



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 dell'energia ed il risparmio energetico
- La strumentazione utile alla contabilizzazione
- 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

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)

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. Installazione ed attivazione del software.....	"	139

ESEMPI APPLICATIVI

Gli esempi di calcolo riportati in questo capitolo sono stati sviluppati con i fogli Excel allegati al testo e sono rispettivamente **contabilizzazione_1.xls**, **contabilizzazione_2.xls** e **contabilizzazione_3.xls**.

6.1. Esempio 1

Questo esempio riguarda un condominio con 8 appartamenti e impianto a zone e contatori di calore di zona con portierato, che è assimilato a parti comuni. I calcoli relativi al fabbisogno di energia per l'acqua calda sanitaria e al fabbisogno energetico per la climatizzazione sono formulati nel prospetto 6.1. Nel prospetto 6.2 i millesimi di riscaldamento, acs e di proprietà, e nel prospetto 6.3 i dati generali.

Questi tre prospetti sono validi per tutti e tre gli esempi che verranno proposti. Nei prospetti da 6.4 a 6.10 lo sviluppo dei calcoli.

Prospetto 6.1. *Dati di base*

Alloggio	Superficie [m ²]	a	Litri /giorno	m ³ /anno	Fabbisogno termico per acs in kwh	Fabbisogno termico unitario kwh/m ²	fabbisogno termico [kwh]
1	100	1,53	152,5	55,7	2135	46,0	4600
2	140	1,41	197,3	72,0	2762	52,0	7280
3	100	1,53	152,5	55,7	2135	47,0	4700
4	140	1,41	197,3	72,0	2762	52,0	7280
5	100	1,53	152,5	55,7	2135	47,0	4700
6	140	1,41	197,3	72,0	2762	52,0	7280
7	100	1,53	152,5	55,7	2135	47,0	4700
8	140	1,41	197,3	72,0	2762	51,5	7210
UC	125	1,45	180,9	66,0	2533	50,0	6250
Totali	960		1.399	511	19.589	395	47.750
Totali+UC	1.085		1.580	577	22.122	445	54.000

Prospetto 6.2. *I millesimi condominiali*

Millesimi riscaldamento	Millesimi ACS	Millesimi proprietà
96,3	109,0	96,0

[segue]

Millesimi riscaldamento	Millesimi ACS	Millesimi proprietà
152,5	141,0	154,0
98,4	109,0	96,0
152,5	141,0	154,0
98,4	109,0	96,0
152,5	141,0	154,0
98,4	109,0	96,0
151,0	141,0	154,0

Prospetto 6.3. *Dati generali*

PCI metano	9,45	kwh/kg
Spesa totale per conduzione, manutenzione, contabilizzazione	1.000	€
Fabbisogno energia termica per la climatizzazione	54.000	kwh
Fabbisogno energia termica per ACS	22.122	kwh
Fabbisogno energia termica totale	76.122	kwh
Rendimento stagionale caldaia	0,9	
Temperatura ingresso acs	15	°C
Temperatura uscita acs	48	°C
Costante per ACS	38,379	Kwh/m ³

Prospetto 6.4. *I fabbisogni dell'esempio 1*

Fabbisogno metano per climatizzazione + acs	8997	m ³
Fabbisogno metano per la climatizzazione	6349	m ³
Fabbisogno metano per ACS	2601	m ³
Fabbisogno energia elettrica	800	kwh
Fabbisogno energia elettrica per la climatizzazione	565	kwh
Fabbisogno energia elettrica per ACS	235	kwh
K _{cli}	0,71	
K _{acs}	0,29	

I valori di K_{cli} e K_{acs} sono i rapporti fra il fabbisogno di energia termica per la climatizzazione e quello totale:

$$K_{cli} = 54.000 / 76.122 = 0,71$$

$$K_{acs} = 22.122 / 76.122 = 0,29$$

L'energia termica utile, non disponendo di un contatore di calore all'uscita del generatore deve essere calcolata in base al rendimento stagionale assunto:

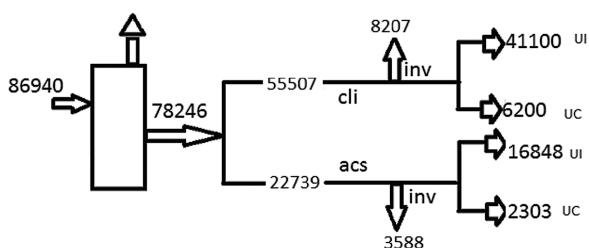
$$Q_{gn,cli} = Q_{cli} = 9.200 \times 9,45 \times 0,9 \times 0,71 = 55.507 \text{ kwh}$$

$$Q_{gn,acs} = Q_{acs} = 9.200 \times 9,45 \times 0,9 \times 0,29 = 22.739 \text{ kwh}$$

Prospetto 6.5. *I consumi e le spese dell'esempio 1*

Consumo metano	9.200	m ³
Consumo metano per la climatizzazione	6.526	m ³
Equivalente consumo energia del metano per la climatizzazione	55.507	kwh
Consumo metano per acs	2.674	m ³
Equivalente consumo energia del metano per acs	22.739	kwh
Equivalente totale energia del metano	78.246	kwh
Spesa metano	6.135	€
Costo unitario metano	0,667	€/m ³
Consumo energia elettrica	522	kwh
Consumo energia elettrica per la climatizzazione	370	kwh
Consumo energia elettrica per acs	152	kwh
Costo energia elettrica	146	€
Costo unitario energia elettrica	0,280	€/kwh
Spesa energetica totale	6.281	€
Consumo unità immobiliari per la climatizzazione	41.100	kwh
Consumo unità immobiliari per ACS	16.848	kwh
Consumo UC per la climatizzazione	6.200	kwh
Consumo UC per ACS	2.303	kwh
Consumo involontario per la climatizzazione	8.207	kwh
Consumo involontario per ACS	3.588	kwh
Consumo totale per climatizzazione	47.300	kwh
Consumo totale per acs	19.151	kwh

Spesa energetica totale	€ 6.281
Costo unitario energia	0,0803 €/kwh

**Figura 6.1.** *Schema dei consumi energetici dell'esempio 1*

Il consumo involontario per la climatizzazione è:

$$Q_{inv,cli} = Q_{cli} - Q_{ui,cli,t} = 55.507 - 41.100 - 6.200 = 8.207$$

Il consumo involontario per acs è:

$$Q_{inv,acs} = Q_{acs} - Q_{ui,acs,t} = 22.739 - 16.848 - 2.303 = 3.588$$

Il costo energia utile = spesa energetica totale / consumo energia utile = 6.281 / 7.8246 = 0,0803€/kwh.

