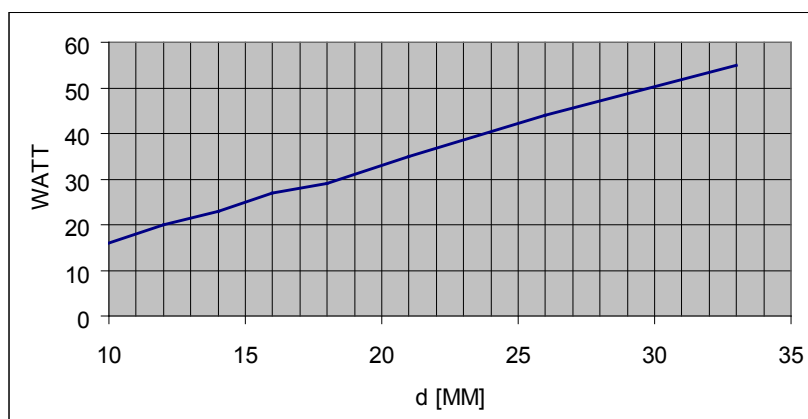


Figura 2.9. Perdite di calore in funzione del diametro della tubazione

Le norme impongono anche il calcolo della potenza termica dissipata dalle tubazioni scoperte di adduzione. La loro espressione analitica è:

$$W = [1,66 * D - 0,67] (T_f - T_a) \text{ dove } D = \text{diametro tubazione.}$$

Si può dimostrare che qualunque sia il valore dell'emissione di riferimento, E50 oppure E60, l'emissione ha sempre lo stesso valore, infatti, essendo:

$$E1 = E60 [(Tr - 20) / 60]^{1,3}$$

$$E2 = E50 [(Tr - 20) / 50]^{1,3}$$

essendo:

$$E60 = E50 (60 / 50)^{1,3}$$

si ha sostituendo:

$$E1 = E50 (60 / 50)^{1,3} [(Tr - 20) / 60]^{1,3}$$

oppure:

$$E1 = E50 [(Tr - 20) / 50]^{1,3} = E2$$

2.4.1. Il coefficiente correttivo delle unità di ripartizione.

La relazione fondamentale che viene riportata nella norma UNI EN 834 è:

$$K = K_q \times K_c \times K_t$$

dove:

- K_q : termine che rappresenta la potenza nominale del radiatore, riferita al salto termico nominale di 60 °C;
- K_c : termine che tiene conto della temperatura sentita dal ripartitore che è diversa dalla temperatura media effettiva del corpo termico, e che dipende dall'accoppiamento del sensore di temperatura al radiatore;
- K_t : tiene conto della temperatura ambiente diversa da 20 °C.

Per ogni radiatore va calcolato il fattore complessivo K, che è quello che deve essere impostato nel ripartitore. Il ripartitore calcolerà le unità di ripartizione, funzione dei salti termici e del tempo e di questo coefficiente caratteristico. Se non viene impostato il K del radiatore, due radiatori di dimensioni differenti, ma con uguale "storia" termica, avranno le stesse unità di ripartizione, e quindi gli stessi consumi. Nel caso di radiatori che hanno un solo sensore si deve compensare la sola temperatura del radiatore. Tipici valori di K_c vanno da 1,0 a 1,3. La norma UNI EN 834 prevede due diversi modi di procedere:

- 1) impostare i parametri K_q , K_c e K_t nel ripartitore: il ripartitore riporta direttamente sul display un numero proporzionale al consumo;
- 2) i parametri K_q , K_c e K_t non vengono alterati rispetto al valore preimpostato. Il conteggio viene fatto a parte.

Nei modelli in cui vi è il doppio sensore vi è un'altra incertezza per la presenza sia del sensore ambiente che della temperatura del radiatore. In questo caso i valori di K_c spesso sono

superiori a 2. Se il ripartitore viene collocato a distanza il valore di K_c viene influenzato solo dal sensore sul radiatore e torna al valore tipico dei modelli ad un solo sensore. Il ripartitore deve essere protetto contro la manipolazione ed ogni accesso al suo interno non autorizzato deve risultare evidente. Se il radiatore è molto largo vanno previsti più ripartitori.

2.4.2. Il fattore K_c

$$K_c = \Delta T_{eff} / \Delta T_{mis}$$

La norma UNI EN 834 definisce invece il “fattore di accoppiamento” c come:

$$c = 1 - \Delta T_{mis} / \Delta T_{eff}$$

Se $c = 0$ l'accoppiamento è perfetto.

Esempio.

$$ER = [(T_r - 20) / 50]^{1,3}$$

$$EM = [(T_{mis} - 20) / 50]^{1,3}$$

$$EM / ER = [(T_{mis} - 20) / (T_r - 20)]^{1,3}$$

- Se $T_r = 70^\circ\text{C}$ e $T_{mis} = 65^\circ\text{C}$ si ha $c = 0,1$.
- Si dimostra che $(T_{mis} - 20) / (T_r - 20) = 1 - c$.
- Quindi $Em / ER = (1 - c)^{1,3}$ che diventa $Em / ER = (1 - c)^{1,3}$.
- $ER = Em_{is} / (1 - c)^{1,3}$ nel nostro caso $ER = 1,14 Em_{is}$.

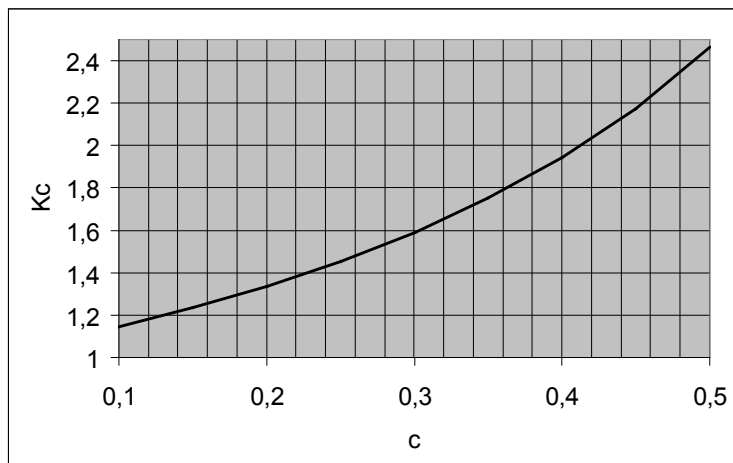


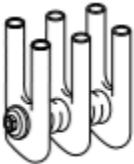
Figura 2.10. K_c in funzione del fattore di contatto c

La norma prescrive che il costruttore deve eseguire la misura del fattore c per 7 radiatori tipo, e devono essere verificati da un laboratorio di prova.

Si tenga presente che:

- il valore di K_c deve essere fornito dal costruttore, pena il mancato utilizzo del ripartitore;
- il costruttore è obbligato alla verifica in laboratorio del K_c per 7 radiatori tipo;
- l’installatore è tenuto al montaggio del ripartitore secondo le istruzioni del costruttore;
- il valore del K_c deve essere memorizzato nell’archivio del sistema di contabilizzazione.

Prospetto 2.6. Valori di K_c forniti dal costruttore

Tipo di radiatore		Fattore di calcolo		
		Montaggio sul radiatore		Montaggio a parete
		a 2 sonde	a 1 sonda	
Radiatore in acciaio DIN distanza elementi 50 mm		2.30	1.04	1.14
Radiatore in ghisa DIN distanza elementi 60 mm		2.12	1.14	1.21
Radiatore tubolare (Arbonia) distanza elementi 45 mm		2.12	1.12	1.12

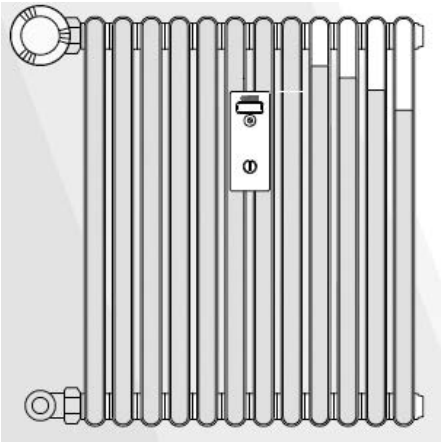


Figura 2.11. La presenza di sacche d’aria altera il valore letto dal ripartitore

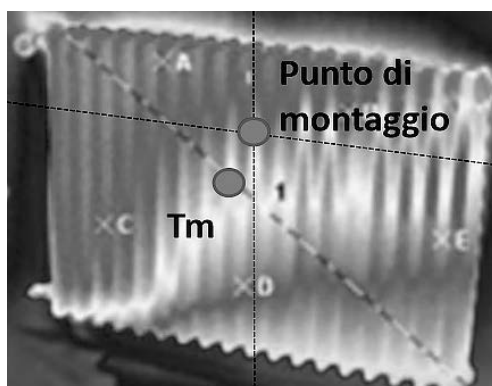
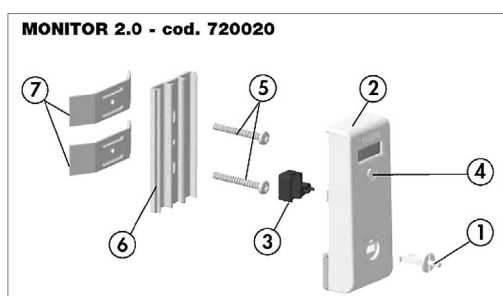


Figura 2.12. Termografia di un radiatore e posizione di inserimento del ripartitore

Il montaggio a parete è previsto nel caso che l'altezza del radiatore è inferiore a 250 mm e in tutti casi in cui il ripartitore non può essere montato direttamente sul radiatore. In tal caso il ripartitore va montato dal lato opposto alla posizione della valvola termostatica ad almeno 100 mm dal radiatore.