Prospetto 6.6. Riassunto delle spese dell'esempio 1

Spesa energetica totale	€ 6.281	Somma della spesa energetica per il metano e l'energia elettrica	
Spesa energetica per la climatizzazione	€ 4.456	Spesa energetica per acs	€ 1.825
Spesa per consumo unità immobiliari per la climatizzazione	€ 3.299	Spesa totale unità immobiliari per consumo	€ 4.652
Spesa per consumo unità immobiliari per acs	€ 1.352		
Spesa per parti comuni per consumo per la climatizzazione	€ 498	Spesa totale per parti comuni	€ 683
Spesa per parti comuni per consumo per acs	€ 185		
Spesa per consumo involontario per la climatizzazione	€ 659	Spesa totale per consumo involontario	€ 947
Spesa per consumo involontario per acs	€ 288		

Spese per conduzione, manutenzione, contabilizzazione

$$S_{cm,cli} + S_{cr,cli} = 1.000 \times 0,71 = € 709$$

$$S_{cm,acs} + S_{cr,acs} = 1.000 \times 0,29 = € 291$$

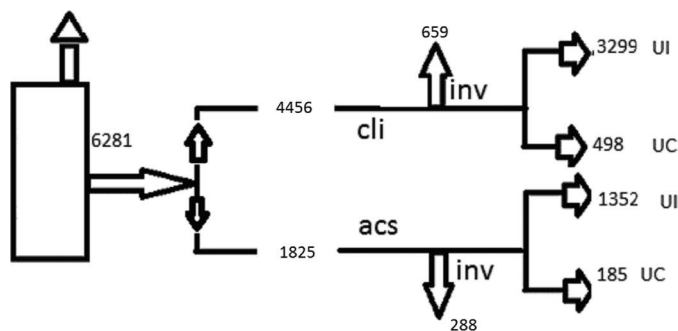


Figura 6.2. Schema delle spese dell'esempio 1

Prospetto 6.7. Consuntivo dell'esempio 1

Spesa energia per la climatizzazione unità immobiliari	€ 3.299	Da suddividere in base ai consumi individuali
Spesa energia termica per acs unità immobiliari	€ 1.352	Da suddividere in base ai consumi individuali
Spesa per consumo involontario per la climatizzazione	€ 659	Da suddividere in base ai millesimi di riscaldamento

[segue]

Spesa per consumo involontario per ACS	€ 288	Da suddividere in base ai millesimi di acs
Spesa per consumo UC per la climatizzazione	€ 498	Da suddividere in base ai millesimi di proprietà
Spesa per consumo UC per acs	€ 185	Da suddividere in base ai millesimi di proprietà
Spesa fissa per la climatizzazione	€ 1.368	Somma della quota di spese fisse e quelle del consumo involontario per climatizzazione
Spesa fissa per acs	€ 579	Somma della quota di spese fisse e quelle del consumo involontario per acs
Totale spesa fissa	€ 2.630	Somma delle spese fisse, delle spese per consumo involontario e del consumo delle parti comuni
Spesa per consumi unità immobiliari	€ 4.651	
Totale spese	€ 7.281	

Prospetto 6.8. *I consumi individuali dell'esempio 1*

Alloggio	Consumo climatizzazione in kwh	Consumo ACS	
		m ³	kwh
1	4.000	49,0	1.881
2	5.500	62,0	2.379
3	3.900	53,0	2.034
4	6.500	60,0	2.303
5	4.200	44,0	1.689
6	6.500	59,0	2.264
7	4.100	47,0	1.804
8	6.400	65,0	2.495
UC	6.200	60,0	2.303
Totale	41.100	268	16.848
Totale+ UC	47.300		19.151

Prospetto 6.9. *La ripartizione delle spese dell'esempio 1: prima parte*

Alloggio	Consumo ACS		Spesa climatizzazione		spesa ACS	
	m ³	kwh	Consumo	Fissa	Consumo	fissa
1	49,0	1.881	321,09	132	151	63
2	62,0	2.379	441,50	209	191	82
3	53,0	2.034	313,06	135	163	63
4	60,0	2.303	521,77	209	185	82
5	44,0	1.689	337,14	135	136	63
6	59,0	2.264	521,77	209	182	82

[segue]

Alloggio	Consumo ACS		Spesa climatizzazione		spesa ACS	
	m ³	kwh	Consumo	Fissa	Consumo	fissa
7	47,0	1.804	329,12	135	145	63
8	65,0	2.495	513,74	207	200	82
Totali	268	16.848	3.299	1.368	1.352	579

Prospetto 6.10. *La ripartizione delle spese dell'esempio 1: prima seconda*

Alloggio	Consumo ACS		Spesa climatizzazione		spesa ACS	
	m ³	kwh	Consumo	Fissa	Consumo	fissa
1	49,0	1.881	321,09	132	151	63
2	62,0	2.379	441,50	209	191	82
3	53,0	2.034	313,06	135	163	63
4	60,0	2.303	521,77	209	185	82
5	44,0	1.689	337,14	135	136	63
6	59,0	2.264	521,77	209	182	82
7	47,0	1.804	329,12	135	145	63
8	65,0	2.495	513,74	207	200	82
Totali	268	16.848	3.299	1.368	1.352	579

6.2. Esempio 2

Questo esempio comprende la stessa situazione dell'esempio 1 tranne che, anziché i contatori di zona, vi sono i ripartitori. I prospetti da 6.1 a 6.4 sono uguali.

Il coefficiente $K_{inv} = 0,15$. Pertanto il consumo involontario per la climatizzazione $Q_{inv,cli} = K_{inv} \times Q_{cli} = 8.326$ kwh.

Poiché le unità di ripartizione delle unità immobiliari è $UR = 100.000$, l'energia corrispondente per la climatizzazione $Q_{ui,cli} + Q_{uc,cli} = Q_{cli} - Q_{inv,cli} = 55.507 - 8.326 = 47.181$ kwh. Pertanto 1 UR = 0,471 kwh. In proporzione alle UR risulta $Q_{ui,cli} = 41.519$ e $Q_{uc,cli} = 5.662$ kwh. Nei prospetti da 6.19 a 6.21 lo sviluppo dei calcoli.

Prospetto 6.11. I consumi dell'esempio 2

Consumo involontario per acs	3.588 kwh	Energia da ripartire per acs	19151 kwh
Consumo involontario per la climatizzazione	8.326 kwh	Energia da ripartire per la climatizzazione	44.175 kwh
UR per climatizzazione	100.000 kwh	Rapporto energia / UR	€ 0,421
UR parti comuni per climatizzazione	12.000		
Consumo parti comuni per acs	2.303 kwh		
Consumo parti comuni per climatizzazione	5051 kwh		
Consumo unità immobiliari per la climatizzazione	41.519 kwh		
Consumo unità comuni per la climatizzazione	5.662 kwh		

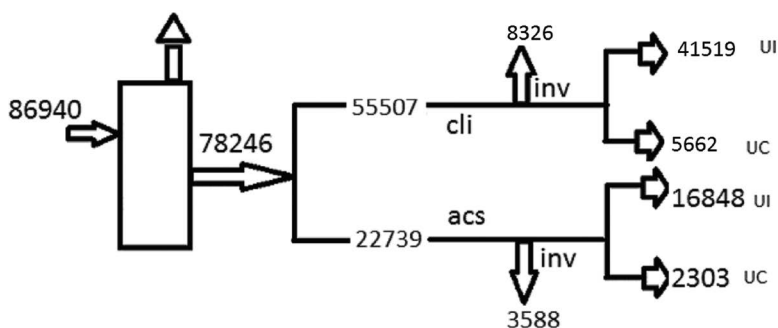


Figura 6.3. Schema dei consumi dell'esempio 2

Prospetto 6.12. Le spese

Spesa per consumo unità immobiliari per la climatizzazione	€ 3.141	Spesa totale per consumo UI	€ 4.493
Spesa per consumo unità immobiliari per acs	€ 1.352		

[segue]

Spesa per parti comuni per la climatizzazione	€ 405	Spesa totale per parti comuni per consumo	€ 590
Spesa per parti comuni per acs	€ 185		
Spesa per consumo involontario per la climatizzazione	€ 887	Spesa totale per consumo involontario	€ 1.198
Spesa per consumo involontario per acs	€ 311		
		Totale consumi	€ 6.281

Prospetto 6.13. *Le spese dell'esempio 3*

Spesa energia per la climatizzazione ui	€ 3.141
Spesa energia termica per acs ui	€ 1.352
Spesa totale fissa per fabbisogno termico per la climatizzazione	€ 1.592
Spesa totale fissa per fabbisogno termico per acs	€ 605
Spesa totale fissa per millesimi	€ 590
Totali spese	€ 7.281

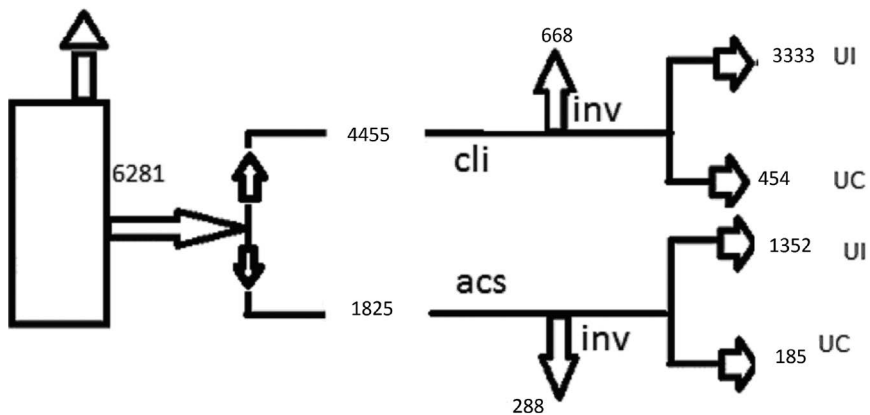


Figura 6.4. *Flusso delle spese dell'esempio 2*

Prospetto 6.14. *I consumi individuali dell'esempio 2, prima parte*

Alloggio	Unità ripartizione	Consumo in kwh	Consumo ACS	
			m ³	kwh
1	8.500	4.010	49,0	1.881
2	11.100	5.237	62,0	2.379
3	8.700	4.105	53,0	2.034
4	13.000	6.134	60,0	2.303

[segue]

Alloggio	Unità ripartizione	Consumo in kwh	Consumo ACS	
			m ³	kwh
5	7.200	3.397	44,0	1.689
6	15.000	7.077	59,0	2.264
7	9.000	4.246	47,0	1.804
8	15.500	7.313	65,0	2.495
UC	12.000	5.662	60,0	2.303
Totali	88.000	41.519	268	16.848
Totali+UC	100.000	47.181		19.151

Prospetto 6.15. *I consumi individuali dell'esempio 2, seconda parte*

Alloggio	Consumo ACS		Spesa climatizzazione		Spesa ACS	
	m ³	kwh	Consumo	Fissa	Consumo	Fissa
1	49,0	1.881	322	133	151	63
2	62,0	2.379	420	210	191	82
3	53,0	2.034	329	136	163	63
4	60,0	2.303	492	210	185	82
5	44,0	1.689	273	136	136	63
6	59,0	2.264	568	210	182	82
7	47,0	1.804	341	136	145	63
8	65,0	2.495	587	208	200	82
UC	60,0	2.303			185	
Totali	268	16.848	3.333	1.378	1.352	579
Totali+UC		19.151				

Prospetto 6.16. *I consumi individuali dell'esempio 2, terza parte*

Alloggio	Spesa per climatizzazione	Spesa per acs	Spese × Millesimi di proprietà	Spese × consumo	Spese fisse	Spesa totale
1	454,65	214,0	61,4	472,88	257,2	730
2	630,45	272,6	98,5	611,40	390,1	1.001
3	465,11	226,4	61,4	492,78	260,1	753
4	702,41	266,4	98,5	677,20	390,1	1.067
5	408,30	198,6	61,4	408,24	260,1	668
6	778,15	263,3	98,5	749,87	390,1	1.140
7	476,47	207,9	61,4	485,66	260,1	746
8	795,07	281,8	98,5	787,29	388,1	1.175
UC						0
Totali	4.711	1.931	639	4.685	2.596	7.281

Prospetto 6.17. Valori del K_{inv} per edifici esistenti

Tipologia impiantistica		K_{inv}		
		Isolamento ben realizzato e protetto	Isolamento eseguito con materiali diversi e non ottimale	Inesistente
Impianto con montanti verticali	Edificio con un piano	0,23	0,25	0,3
	Edificio con 2 piani	0,22	0,24	0,28
	Edificio con 3 piani	0,21	0,23	0,265
	Edificio con 4 piani e più	0,20	0,22	0,25
				K_{inv}
Impianto a sviluppo orizzontale con collettore complanare. ACS con rete indipendente				0,1
Impianto con gruppo preassemblato (satellite di utenza) di distribuzione on valvole a due vie modulanti. ACS con rete indipendente				0,1
Impianto con gruppo preassemblato di distribuzione on valvole a tre vie e regolazione on/off. ACS con rete indipendente				0,25
Impianto con gruppo preassemblato di distribuzione con valvole a due vie modulanti. ACS prodotta con scambiatori collegati alla stessa rete				0,35
Impianto con gruppo preassemblato di distribuzione con valvole a tre vie regolazione on/off ACS prodotta con scambiatori collegati alla stessa rete				0,5

6.3. Esempio 3

I prospetti 6.1 e 6.2 rimangono uguali. I costi fissi per la manutenzione e la contabilizzazione siano gli stessi degli esempi precedenti e pari a 1000 euro. Nei prospetti da 6.11 a 6.17 lo sviluppo dei calcoli. Si suppone inoltre che:

- la caldaia produca il 5% del fabbisogno termico di climatizzazione. Il fabbisogno di metano sarà $= Q_{cli} \times 0,05 / PCI \eta = 317 \text{ m}^3$ corrispondenti a 2.700 kwh;
- la produzione di energia termica solare sia di 8500 kwh;
- la PDC deve produrre pertanto: $54.000 - 2.700 = 51.300 \text{ kwh}$ per la climatizzazione e $22.122 - 8.500 = 13.620 \text{ kwh}$ per ACS;
- la pdc deve produrre per la climatizzazione la frazione $= 51.300 / 51.300 + 13.620 = 0,79$ e per ACS la frazione $= 13.620 / 51.300 + 13.620 = 0,21$;
- si suppone che il COP della PDC sia = 5;
- il fabbisogno di energia elettrica sarà: $51.300 / 5 = 10.260 \text{ kwh}$ per la climatizzazione e $13.620 / 5 = 2.724 \text{ kwh}$ per acs, per un totale di 12.984 kwh.