Componenti caratteristici

1) Sigillo antimanomissione; 2) Ripartitore completo di scheda elettronica; 3) Protezione per sonda corpo scaldante (da rimuovere in fase di installazione); 4) Tasto selezione display; 5) Viti di fissaggio (coppia di serraggio $0,8 \pm 1 \text{ N} \cdot \text{m}$); 6) Piastra di accoppiamento termico in alluminio; 7) Ancore di fissaggio.

Figura 2.13. Attrezzatura per il montaggio del ripartitore (Caleffi)

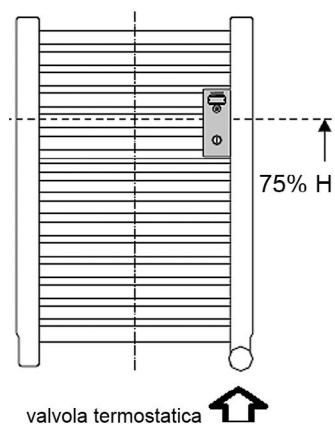


Figura 2.14. Posizionamento del ripartitore nel caso di scaldasalviette (Caleffi)

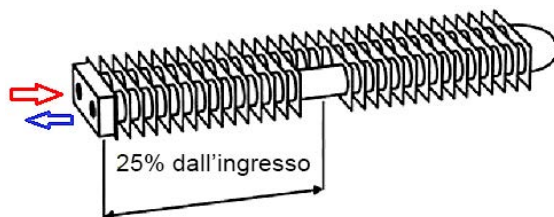


Figura 2.15. Montaggio sui fancoil (Caleffi)

1	2	3	4			5	6	7
Locale	Matricola ripartitore	Copertura radiatore M = Meneola (distanza < 15 cm) C = Copertura completa	Dimensioni			N° Elementi	Tipologia UNI 10200 Vedi TAB. 2 Esempio: A	Schema di accoppiamento vedi TAB. 1 Esempio: 1A
ingresso	XXXX	☒ M ☐ C	H (mm)	L (mm)	P (mm)	10	F	1B

Figura 2.16. Memorizzazione dati del ripartitore (Caleffi)

2.4.3. Installazione dei ripartitori

Nel sopralluogo preliminare occorre individuare:

- numero dei corpi scaldanti;
- tipologia valvole/detentori;
- tipologia kit di fissaggio ripartitore;
- numero dei contatori acqua sanitaria.

Installazione e mappatura

- montaggio valvola/detentore/comando termostatico;
- montaggio ripartitore e acquisitore secondo regole di posizionamento e staffaggio;
- compilazione scheda dati condominio;
- compilazione scheda rilievo appartamento.

Messa in funzione – parametrizzazione

- parametrizzazione in loco dei dispositivi di ripartizione;
- verifica funzionale di trasmissione radio.

Modalità letture consumi

Le letture, di competenza del referente di condominio, vengono eseguite attraverso l'utilizzo di un PC portatile con sistema operativo Microsoft® Windows, della chiavetta USB/radio e del software SW7200 a corredo che permettono la lettura, la visualizzazione e la generazione dei report dei consumi. Il software è corredato di una guida utente per il corretto utilizzo dello stesso. I dati di consumo dell'edificio possono inoltre essere recuperati sia localmente tramite una chiavetta USB, sia da remoto tramite server Caleffi dal concentratore dati installato nel vano scala.

La normativa prevede che il ripartitore elettronico debba essere corredato di un visualizzatore dei dati sul display. La durata della batteria: almeno 15 mesi

2.5. Sistemi di contabilizzazione indiretta con ripartitore di calore e testa termostatica

In questa soluzione (figura 2.17) ripartitore e valvola termostatica sono tutt'uno. Una sonda immersa nel fluido misura la temperatura di ingresso, mentre un'altra sonda misura la temperatura ambiente.

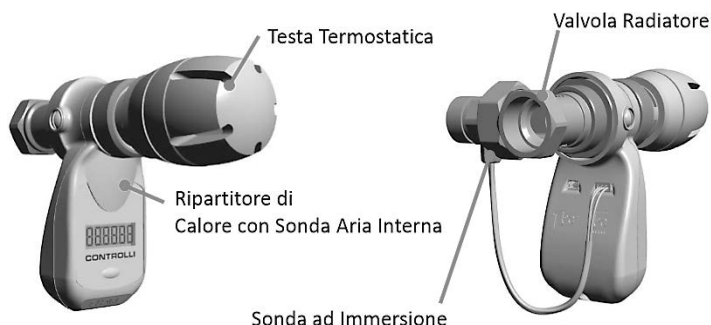


Figura 2.17. *Ripartitori di calore*

2.6. Sistemi di ripartizione secondo la norma UNI 11388:2015

La norma 11388-2015 regola i sistemi di contabilizzazione indiretta basati sull'intercettazione dei corpi scaldanti, siano essi radiatori, ventilconvettori, pannelli radianti, ed è basata sui tempi di inserzione dell'elettrovalvola che intercetta il corpo scaldante. Una valvola ad azionamento (figura 2.18) elettrico permette l'intercettazione del fluido termovettore, con contemporaneo inserimento dei tempi di conteggio.



Figura 2.18. *Attuatore e regolatore di temperatura (COSTER)*

Nota che sia la potenza nominale del radiatore o corpo termico e la temperatura di mandata, è anche nota l'energia in funzione del tempo di attivazione. Eventualmente l'energia può essere corretta in funzione della temperatura del fluido. Il termostato ambiente comanda l'inserimento o disinserimento delle valvole che funzionano in modalità wireless. Nella norma si definisce il fattore di carico normalizzato F_c che è il rapporto fra la potenza effettiva, nelle condizioni specificate, e quella nominale del corpo scaldante. Se la temperatura ambiente è 20°C e la temperatura del fluido del corpo scaldante è anche essa 20°C questo fattore è zero. Se le condizioni nominali del corpo scaldante sono 80°C (radiatore), questo fattore è uguale ad 1 a 80°C .

La potenza termica istantanea del corpo scaldante P_t è:

$$P_t = P_n [(T_m - 20)/(T_{mc} - 20)]^{1,3}$$

dove:

- T_m = temperatura media del corpo scaldante;
- T_{mc} = temperatura media nominale,

oppure:

$$P_t = P_N \times F_c$$

dove $F_c = [(T_m - 20)/(T_{mc} - 20)]^{1,3}$.

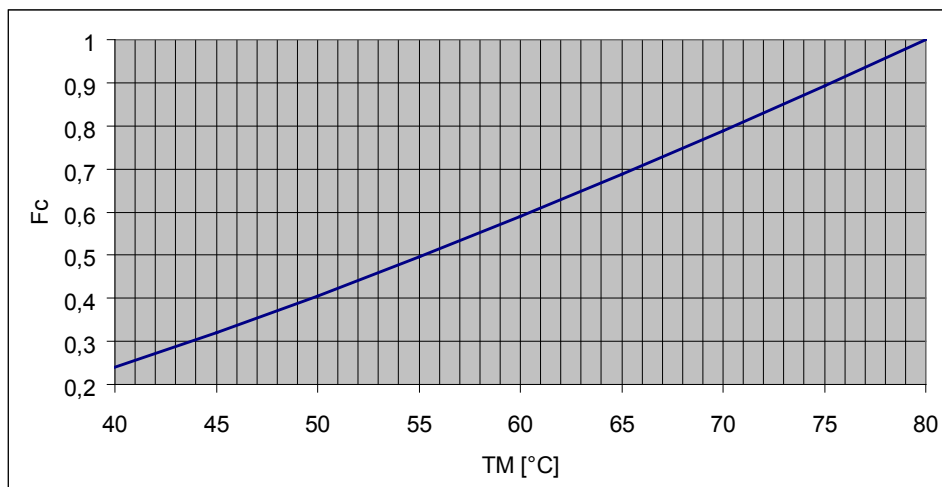


Figura 2.19. Il fattore di carico F_c

L'energia Q_a fornita dal corpo scaldante è:

$$Q_a = [P_N / (T_{mc} - 20)]^{1,3} \int (T_m - 20)^{1,3} dt$$

dove:

- dt = intervallo di tempo;
- l'integrale è un integrale definito fra il tempo di inizio = 0 e di fine (chiusura della valvola = t_a).

Quando la valvola è chiusa il radiatore continua ad emettere calore e si conteggia il calore con l'espressione:

$$Q_a = PN * [(T_{mic} - 20) / (T_m - 20)]^{1,3} \int e^{-1,3 t/CT} dt$$

dove:

- l'integrale è un integrale definito fra il tempo inizio di chiusura e la durata del transitorio t_c ;
- T_{mic} = temperatura media del corpo scaldante al momento di chiusura della valvola;
- CT = costante di tempo del corpo scaldante.

La costante di tempo è il tempo necessario per raggiungere il 63,2% del salto termico, pari alla differenza fra temperatura iniziale e finale (vedi paragrafo 2.3). Ad esempio con temperatura iniziale = 80°C e temperatura finale = 20°C, il salto termico è 60°C ed il 63,2% di tale differenza è 37,9°C. Pertanto la costante di tempo è il tempo affinché la temperatura media si abbassi da 80°C a 42,1°C. Si può trovare che l'integrale definito $\int e^{-1,3 t/CT} dt$ vale:

$$(CT/1,3) [1 - e^{-1,3 t/CT}]$$

Esempio numerico:

- $CT = 4140$ secondi;
- $t = 3600$ secondi = 1 h.

L'integrale vale 2156 secondi. Se la potenza nominale del corpo scaldante è = 137,5 watt/elemento si ha una energia dispersa pari a: $137,5 * 2156 / 3600000 = 0,0823$ kwh/elemento. Nelle condizioni nominali il radiatore emette = $0,1375 \times 1 = 0,1375$ kwh, quindi nella 1ª ora viene emesso il 60% dell'energia oraria emessa in condizioni nominali in una ora. Nella 2ª ora questa energia scende al 18,4%, e complessivamente 78%, nella 3ª ora 84% complessivamente.

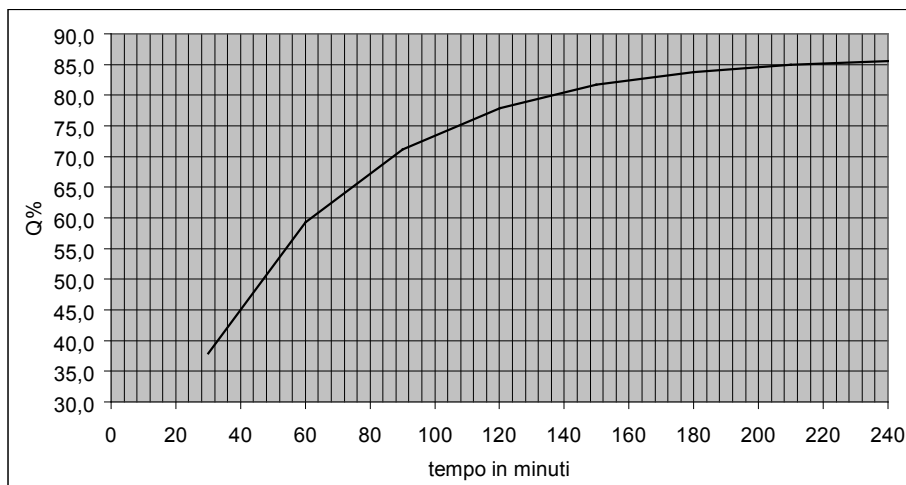


Figura 2.20. Calore emesso dal radiatore con valvola di afflusso chiusa in percentuale di quello emesso in condizioni nominali in 1 ora

L'appendice B della norma 11388/2015 prescrive che la costante di tempo va calcolata con la seguente modalità:

$$CT = MC \times 50 / E50$$

In realtà con questa formula si hanno degli errori rispetto alla soluzione esatta fatta come al paragrafo 2.1. Una soluzione migliore si ha con la formula sotto riportata, che è quasi indipendente dall'esponente dell'emissione:

$$CT = 1 / (-0,000003850457 + 0,017448 * k - 0,003647 * k^2) \quad [6]$$

dove $k = E50 / MC$.

Nel prospetto 2.7 il confronto fra i valori calcolati con la formula sopra citata e quella della norma 11388:2015

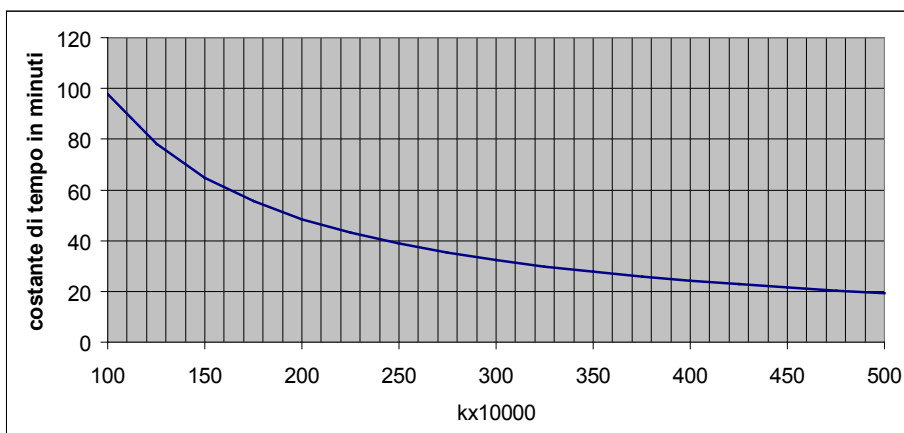


Figura 2.21. Costante di tempo
in funzione del rapporto K caratteristico del radiatore

Prospetto 2.7. Confronto fra il calcolo della costante di tempo dei radiatori

MC = capacità termica radiatore					
E50 = emissione termica nominale con dt = 50°C					
Rapporto $R = MC/E50$	Valore con soluzione equazione differen- ziale	Valore formula UNI	Valore formula [6]	Scostamento formula UNI [%]	Scostamento formula [6] [%]
0,0125	4660	4000	4680	-14,2	0,4
0,0175	3320	2857	3329	-13,9	0,3
0,0225	2580	2222	2585	-13,9	0,2
0,0275	2120	1818	2113	-14,2	-0,3
0,0325	1800	1538	1788	-14,5	-0,7

[segue]

Rapporto $R = MC/E50$	Valore con soluzione equazione differen- ziale	Valore formula UNI	Valore formula [6]	Scostamento formula UNI [%]	Scostamento formula [6] [%]
0,0375	1560	1333	1550	-14,5	-0,7
0,0425	1360	1176	1368	-13,5	0,6
0,0475	1220	1053	1224	-13,7	0,4
0,0525	1100	952	1109	-13,4	0,8
0,0575	1020	870	1013	-14,7	-0,7

2.6.1. Requisiti dei sistemi conformi alla norma 11388:2015

I requisiti di questi sistemi sono:

- l'intercettazione dei corpi scaldanti avviene con valvola comandata da un attuatore;
- la regolazione della temperatura ambiente, di cui l'utente deve avere la possibilità di controllo, può essere realizzata per l'intera unità immobiliare, o porzione di essa, o singolo corpo scaldante;
- le temperature di mandata e di ritorno devono essere misurate in centrale termica;
- la temperatura ambiente, se non supposta 20 °C, può essere misurata con apposite sonde.

2.6.2. Prove del sistema

Le modalità di prova di questi sistemi devono essere conformi alle seguenti specifiche:

- Corpo scaldante con potenza nominale di 5 KW funzionante per 5 giorni o 120 ore con unica valvola di intercettazione.
- Nella prima prova il fattore di carico normalizzato $F_c = 0$ e la valvola è sempre aperta. L'energia termica della prima prova $Q_1 = 0$.
- Nella seconda prova il fattore di carico normalizzato $F_c = 0,5$ e la valvola è sempre aperta. L'energia termica della seconda prova $Q_2 = 5 \times 0,5 \times 120 = 300$ kwh.
- Nella terza prova il fattore di carico normalizzato $F_c = 1$ e la valvola è sempre aperta. L'energia termica della terza prova $Q_3 = 5 \times 1 \times 120 = 600$ kwh.
- Nella quarta prova il fattore di carico normalizzato $F_c = 1$ e la valvola è sempre chiusa. L'energia termica della quarta prova $Q_4 = 0$ kwh.
- Nella quinta prova il fattore di carico normalizzato $F_c = 1$ e la valvola è aperta per metà tempo (6 ore aperta e 6 ore chiusa). L'energia termica della quinta prova $Q_5 = 350$ kwh.