Prospetto 6.18. I fabbisogni termici per l'esempio 3

Fabbisogno metano	264,5 m ³			
Fabbisogno metano per la climatizzazione $Q_{ve,cli,1}$	2.249,6 kwh			
Fabbisogno metano per ACS $Q'_{ve,acs,1}$	0 kwh			
Fabbisogno energia elettrica	13.102,0 kwh	Equivalentente termico	65.510,0 kwh	
Fabbisogno energia elettrica per la climatizzazione $Q_{ve,cli,2}$	10.350,6 kwh	Equivalentente termico	51.752,9 kwh	
Fabbisogno energia elettrica per ACS $Q'_{ve,acs,2}$	2.751,4 kwh	Equivalentente termico	13.757,1 kwh	
SCOP pompa di calore	5,0			
Producibilità energia solare per ACS	8.365 kwh			

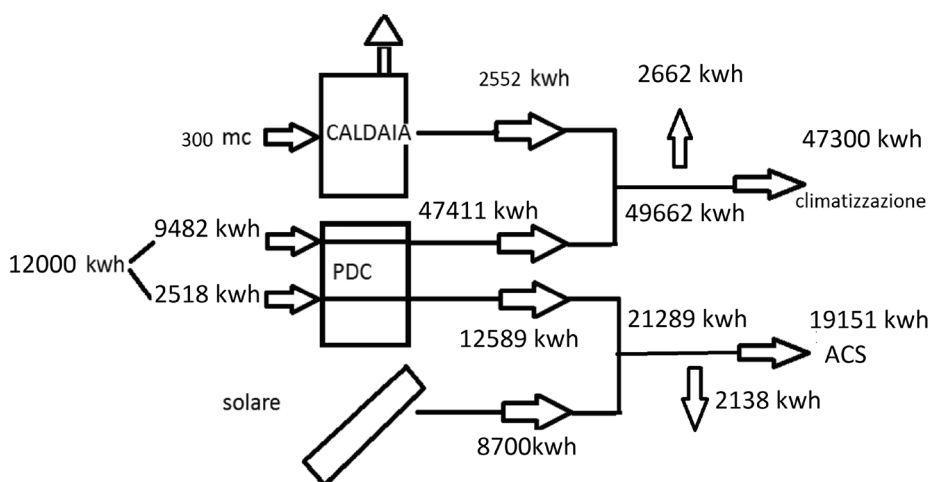


Figura 6.5. I consumi per l'esempio 3

I consumi sono:

- Per il metano = 300 m³ corrispondenti a 2.552 kwh;
- La PDC abbia un consumo di 12.000 kwh, di cui $12.000 \times 0,79 = 9.482$ kwh per la climatizzazione e $12.000 \times 0,21 = 2518$ kwh per acs. La PDC produce quindi per la climatizzazione $9.482 \times 5 = 47.411$ kwh e $2518 \times 5 = 12.589$ kwh per ACS.
- L'impianto solare abbia prodotto 8.700 kwh. I consumi siano gli stessi del prospetto 6.8. Il consumo involontario per climatizzazione sarà $47.411 + 2.552 - 47.300 = 2.662$ kwh. Il consumo involontario per acs sarà $12.589 + 8.700 - 19.151 = 2.138$ kwh.

Prospetto 6.19. *Le spese per l'esempio 3*

Costi per manutenzione e contabilizzazione	€	1.000
Costo metano	€	200
Costo unitario metano		0,6667
Costo energia elettrica	€	3.360
Costo unitario energia elettrica	€	0,28/kwh
Costo energia utile per climatizzazione	€	0,0571/kwh
Costo energia utile per acs	€	0,0331/kwh

La spesa per la climatizzazione è 200 (metano) $+ 9.482 \times 0,28 = 2.854$ euro. Poiché l'energia corrispondente è 49.962 kwh, il costo dell'energia prodotta è = 0,0571 euro/kwh.

La spesa per acs è $2.518 \times 0,28 = 705$ euro. Poiché l'energia corrispondente è $12.589 + 8.700 = 21.289$ kwh, il costo dell'energia prodotta è = 0,0331 euro/kwh.

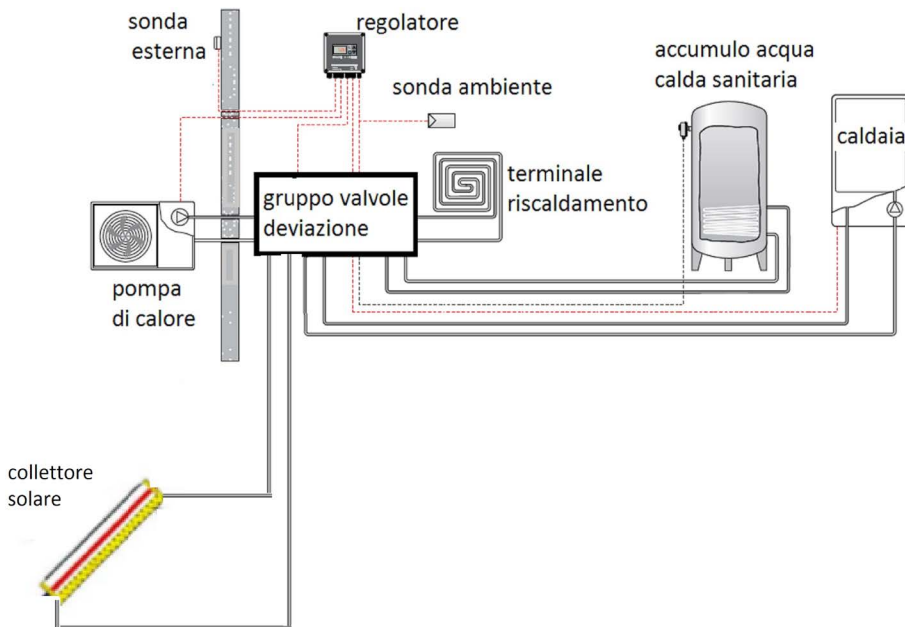


Figura 6.6. *Lo schema dell'impianto per l'esempio 3*

$$SCOP = Q_{\text{prodotto}} / EE_{\text{assorbita}}$$

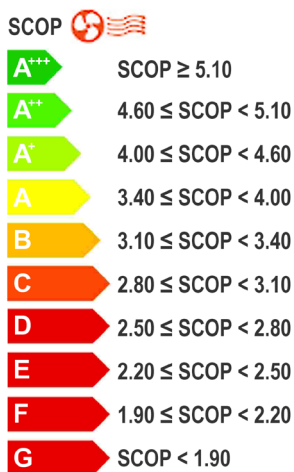


Figura 6.7. I parametri di prestazione pompa di calore

Prospetto 6.20. Riassunto spese per l'esempio 3, parte prima

Alloggio	Consumo ACS		Spesa climatizzazione			Spesa ACS	
	m ³	kwh	Energia in kwh	Spesa per consumo	Quota fissa	Spesa per consumo	Quota fissa
1	49,0	1.881	4.000	228,6	83,0	62,3	39,4
2	62,0	2.379	5.500	314,3	131,3	78,8	51,0
3	53,0	2.034	3.900	222,9	84,8	67,4	39,4
4	60,0	2.303	6.500	371,4	131,3	76,3	51,0
5	44,0	1.689	4.200	240,0	84,8	55,9	39,4
6	59,0	2.264	6.500	371,4	131,3	75,0	51,0
7	47,0	1.804	4.100	234,3	84,8	59,7	39,4
8	65,0	2.495	6.400	365,7	130,1	82,6	51,0
UC	60,0	2.303	6.200	354,3		76,3	
Totali	439	16.848	41.100	2.349	862	558	361
Totali+parti comuni	499	19.151	47.300				