La costante di proporzionalità K fra UR ed energia termica saranno:

- Casi 1 e 4: K_1, K_4 zero
- Casi 2, 3, 5: $K_2 = UR_2/Q_2, K_3 = UR_3/Q_3, K_5 = UR_5/Q_5$.

Dalla prova si ricava il valore medio $K_{med} = (K_1 + K_2 + K_3)/3$.

I valori di K_2, K_3, K_5 non devono discostarsi dalla media più del $\pm 2\%$.

2.7. La trasmissione dati dei ripartitori

La trasmissione può essere:

- **UNIDIREZIONALE:** il dispositivo provvede autonomamente ad inviare i dati secondo un intervallo di tempo prefissato. Per la lettura di questi ripartitori occorre recarsi nelle prossimità del palazzo ed attendere la trasmissione. Oppure, se sono stati installati delle centrali di raccolta dati, viene interrogata la centrale.
- **BIDIREZIONALE:** il ripartitore di calore con trasmissione radio bidirezionale è in grado di ricevere e memorizzare i dati del radiatore e può essere interrogato ed inviare quindi il conteggio della lettura solo quando chiamato. La trasmissione avviene a bassa intensità. Il ripartitore, durante la fase di trasmissione emette con un'intensità decine di volte più bassa rispetto ad un normale telefono cellulare.

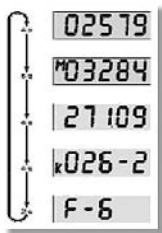


Figura 2.22. Dati del ripartitore sul display

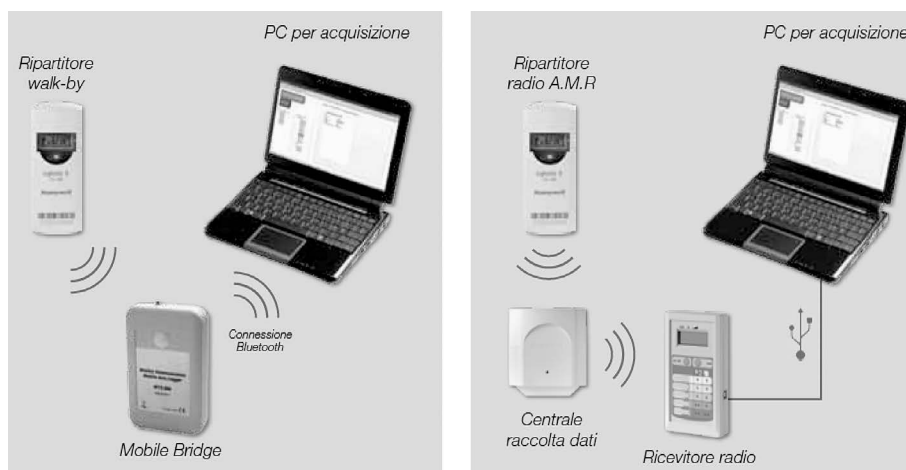


Figura 2.23. Trasmissione dati del ripartitore

Esempi di lettura (Caleffi)

– LETTURA LOCALE

Il letturista (o l'utente) può verificare il conteggio del ripartitore direttamente dal display. Attivando la visualizzazione su display il ripartitore riporta il consumo in corso, il consumo della stagione precedente ed anche eventuali anomalie riscontrate.

- **LETTURA CENTRALIZZATA E SCARICO DATI LOCALE**

I ripartitori, interrogati periodicamente (ad esempio mensilmente), trasmettono al concentratore il valore corrispondente alla lettura. Il letturista può recuperare i dati di consumo dei ripartitori di tutto l'edificio in qualunque momento accedendo al concentratore dati e scaricando localmente i dati con una chiavetta USB. Tali dati vengono successivamente e utilizzati per la ripartizione economica delle spese.

- **LETTURA REMOTA IN LOCO**

I ripartitori sono dotati di trasmissione radio quindi la lettura può essere effettuata da un tecnico con un PC portatile direttamente dal vano scala senza accedere all'interno delle unità immobiliari. Tali dati vengono successivamente utilizzati per la ripartizione economica delle spese.

- **LETTURA CENTRALIZZATA E TRASMISSIONE DATI VIA GSM**

Questo sistema prevede l'installazione di concentratori e antenne che leggono i consumi e trasferiscono periodicamente i dati con un sistema GSM direttamente al server. Non è più necessario recarsi sul posto. Anche in questo caso i dati vengono successivamente e utilizzati per la ripartizione economica delle spese.

I PRINCIPI DELLA CONTABILIZZAZIONE

4.1. Generalità

La contabilizzazione dell'energia si prefigge lo scopo di ripartire il consumo di energia termica fra più utenti che si avvalgono della stessa centrale di produzione del calore. La suddivisione generalmente adottata nei condomini era quella di ripartire i consumi in una quota fissa, che si aggiungeva alle spese di conduzione dell'impianto, ed in una quota legata ai consumi effettivi, quota fissa decisa dall'assemblea condominiale.

La norma UNI EN 10200 sostituisce questa pratica attraverso un calcolo che tiene conto della quota di energia termica che viene dispersa dall'impianto e non direttamente contabilizzato agli utenti. La norma UNI EN 10200 recepisce le direttive UE ed è diventata legge con il Decreto Legislativo 4 luglio 2014, n. 102 *“Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE. (14G00113)”*.

La contabilizzazione può suddividersi in:

- contabilizzazione indiretta;
- contabilizzazione diretta.

La contabilizzazione indiretta valuta l'energia prelevata dall'utenza, mediante una misura di grandezze proporzionali all'emissione termica, che nel caso dei radiatori sono la temperatura superficiale del corpo scaldante e la temperatura ambiente. Questa soluzione è quella più conveniente tecnicamente qualora la distribuzione impiantistica del calore sia realizzata con colonne montanti verticali che servono corpi termici di diverse unità immobiliari. In questo caso una contabilizzazione esatta dovrebbe essere realizzata con contatori di calore per ogni corpo termico, il che la renderebbe antieconomica. La contabilizzazione indiretta si realizza pertanto con una valutazione teorica del consumo e non reale. Non è in effetti necessaria nella contabilizzazione una misura assoluta dell'energia termica, in quanto lo scopo della contabilizzazione è la ripartizione, non la misura. Poiché la ripartizione suddivide una stessa spesa totale fra più condomini, la spesa di ogni condomino sarà data infatti da una frazione della spesa totale.

La contabilizzazione diretta misura invece direttamente l'energia termica prelevata dall'utenza, attraverso la misura delle grandezze ad essa correlate, come la portata e il salto termico. La contabilizzazione diretta prevede l'utilizzo di contatori di energia termica e, per quanto tecnicamente possibile, non sarebbe conveniente in termini di costi, se applicata ai singoli corpi scaldanti, dove si preferisce ricorrere ai più economici ripartitori.

La contabilizzazione non avrebbe senso se non fosse associata ad una termoregolazione che produce nell'utente una gestione orientata al risparmio ed alla razionalizzazione del con-

sumo. Il problema della gestione centralizzata del calore è che, nell'ambito dell'edificio, vi sono sia esigenze che condizioni locali diverse. È impossibile che in tutti i locali di tutte le unità abitative si verifichi la stessa temperatura impostata nella regolazione centrale. Nello stesso tempo il condomino momentaneamente assente deve avere la possibilità tecnica di intercettare i suoi corpi scaldanti ed essere “premiato” per questo risparmio. La semplice misura dell'energia termica non sarebbe comunque una pratica valida se non venisse associata alla capacità tecnica di prelevare il calore in rapporto al bisogno.

La difficoltà maggiore della contabilizzazione è nella valutazione delle perdite di distribuzione, che sono la differenza fra l'energia termica fornita dal combustibile e quanto perviene realmente ai condomini. Nella distribuzione a zone questa valutazione sarebbe tecnicamente possibile ma occorrerebbe, ad esempio per la climatizzazione, inserire un contatore di calore all'uscita del generatore.

Le norme richiamate sui componenti utilizzati nella contabilizzazione diretta ed indiretta sono le seguenti:

- Contabilizzazione diretta:
 - UNI EN 1434.
- Contabilizzazione indiretta:
 - UNI EN 834 (HCA, ripartitori classici);
 - UNI TR 11388 (ripartitori con regolazione automatica on-off);
 - UNI 9019 (ripartitori gradi giorno ambiente).

4.2. Le tipologie impiantistiche

4.2.1. La rete con montanti verticali

Fino agli anni 80 nei condomini con riscaldamento centralizzato la distribuzione più diffusa delle rete che serviva i corpi termici era quella a montanti verticali. Da una rete ad anello orizzontale che partiva dal generatore si dipartono montanti verticali che alimentano i corpi termici ai corrispettivi piani.