Prospetto 6.21. Riassunto spese per l'esempio 3, parte seconda

Alloggio	Spese per consumo	Spese fisse	Spese totali			Spesa totale
			Climatizzazione	acs	Spesa fissa in base ai millesimi di proprietà	
1	290,8	164	312	101,7	41,3	454,6
2	393,1	249	446	129,8	66,3	641,7

[segue]

Alloggio	Spese per consumo	Spese fisse	Spese totali			Spesa totale
			Climatizzazione	acs	Spesa fissa in base ai millesimi di proprietà	
3	290,2	166	308	106,8	41,3	455,7
4	447,7	249	503	127,2	66,3	696,3
5	295,9	166	325	95,3	41,3	461,5
6	446,4	249	503	125,9	66,3	695,0
7	294,0	166	319	99,1	41,3	459,6
8	448,3	247	496	133,6	66,3	695,7
totali	2.907	1.653	3.210	919	431	4.560

6.4. La progettazione dell'impianto di contabilizzazione

Nel caso di contabilizzazione diretta il progetto deve contenere le portate effettive. Tra la portata q , il salto termico ΔT e la potenza W c'è la relazione:

$$W = q \text{ cp } \Delta T$$

Se si esprime la portata in m^3/h si ha:

$$W = 1163 \text{ q } \Delta T$$

I contatori di calore ad ultrasuoni, ad esempio, sono disponibili per utenze singole nelle taglie 0,6 1,5 2,5 m^3/h che portano il campo di misura secondo il seguente prospetto:

Prospetto 6.22. *Potenze termiche e portate nominali*

m^3/h	watt	
Portata nominale	Potenza termica con $dt = 10$	Potenza termica con $dt = 5$
0,6	6977	3489
1,5	17441	8720
2,5	29069	14534

Vi sono comunque modelli che arrivano fino a 2000 m^3/h e quindi, per $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ 23,255 MW.

6.5. Le case per le vacanze

Un esempio di applicazione della norma UNI 10200 e confronto con i tipi di calcolo prima utilizzati è relativo ad una casa per vacanze.

L'edificio è costituito da 100 appartamenti totali, di cui saltuariamente abitati = 3, abitati 3 giorni all'anno = 92, l'area degli appartamenti = 55 m^2 .

- La percentuale di scelta delle spese fisse = 30%;
- Spese gas metano = 40.000 euro;
- Spese fisse = $0,3 \times 40.000 = 12.000$ euro;
- Spese variabili = $0,7 \times 40.000 = 28.000$ euro;
- Spese fisse per inquilino = $12.000 : 100 = 120$ euro.

Prospetto 6.23. *Spese variabili in base ai consumi e totali*

Inquilino	Spesa consumo e spesa fissa	Totale
Inquilino 1	4.000+120	4.120 euro
Inquilino 2	3.000+120	3.120 euro
Inquilini 3, 4 e 5	2.000+120	2.120 euro
Inquilini 6, 7, e 8	1.013+120	1.133 euro
Inquilini 9 ... 100	130+120	250 euro

- Inquilini 1 e 2 da 4.120 e 3.120 euro: non vogliono pagare (giustamente)!

- Inquilini 3, 4 e 5: 2.120 euro: hanno protestato molto!
- Inquilini 6, 7 e 8: 1.133 euro: hanno protestato!
- Inquilini da 9 a 100: 250 euro: non hanno detto niente.

Cosa “suggerisce” la norma uni 10.200 (è possibile solo la ripartizione indiretta):

- S_{cli} = spesa combustibile = 40.000 euro;
- Costo unitario combustibile = 1,15 euro/m³;
- G_{cli} = metri cubi gas consumati = 34.783 m³;
- $Q_{cli} = G_{cli} \times PCI \times \eta = 295.830$ kwh, con rendimento = 0,9;
- EPI = fabbisogno energetico per unità di superficie = 180 KWh/m²;
- Superficie complessiva nel condominio = 5.500 m²;
- $Q_{h,id,cli} = 990.000$ KWh;
- $K_{inv} = 0,25$ (dalla norma);
- $Q_{inv,cli} = 990.000 \times 0,25 = 247.500$ KWh.

I parametri della ripartizione indiretta sono:

- S_{cli} = spesa combustibile = 40.000 euro;
- Q_{cli} = calore totale prodotto dalla caldaia = 295.830 KWh;
- $Q_{inv,cli}$ = calore involontario per la climatizzazione = 247.500 KWh;
- $Q_{vol,cli} = 295.830 - 247.500 = 48.330$ KWh.

Con questi dati si può calcolare la vera “QUOTA FISSA PERCENTUALE”:

$$QF_{cli}\% = Q_{inv,cli}/Q_{cli} \times 100 = 247.500/295.830 \times 100 = 83,7\%$$

La quota fissa non è il 30% ma l’83,7%, calcolato a fine stagione!

Prospetto 6.24. Ripartizione spese corretta

App.	Quota fissa = 30%			Quota fissa = 83,7%		
	Fisse	Variabili	Totali	Fisse	Varia.	Totali
1	120	4.000	4.120	334,8	931,6	1.266,4
2	120	3.000	3.120	334,8	698,7	1.033,5
3...5	120	2.000	2.120	334,8	465,8	800,6
6...8	120	1.013	1.133	334,8	235,9	570,7
9...100	120	130	250	334,8	30,3	365,1
Totali	12.000	28.000	40.000	33.480	6.520	40.000

Nuova reazione degli inquilini:

- Inquilino 1 da 4.120 a 1.266,4 euro: non protesta più e paga!
- Inquilino 2 da 3.120 a 1.033,5 euro: non protesta più e paga!
- Inquilini 3, 4 e 5 da 2.120 a 800,6 euro: non protestano più;
- Inquilini 6, 7 e 8 da 1.133 a 570,7 euro: non protestano più;
- Inquilini da 9 a 100 da 250 a 365,1 euro: hanno chiesto spiegazioni e capito.

6.6. Esempio di consumi mensili

Si esamina un condominio con 17 unità immobiliari e riscaldamento a zone, nel periodo novembre-marzo, con abitazione parziale dell'edificio e centrale termica a metano.

Nel prospetto 6.25 vengono riassunti i consumi mensili relativi alla climatizzazione ed acs delle unità immobiliari, i consumi di metano relativi, le perdite per consumo involontario. Dall'esame del prospetto di confronto fra la ripartizione con quota fissa del 30% e secondo UNI 10200 e di poco, nel rispetto del fatto che chi consuma di più deve pagare di più.