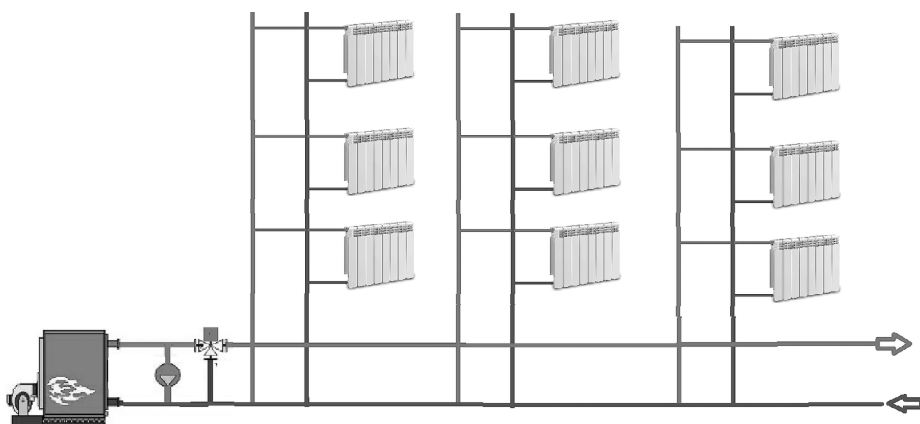


Figura 4.1. La rete con montanti verticali

È evidente che i corpi termici di uno stesso alloggio sono allacciati a più montanti e quindi la contabilizzazione del calore può essere fatta solo contabilizzando i singoli corpi scaldanti e quindi diventa antieconomica come già esposto, se fosse previsto un contatore di calore. Alla anti-economicità si aggiunge, condizione ancora più forte, l'ingombro tecnico dello strumento con le relative sonde.

4.2.2. La rete a zone

In questo tipo di rete ogni alloggio è servito da una diramazione dei montanti verticali, secondo una distribuzione ora orizzontale, pertanto è possibile l'intercettazione dell'energia termica con una valvola di zona. Allo stesso tempo è possibile la contabilizzazione con un singolo contatore di calore.

Il condomino può quindi gestire autonomamente il suo consumo di energia termica con un controllo che lega la temperatura ambiente e intercettazione della valvola di zona. Sarebbe comunque un controllo che è unico per l'intero alloggio e non per i singoli locali.

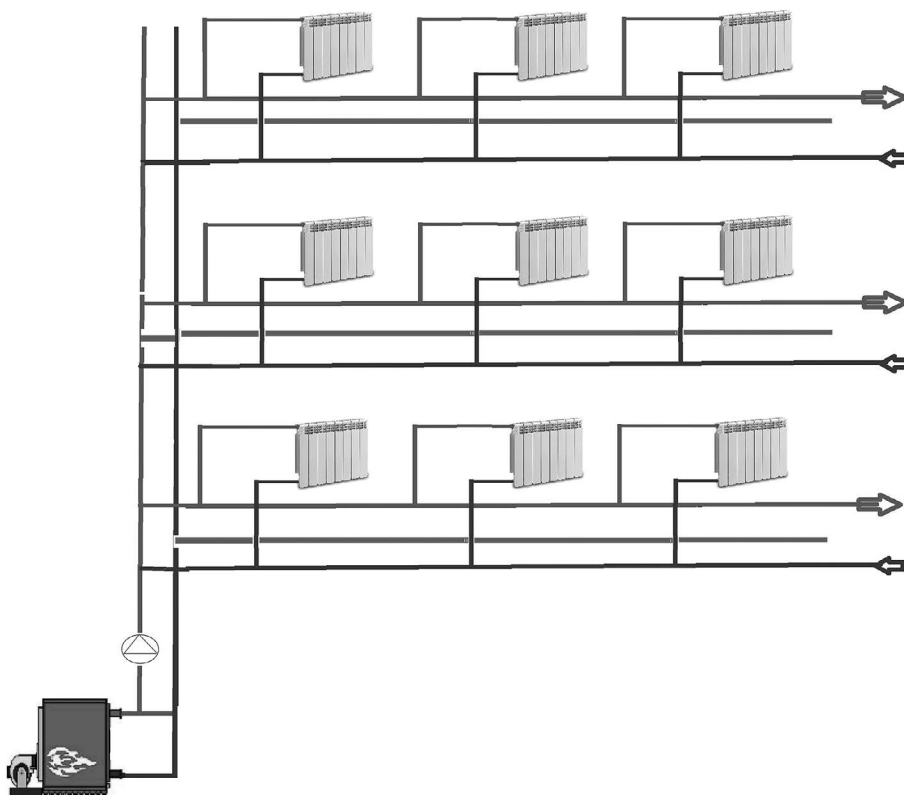


Figura 4.2. Impianto a zone

Nell'ambito del singolo alloggio il tipo di distribuzione orizzontale può essere realizzato con la soluzione a due tubi, a collettore, monotubo.

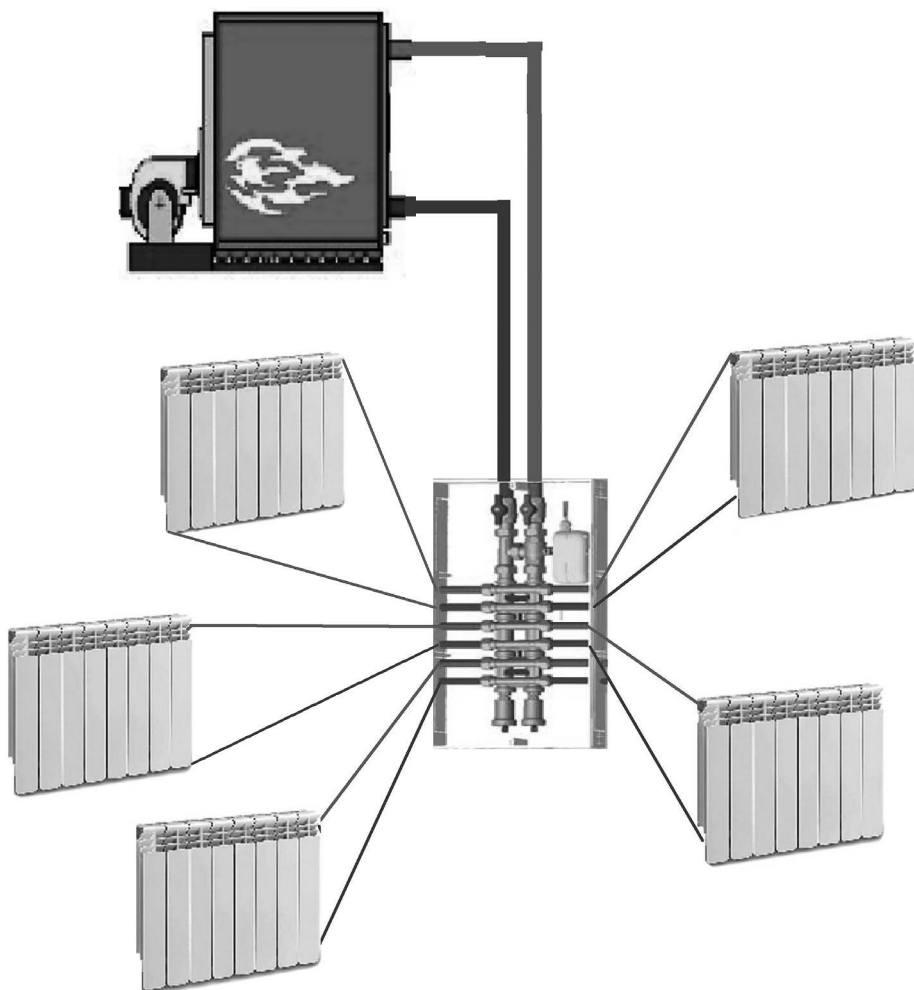


Figura 4.3. *Distribuzione orizzontale a collettore*

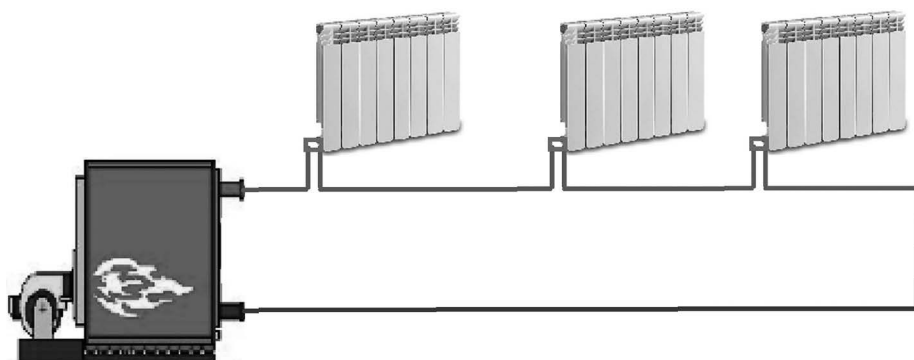


Figura 4.4. *Distribuzione orizzontale monotubo*

Il passaggio da una regolazione centralizzata di tutto il condominio a quella locale del singolo appartamento migliora notevolmente la gestione del calore. Il passo finale, realizzato con le valvole termostatiche è quello del controllo del singolo locale, in virtù di situazioni di apporto di energia termica differente, anche se, non essendo i locali stagni, l'aerazione miscela le temperature.

4.3. La norma UNI 10200

La terminologia usata nel seguito si avvale delle seguenti abbreviazioni:

- UI = unità immobiliari;
- UC = parti comuni;
- INV = Consumo involontario;
- ACS = acqua calda sanitaria;
- CLI = climatizzazione;
- PDC = pompa di calore;

4.3.1. I criteri di ripartizione della spesa totale

La norma 10200 si articola nei seguenti punti:

- 11.1 e 11.2: calcolo dell'energia termica consumata e prodotta dai generatori;
- 11.3: consumo totale di energia termica utile;
- 11.4: calcolo spesa per la climatizzazione ed ACS;
- 11.5: costo energia utile;
- 11.6-11.7: consumi energia utile UI e UC;
- 11.8: consumi totali di energia utile;
- 11.9: componenti della spesa totale;
- 11.10: ripartizione delle spese fra le UI.

Il consumo di energia termica totale Q_t per la climatizzazione ed ACS, può essere scomposto nei seguenti termini Q_{cli} e Q_{acs} :

Prospetto 4.1.

Q_{cli} = consumo energia termica per la climatizzazione	$Q_{ui,cli,t}$ = Consumo unità immobiliari per la climatizzazione
	$Q_{uc,cli,t}$ = Consumo dei locali ad uso collettivo per la climatizzazione
	$Q_{inv,cli}$ = Consumo involontario per le dispersioni per la climatizzazione
Q_{acs} = consumo energia termica per ACS	$Q_{ui,acs,t}$ = Consumo unità immobiliari per acs
	$Q_{uc,acs,t}$ = Consumo dei locali ad uso collettivo per acs
	$Q_{inv,acs}$ = Consumo involontario per le dispersioni per acs

Analogamente la spesa totale $S_t = S_{cli} + S_{acs}$ può essere suddivisa secondo lo schema seguente:

Prospetto 4.2.

S_{cli} = spesa totale per la climatizzazione	$S_{ui,cli}$ = Spesa unità immobiliari per il consumo per la climatizzazione
	$S_{uc,cli}$ = Spesa dei locali ad uso collettivo per la climatizzazione
	$S_{p,cli}$ = Spesa per la potenza termica installata per la climatizzazione
S_{acs} = spesa totale per ACS	$S_{ui,acs}$ = Spesa unità immobiliari per il consumo per acs
	$S_{uc,acs}$ = Spesa dei locali ad uso collettivo per acs
	$S_{p,acs}$ = Spesa per la potenza termica installata per acs

La spesa per il consumo di energia termica va divisa in base ai consumi delle singole unità immobiliari:

- La spesa per il consumo di energia termica dei locali ad uso comune va divisa in base ai millesimi di proprietà.
- La ripartizione delle spese per la potenza termica installata va fatta in accordo al prospetto seguente:

Prospetto 4.3.

Impianti con termoregolazione	In base al fabbisogno di energia termica per la climatizzazione invernale	
Impianti sprovvisti di termoregolazione	Radiatori o piastre radianti	In base alla potenza termica installata
	Fancoil, bocchette aria calda, pannelli radianti o altri terminali	In base al fabbisogno di energia per la climatizzazione invernale

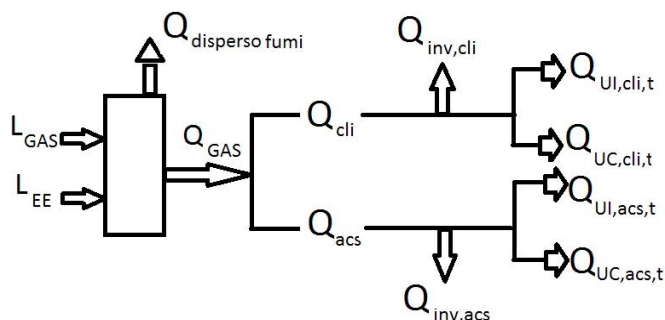


Figura 4.5. I consumi energetici

Inoltre sono definiti:

- $Q_{h,cli}$ = fabbisogno ideale di energia termica per la climatizzazione invernale nel periodo considerato (secondo UNI/TS 11300-1) [kWh]. Il fabbisogno di energia termica risulta dal calcolo termico eseguito in osservanza delle norme tecniche citate, in sede di progettazione dell'edificio, o prodotto successivamente.

- $Q_{h,acs}$ = fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio per acqua calda sanitaria nel periodo considerato (secondo UNI/TS 11300-1) [kWh]. Negli edifici civili il fabbisogno di energia termica è in rapporto alla superficie (capitolo quinto).
- Φ_{ui} = potenza termica totale installata dall'unità immobiliare.
- Φ_{cs} = potenza termica singolo corpo scaldante.
- $\Phi_{ui} = \Sigma \Phi_{cs}$ somma delle potenze termiche di tutti i corpi scaldanti dell'unità immobiliare.

4.3.2. I consumi dei singoli vettori energetici

I vettori energetici possono essere il gas naturale, nel caso di una caldaia, l'energia elettrica per gli ausiliari della centrale termica o per eventuale pompa di calore elettrica.

Nel caso di consuntivo si ha:

- $Q_{ve,cli} = (L_{2,ct} - L_{1,ct}) \times K_{cli}$
- $Q_{ve,acs} = (L_{2,ct} - L_{1,ct}) \times K_{acs}$

Dove:

- $Q_{ve,cli}$ = rappresenta il consumo del vettore energetico (ad esempio metano) per la climatizzazione;
- $Q_{ve,acs}$ = rappresenta il consumo del vettore energetico per l'acqua calda sanitaria;
- K_{cli} = il coefficiente di ripartizione del consumo relativo alla climatizzazione;
- K_{acs} = il coefficiente di ripartizione del consumo relativo alla acqua calda sanitaria;
- $L_{2,ct}$ ed $L_{1,ct}$ = rappresentano le letture finale ed iniziale del contatore di calore espresse in kwh;
- $K_{cli} = Q'_{ve,cli} / (Q'_{ve,cli} + Q'_{ve,acs})$;
- $K_{acs} = Q'_{ve,acs} / (Q'_{ve,cli} + Q'_{ve,acs})$;
- $Q'_{ve,cli}$ e $Q'_{ve,acs}$ sono rispettivamente il fabbisogno annuo di energia termica per la climatizzazione e per l'acqua calda sanitaria.

Nel caso invece di formulazione del preventivo di spesa:

- $Q_{ve,cli} = Q'_{ve,cli}$;
- $Q_{ve,acs} = Q'_{ve,acs}$.

4.3.3. Energia termica prodotta dal generatore di calore

- $Q_{gn,cli} = (L_{2,cc} - L_{1,cc}) \times K_{cli}$;
- $Q_{gn,acs} = (L_{2,cc} - L_{1,cc}) \times K_{acs}$.

Dove:

- $Q_{gn,cli}$ = rappresenta l'energia utile prodotta dal generatore di calore per la climatizzazione;
- $Q_{gn,acs}$ = rappresenta l'energia utile prodotta dal generatore di calore per l'acqua calda sanitaria;
- $L_{2,cc}$ ed $L_{1,cc}$ = rappresentano le letture finale ed iniziale del contatore di calore espresse in kwh.

Nel caso di un generatore a combustione si ha:

- $Q_{gn,cli} = (L_{2,cb} - L_{1,cb}) \times PCI \times \eta \times K_{cli}$;

- $Q_{gn,acs} = (L_{2,cb} - L_{1,cb}) \times PCI \times \eta$ K_{acs} ;
- $L_{2,cb} - L_{1,cb}$ = letture finale ed iniziale del contatore del combustibile;
- PCI = potere calorifico inferiore del combustibile;
- η = rendimento stagionale del generatore;
- per il metano $PCI = 9,45 \text{ kwh/m}^3$.

Se è presente un contatore di calore all'uscita del generatore è possibile calcolare esattamente il rendimento del generatore, e nel caso di metano:

$$\eta = L_{cc}/L_b * 9,45$$

dove:

- L_{cc} = energia conteggiata in kwh dal contatore di calore;
- L_b = consumo conteggiato dal contatore di metano in m^3 .

Nel caso di una pompa di calore:

- $Q_{gn,cli} = (L_{2,el} - L_{1,el}) \times COP \times K_{cli}$;
- $Q_{gn,acs} = (L_{2,el} - L_{1,el}) \times COP \times K_{acs}$;
- $L_{2,el} - L_{1,el}$ = letture finale ed iniziale del contatore di energia elettrica che serve la pompa di calore;
- COP = coefficiente di prestazione della pompa di calore = rapporto fra l'energia termica fornita e quella elettrica assorbita.