Prospetto 6.25. *I consumi energetici*

Condomino	Millesimi	Periodo				
		Novembre-Dicembre	Gennaio	Febbraio	Marzo	Totale
1	73,37	14	13	5	0	32
2	48,36	15	39	72	244	370
3	39,13	10	31	108	268	417
4	65,96	18	885	1.005	357	2.266
5	63,62	6	42	54	55	158
6	75,68	37	1.435	1.299	538	3.309
7	90,17	20	39	9	673	741
8	52,38	9	22	46	55	133
9	62,48	31	1.349	1.369	849	3.597
10	76,58	25	48	0	5	78
11	31,34	3	51	138	225	418
12	54,42	6	11	9	45	71
13	41,75	2	16	19	0	37
14	64,65	4	78	941	1.067	2.089
15	47,10	6	467	1.214	587	2.273
16	49,54	2	2	0	0	4
17	63,47	2	11	0	0	13
kwh	Totale	212	4.538	6.289	4.969	16.008
	m³ metano	40	821	872	733	2.466
	kwh metano	377	7.755	8.240	6.927	23.300
kwh	Q caldaia	339	6.980	7.416	6.234	20.970
kwh	Perdite	127	2.442	1.127	1.265	4.962
Euro	Spesa metano	35	712	756	636	2138
	%perdite	37,4	35,0	15,2	20,3	23,7
Euro/kwh	Costo energia utile	0,1020	Rendimento caldaia = 0,9			

Prospetto 6.26. *La ripartizione secondo UNI 10200*

	KWH	Spesa per consumo	Spesa per perdite	Spesa totale
1	32	3,3	37,1	40,4
2	370	37,7	24,5	62,2
3	417	42,5	19,8	62,3
4	2.266	231,1	33,4	264,5
5	158	16,1	32,2	48,3
6	3.309	337,4	38,3	375,7
7	741	75,6	45,6	121,2
8	133	13,6	26,5	40,1
9	3.597	366,8	31,6	398,4
10	78	8,0	38,7	46,7
11	418	42,6	15,9	58,4
12	71	7,2	27,5	34,8
13	37	3,8	21,1	24,9
14	2.089	213,0	32,7	245,7
15	2.273	231,8	23,8	255,6
16	4	0,4	25,1	25,5
17	13	1,3	32,1	33,5
		1.632,3	506,0	2.138,3

Prospetto 6.27. *Confronto fra la ripartizione secondo uni 10200 e quella considerando le spese fisse = 30% del totale*

	Spesa per consumo	Spesa per quota fissa	Totale	Differenza fra ripartizione 1 e 2
1	3,0	47,1	50,1	9,7
2	34,6	31,0	65,6	3,4
3	39,0	25,1	64,1	1,8
4	211,9	42,3	254,2	-10,2
5	14,8	40,8	55,6	7,3
6	309,4	48,5	357,9	-17,8
7	69,3	57,8	127,2	5,9
8	12,5	33,6	46,1	6,0
9	336,4	40,1	376,4	-22,0
10	7,3	49,1	56,4	9,7
11	39,0	20,1	59,1	0,7
12	6,6	34,9	41,5	6,8
13	3,5	26,8	30,3	5,3
14	195,3	41,5	236,8	-8,9
15	212,5	30,2	242,7	-12,9

[segue]

	Spesa per consumo	Spesa per quota fissa	Totale	Differenza fra ripartizione 1 e 2
16	0,4	31,8	32,2	6,7
17	1,2	40,7	41,9	8,5
Totali	1.496,8	641,5	2.138,3	

6.7. Analisi di casi specifici

Nella figura 6.8 viene riportato il grafico delle temperature ambiente ed esterna nel periodo 1 settembre – 15 ottobre (assenza di riscaldamento). Vi è quindi una differenza di 4 °C evidentemente voluta agli apporti termici gratuiti.

Nella figura 6.9 il grafico riporta l'andamento della temperatura esterna nel periodo di riscaldamento e la frazione percentuale di apertura dei radiatori, che è del 24%, nella stessa località.

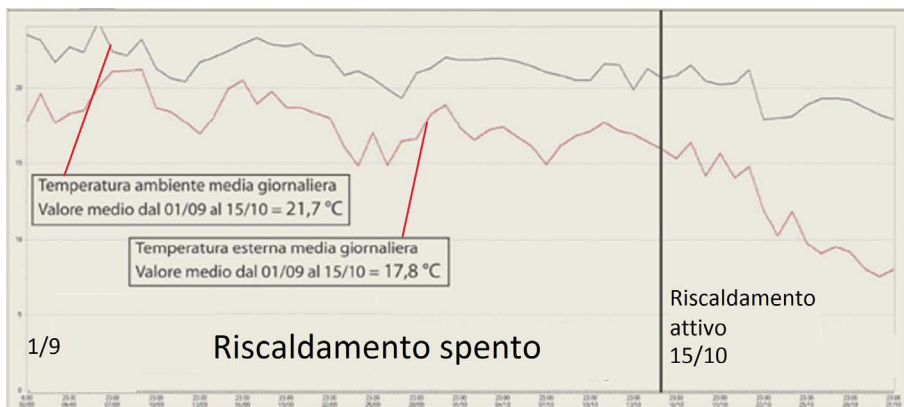


Figura 6.8. Temperature ambiente ed esterna, riscaldamento spento

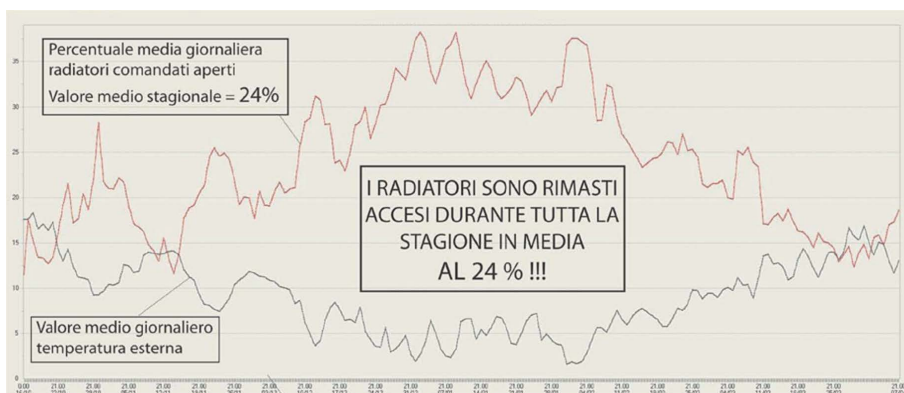


Figura 6.9. Temperature ambiente ed esterna, riscaldamento acceso

Nella figura 6.10 il grafico riporta l'andamento della temperatura esterna nel periodo di riscaldamento e la frazione percentuale di apertura dei radiatori, che è del 8,7%, in un condominio per vacanze.