4.3.4. Consumo e spese totali di energia termica

Il consumo totale Q_t di energia termica è:

$$Q_t = Q_{cli} + Q_{acs}$$

dove:

- Q_{cli} = consumo totale per la climatizzazione;
- Q_{cacs} = consumo totale per $cacs$.

Mentre la spesa totale è $S_T = S_{cli} + S_{acs}$ che si suddividono in:

$$S_{cli} = S_{e,cli} + S_{cm,cli} + S_{cr,cli}$$

$$S_{acs} = S_{e,acs} + S_{cm,acs} + S_{cr,acs}$$

Spesa energetica:

$$S_{e,cli} = c_{ve} \times Q_{ve,cli}$$

$$S_{e,acs} = c_{ve} Q_{ve,acs}$$

Spese per conduzione e manutenzione:

$$S_{cm,cli} = S_{cm} \times K_{cli}$$

$$S_{cm,acs} = S_{cm} \times K_{acs}$$

Spese per la contabilizzazione del calore:

$$S_{cr,cli} = S_{cr} \times K_{cli}$$

$$S_{cr,acs} = S_{cr} \times K_{acs}$$

Noti i consumi e le spese totali si può calcolare il costo dell'energia utile:

- $c_{cli} = S_{e,cli} / Q_{cli}$ = costo energia utile per la climatizzazione;
- $c_{acs} = S_{e,acs} / Q_{acs}$ = costo energia utile per l'acqua calda sanitaria,

dove:

- S_{cli} = spesa totale per la climatizzazione invernale.
- S_{acs} = spesa totale per l'acqua calda sanitaria;
- $S_{e,cli}$ = spesa energetica per la climatizzazione invernale;
- $S_{e,acs}$ = spesa energetica per l'acqua calda sanitaria;
- $S_{cm,cli}$ = spesa per conduzione e manutenzione dell'impianto termico per la climatizzazione invernale;
- $S_{cr,cli}$ = spesa per contabilizzazione per la climatizzazione invernale;
- $S_{cm,acs}$ = spesa per conduzione e manutenzione dell'impianto termico per l'acqua calda sanitaria;
- $S_{cr,acs}$ = spesa per contabilizzazione per l'acqua calda sanitaria.

4.3.5. Consumi energia termica utile unità immobiliari

Nel caso di contatori di calore al servizio delle unità immobiliari si ha:

$$Q_{ui,cli} = (L_{2,cc} - L_{1,cc}) \times K_{cli}$$

dove:

- $Q_{ui,cli}$ = consumo di energia termica utile della singola unità immobiliare per climatizzazione invernale [kWh];
- $L_{2,cc}, L_{1,cc}$ = lettura finale ed iniziale del contatore di calore dell'unità immobiliare
- $Q_{ui,acs} = (L_{2,cc} - L_{1,cc}) \times K_{acs}$;
- $Q_{ui,acs}$ = consumo di energia termica utile della singola unità immobiliare per l'acqua calda sanitaria [kWh].

Nel caso di ripartitori si ha:

$$Q_{ui,cli} = [Q_{cli} - Q_{inv,cli}] \text{ ur} / \Sigma \text{ ur}$$

dove:

- $Q_{inv,cli}$ = consumo involontario di energia termica per la climatizzazione invernale;
- Ur = unità di ripartizione della singola utenza = $\Sigma \text{ ur}_{cs}$;
- $\Sigma \text{ ur}$ = somma unità di ripartizione;
- ur_{cs} = unità di ripartizione del singolo corpo scaldante per acs;

$$Q_{ui,acs} = (L_{2,cv} - L_{1,cv}) \times 1,163 \times (\Theta_{acs} - \Theta_f)$$

- $L_{2,cv}, L_{1,cv}$ = lettura finale ed iniziale del contatore volumetrico.

4.3.6. Consumi totali di energia

Si ha:

$$Q_{cli} = Q_{ui,cli,t} + Q_{uc,cli,t} + Q_{inv,cli}$$

$$Q_{acs} = Q_{ui,acs,t} + Q_{uc,acs,t} + Q_{inv,acs}$$

dove:

- $Q_{ui,cli,t}$ = consumo totale di energia termica utile delle unità immobiliari per climatizzazione invernale [kWh];
- $Q_{uc,cli,t}$ = consumo totale di energia termica utile dei locali ad uso collettivo per climatizzazione invernale;
- $Q_{inv,cli,t}$ = consumo totale involontario di energia termica per climatizzazione invernale [kWh];
- $Q_{ui,acs,t}$ = consumo totale di energia termica utile delle unità immobiliari per acs [kWh];
- $Q_{uc,acs,t}$ = consumo totale di energia termica utile dei locali ad uso collettivo per acs;
- $Q_{inv,acs,t}$ = consumo totale involontario di energia termica per acs [kWh].

4.3.7. Consumo involontario

Nel caso di contabilizzazione diretta si ha:

$$Q_{inv,cli} = Q_{cli} - \sum Q_{ui,cli,t} - \sum Q_{uc,cli,t}$$

$$Q_{inv,acs} = Q_{acs} - \sum Q_{ui,acs,t} - \sum Q_{uc,acs,t}$$

Ove ci siano i ripartitori e si scelga il calcolo semplificato:

$$Q_{inv,cli} = K_{inv} \times Q_{h,id,cli}$$

dove K_{inv} si desume dal prospetto 10 della norma 10200.

Ad esempio:

- impianto con montanti verticali, edificio oltre 3 piani, con isolamento eseguito con cura e protetto da uno strato di gesso o plastica $K_{inv} = 0,2$;
- impianto con montanti verticali, edificio oltre 3 piani, con isolamento inesistente $K_{inv} = 0,25$;
- impianto a distribuzione orizzontale con collettori complanari o monotubo $K_{inv} = 0,1$.

4.3.8. Suddivisione della spesa totale

Si ha:

$$S_{cli} = S_{ui,cli} + S_{uc,cli} + S_{p,cli}$$

$$S_{acs} = S_{ui,acs} + S_{uc,acs} + S_{p,acs}$$

dove:

- $S_{ui,cli}$ = spesa delle unità immobiliari per la climatizzazione invernale;

- $S_{ui,acs}$ = spesa delle unità immobiliari per l'acqua calda sanitaria;
- $S_{uc,cli}$ = spesa dei locali ad uso collettivo per la climatizzazione;
- $S_{uc,acs}$ = spesa dei locali ad uso collettivo per l'acqua calda sanitaria;
- $S_{p,cli}$ = spesa per conduzione e manutenzione dell'impianto termico per la climatizzazione invernale;
- $S_{p,acs}$ = spesa per conduzione e manutenzione dell'impianto termico per l'acqua calda sanitaria.

La spesa totale delle unità immobiliari diventa:

$$S_{ui,cli} = c_{cli} \times Q_{ui,cli,t}$$

$$S_{ui,acs} = c_{acs} \times Q_{ui,acs,t}$$

dove:

- c_{cli} = costo unitario dell'energia termica utile per climatizzazione invernale [€/kWh];
- c_{acs} = costo unitario dell'energia termica utile per acs [€/kWh];
- $Q_{ui,cli,it}$ = consumo di energia termica utile della singola unità immobiliare per climatizzazione invernale [kWh];
- $Q_{ui,acs,t}$ = consumo di energia termica utile della singola unità immobiliare per acs [kWh].

Spesa totale per il consumo di energia termica dei locali ad uso collettivo per climatizzazione ed acs:

$$S_{uc,cli} = c_{cli} \times Q_{uc,cli,t} \text{ [€]}$$

$$S_{uc,acs} = c_{cli} \times Q_{uc,acs,t} \text{ [€]}$$

dove:

- $Q_{uc,cli,t}$ = consumo di energia termica utile dei locali ad uso collettivo per climatizzazione invernale [kWh];
- $Q_{uc,acs,t}$ = consumo di energia termica utile dei locali ad uso collettivo per acs [kWh].

Spesa totale per potenza termica installata per climatizzazione invernale ed acs:

$$S_{p,cli} = c_{cli} \times Q_{inv,cli} + S_{cm,cli} + S_{cr,cli} \text{ [€]}$$

$$S_{p,acs} = c_{acs} \times Q_{inv,acs} + S_{cm,acs} + S_{cr,acs} \text{ [€]}$$

dove:

- $S_{p,cli}$ = spesa per conduzione e manutenzione dell'impianto termico per la climatizzazione invernale;
- $S_{p,acs}$ = spesa per conduzione e manutenzione dell'impianto termico per ACS;
- $Q_{inv,cli}$ = consumo involontario di energia termica per climatizzazione invernale;
- $Q_{inv,acs}$ = consumo involontario di energia termica per ACS.

Spese totali delle singole unità immobiliari:

$$S_t = S_{cli} + S_{acs}$$

- s_{cli} = spesa totale della singola unità immobiliare per la climatizzazione invernale;
- s_{acs} = spesa totale della singola unità immobiliare per ACS,

dove:

$$S_{cli} = S_{ui,cli} + S_{uc,cli} + S_{p,cli}$$

$$S_{acs} = S_{ui,acs} + S_{uc,acs} + S_{p,acs}$$

Spesa per il consumo di energia termica utile delle singole unità immobiliari:

$$S_{ui,cli} = c_{cli} Q_{ui,cli} [€]$$

$$S_{ui,acs} = c_{acs} Q_{ui,acs} [€]$$

Spesa per il consumo di energia termica utile dei locali ad uso collettivo da destinare alle singole unità immobiliari:

$$S_{uc,cli} = S_{uc,cli} m_p / 1000$$

$$S_{uc,acs} = S_{uc,cli} m_p / 1000$$

Spesa per potenza termica installata da destinare alle singole unità immobiliari:

$$S_{p,cli} = S_{uc,cli} m_{QH,cli} / 1000$$

$$S_{p,acs} = S_{uc,cli} m_{QH,cli} / 1000$$

dove:

- $m_{QH,cli}$ = millesimi per la climatizzazione della singola unità immobiliare;
- $m_{QH,cli}$ = millesimi per acs della singola unità immobiliare;
- m_p = millesimi di proprietà della singola unità immobiliare.

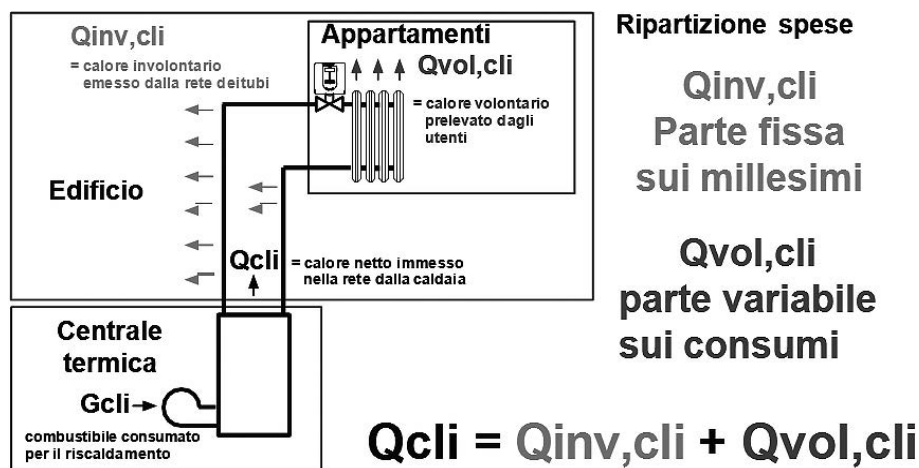


Figura 4.6. *Flussi energetici*

4.4. Il coefficiente del consumo involontario K_{inv}

Case per le vacanze

Nel caso di condomini usati come case per le vacanze, la quota fissa non fa corrispondere i consumi ai valori effettivi. Se l'energia consumata è fra l'80% e il 100% del fabbisogno teorico, è lecito ammettere che sia una condizione d'uso normale. Quando questa percentuale è inferiore si deve supporre che siamo di fronte ad un uso saltuario. Nella figura 6.10 il grafico riporta l'andamento della temperatura esterna nel periodo di riscaldamento e la frazione percentuale di apertura dei radiatori, in un condominio per le vacanze. In questo caso sarebbe più ragionevole ammettere un K_{inv} anziché fisso, variabile in funzione del grado di utilizzo, come nel grafico di figura 4.7. Se non c'è un sistema automatico di regolazione della temperatura il comportamento dell'utente è tale che, se sente freddo, alza il termostato mentre, se sente caldo, non agisce di conseguenza.

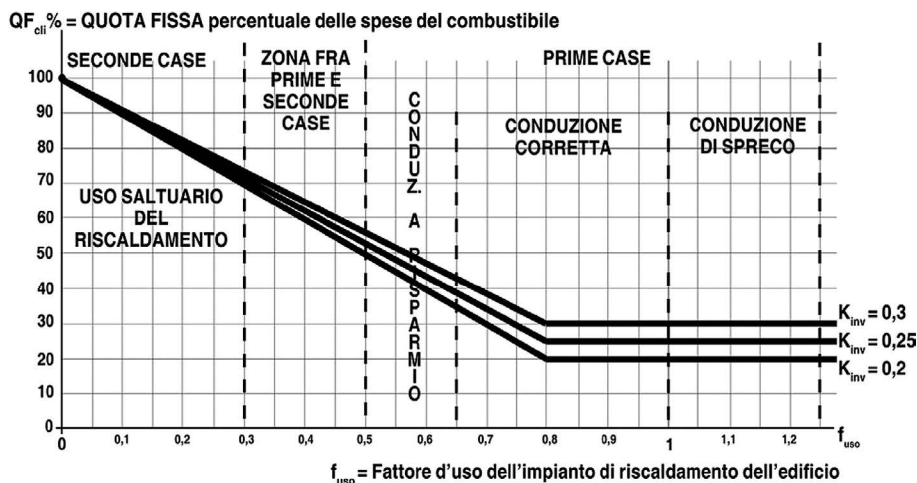


Figura 4.7. Proposta K_{inv} in funzione del fattore d'uso

Proposte aggiornamento UNI 10200

Si tratta di rendere la norma applicabile con la ripartizione indiretta. Indipendentemente da come sono abitati i condomini si introduce un fattore numerico che dia l'uso medio del riscaldamento da parte degli inquilini.

- $QF_{cli} \%$ = percentuale della quota fissa in rapporto al consumo totale.
- f_{uso} = rapporto fra quanto veramente consumato (Q_{cli}) e il fabbisogno ideale $Q_{h,id,cli}$.

Si distinguono i seguenti casi:

- $f_{uso} > 1$ si spreca: prime case con consumo maggiore del necessario;
- f_{uso} fra 0,65 e 1: conduzione corretta tipica;
- f_{uso} fra 0,5 e 0,65: conduzione al risparmio – con qualche appartamento sfitto, studi e simili;
- f_{uso} fra 0,3 e 0,5: condomini misti di prime e seconde case;
- f_{uso} fra 0,0 e 0,3: condomini con tutti gli appartamenti usati poco e saltuariamente.

Riassumendo la quota fissa percentuale dipende da K_{inv} che rappresenta come è fatto l'impianto e f_{uso} che rappresenta come è stato abitato la casa.

$$QF_{cli} \% = \left(1 - f_{uso} \times \frac{1 - K_{inv}}{0,8} \right) \times 100$$

Se $f_{uso} \geq 0,8$ si prende un valore pari a $K_{inv} \times 100$. Formula sempre valida, in qualunque modo gli utenti abitino il condominio

Esempio

Supponiamo di avere un condominio con Z condomini e che il consumo annuale di ciascuno sia $CA = 10000$ kwh. Pertanto, se tutti i condomini utilizzano il riscaldamento in uguale misura, il consumo totale è $C = Z \times CA = 200.000$ kwh.

Assumendo che le perdite P per consumo involontario siano il 20% del totale, si ha $P = 50.000$ kwh e l'energia erogata totale sia quindi $T = P + C = 250.000$ kwh.

Quando il numero di condomini utilizzatori U sia inferiore al totale il consumo è $C = U \times CA$ mentre le perdite rimangono inalterate. L'energia erogata, in funzione dei condomini utilizzatori è pertanto $T = CA \times U + 50.000$.

La ripartizione dell'energia effettivamente erogata è quella del prospetto 4.4, in funzione degli utilizzatori. Rispettando la norma 10200, adottando un K_{inv} fisso che non considera l'utilizzo parziale, si avrebbe la situazione del prospetto 4.5.

Come si può verificare tra il consumo effettivo e quello contabilizzato vi è una differenza che aumenta al diminuire degli utilizzatori.

Chi consuma in condizioni di utilizzo parziale di tutto il condominio, viene penalizzato in misura tanto maggiore quanto maggiore è la parzializzazione.

Prospetto 4.4. Simulazione con dati reali di consumi e perdite

Utilizzatori	Consumo effettivo	Perdite effettive	Totale
2	20000	50000	70000
5	50000	50000	100000
10	100000	50000	150000
15	150000	50000	200000
20	200000	50000	250000

Prospetto 4.5. Analisi secondo la norma UNI EN 10200

Utilizzatori	Consumo contabilizzato	Perdite contabilizzate	Rapporto consumo contabilizzato / consumo effettivo
2	56000	14000	2,8
5	80000	20000	1,6
10	120000	30000	1,2
15	160000	40000	1,067
20	200000	50000	1