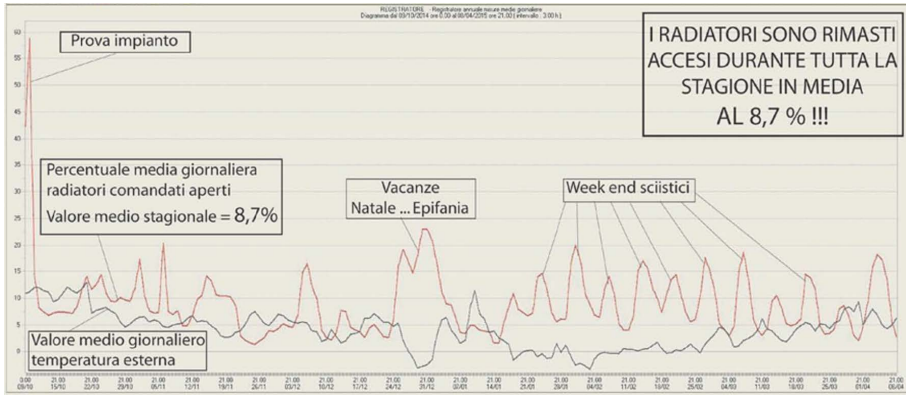


Figura 6.10. Temperature ambiente ed esterna, riscaldamento spento

6.8. Un sistema di contabilizzazione

Nella figura 6.11 è rappresentato un completo sistema di contabilizzazione:

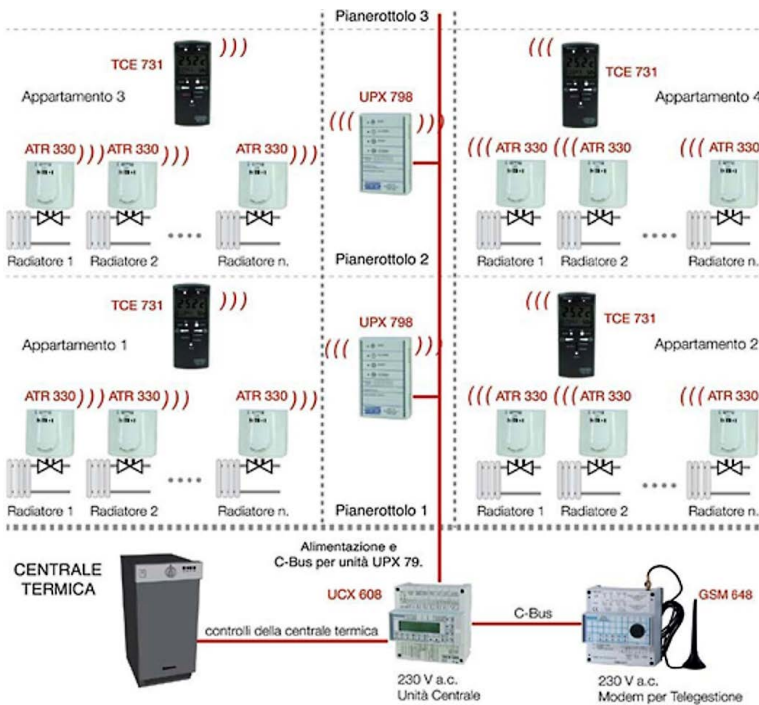


Figura 6.11. Un completo sistema di contabilizzazione (COSTER)

I componenti riportati sono:

- **ATR 330**: ripartitore, regolatore e servomotore (stesso attacco delle testine termostatiche);
- **Unità di pianerottolo UPX 794**: riceve i dati dai ripartitori;
- **Unità centrale UCX 608**: supervisione di tutto il sistema (controllo delle caldaie/pompe, in base alla richiesta di calore del condominio);
- **Telecomando TCE 731**: nelle mani dell'utente per condurre il suo riscaldamento come vuole (la temperatura ambiente può essere decisa dall'utente via telecomando).
- **Modem GSM 622**: per la telegestione con PC (per comandi con messaggi SMS).

L'unità centrale UCX 608: controlla tutte le unità di pianerottolo, le quali hanno la capacità di operare anche sole nel caso non riescano a comunicare con UCX 608.

UCX 608 controlla anche lo stato di funzionamento di tutto l'impianto e di tutti gli apparecchi, per poter ottimizzare la centrale termica in base alla richiesta dei singoli. Il sistema conosce in ogni momento la richiesta globale di calore di tutto l'edificio così da comandare il funzionamento della centrale termica ed ottimizzare sia il servizio che il risparmio energetico.

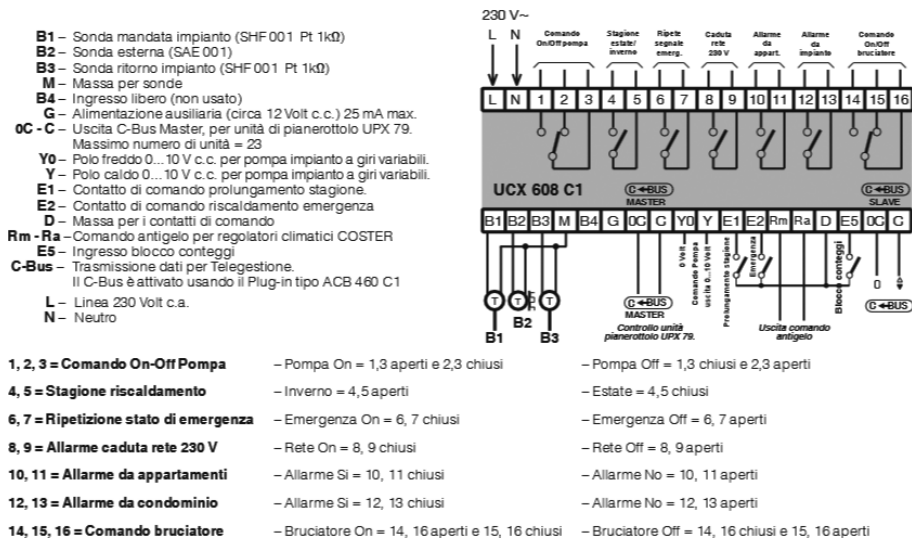


Figura 6.12. Il regolatore UCX 608

I controlli principali sono:

- modulazione della velocità della pompa a giri variabili dell'impianto. UCX 608 è fornito di un'uscita 0...10 Volt capace di pilotare la velocità di una pompa a giri variabili, per modulare velocità e portata in modo proporzionale al numero di radiatori aperti in ogni momento. Anche se può essere usata una pompa normale, è consigliabile una pompa a giri variabili. Si evita, quando i radiatori accesi sono pochi, di sentire il fruscio ai radiatori aperti, dovuto all'acqua spinta troppo velocemente;
- spegnimento del bruciatore quando manca richiesta di riscaldamento quando è molto bassa;
- comando di antigelo ad un regolatore climatico, quando non serve calore all'edificio;
- possibilità di adattare la regolazione climatica alle vere necessità dell'edificio;

- comando di prolungamento stagione di riscaldamento, se il freddo prosegue;
- comando riscaldamento di emergenza per tutto il condominio I satelliti di utenza.

6.9. Moduli e satelliti di utenza

Un modulo di utenza è un gruppo preassemblato che contiene tutti i componenti per la distribuzione e la contabilizzazione del calore per la climatizzazione e acs per la zona servita, composto generalmente da:

- cassetta in lamiera verniciata;
- valvola di zona con servocomando;
- miscelatore termostatico;
- contabilizzatori per la climatizzazione, acs ed acqua fredda.

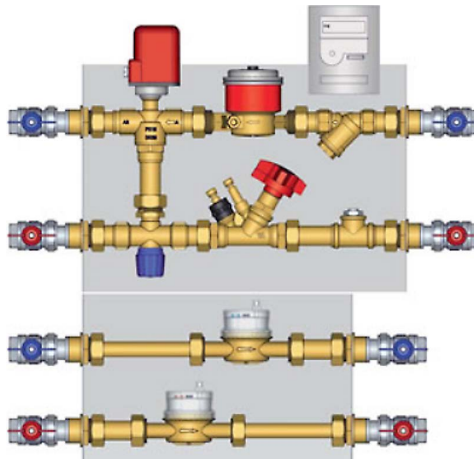


Figura 6.13. Modulo di utenza (Comisa)

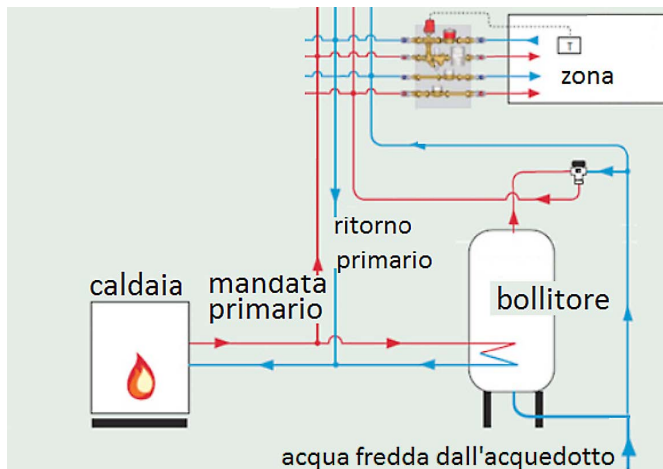


Figura 6.14. Schema di installazione del modulo di utenza

6.10. Realizzazioni e consuntivi con sistemi secondo la norma 11388:2015

Se la regolazione climatica fosse perfetta, la temperatura di mandata è adeguata alla temperatura esterna e la dispersione termica dell'ambiente è bilanciata dall'apporto termico dei corpi scaldanti. In queste condizioni, supponendo anche che le dispersioni della rete siano nulle e che altrettanto nulli siano gli apporti termici, che il riscaldamento sia attivo per tutta la stagione di riscaldamento, senza attenuazione notturna, l'apertura delle valvole è il 100%.

I radiatori sono l'unica fonte di calore che bilanciano le dispersioni dell'ambiente, è la temperatura di mandata che si adegua al carico termico. Gli apporti di calore gratuiti, come quello solare o calore generato internamente alzerebbero la temperatura ambiente impostata, provocando la chiusura delle valvole. Nello stesso tempo anche gli apporti di calore della rete di distribuzione contribuiscono all'incremento di temperatura ambiente con analogo intervento di chiusura dei radiatori.

Nell'insieme, tutti questi fattori, come anche una riduzione del setpoint della temperatura ambiente, rispetto ai 20°C, fanno diminuire il contributo dei corpi scaldanti e provocano una chiusura delle valvole. Pertanto l'apertura delle valvole non sarà più il 100% ma minore. Analogamente la non occupazione dei locali e quindi conseguente fermo del riscaldamento, abbassa la percentuale di apertura delle valvole.

Nel seguito una rassegna di sistemi realizzati, in cui:

- UR uso = unità di contabilizzazione misurate;
- UR max = unità di contabilizzazione che si sarebbero verificate con i radiatori sempre aperte;
- CUC = coefficiente uso condominiale = UR/URmax.

Nelle figure da 6.15 a 6.25 i grafici relativi a report di applicazioni di contabilizzazione della ditta COSTER con attuatori in linea con la norma 11388.

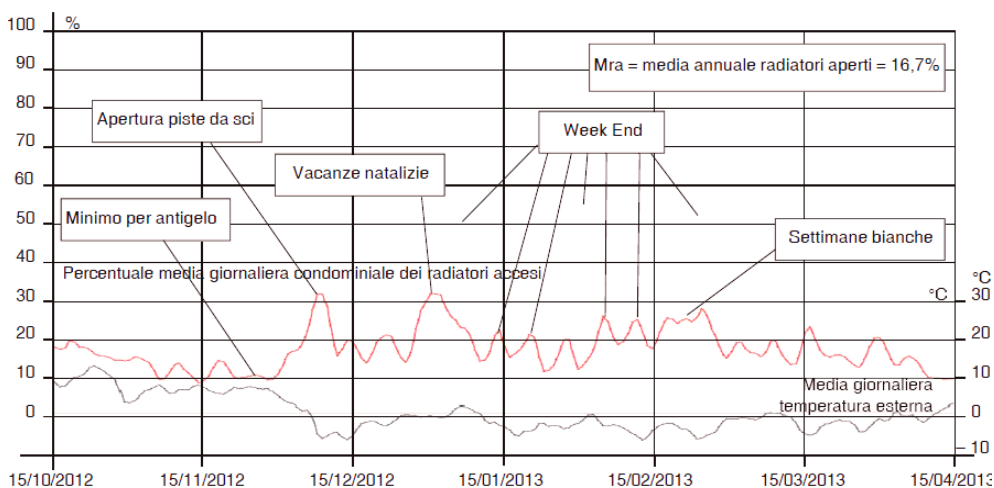


Figura 6.15. Provincia di Trento, condominio di seconde case. UR uso = 9.225 UR max = 5.117, CUC = 18,3%. I picchi dell'utilizzo sono collocati nei periodi di utilizzo (weekend, vacanze natalizie etc). Gli utenti comandano via cellulare l'accensione e lo spegnimento dei corpi scaldanti della loro unità abitativa, con conseguente forte riduzione dell'utilizzo dei radiatori

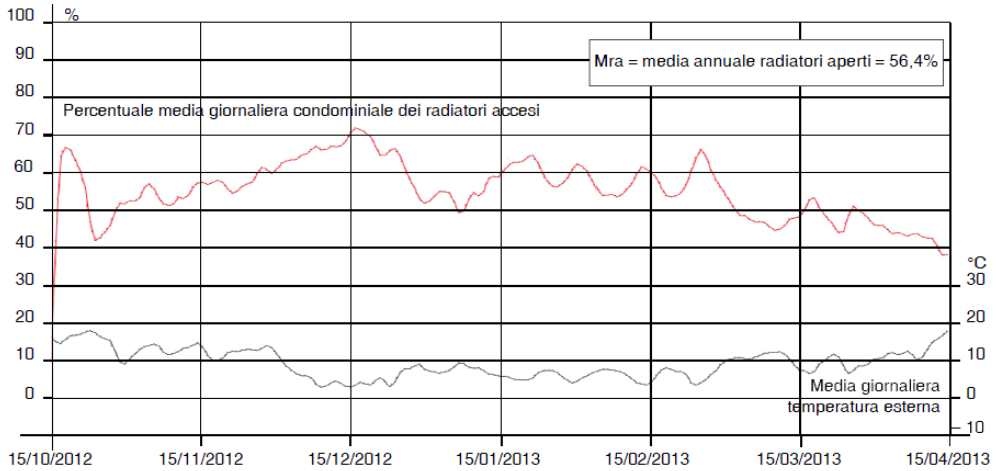


Figura 6.16. Brescia. Condominio normalmente abitato con teleriscaldamento. $Ur_{uso} = 11554$, $Ur_{max} = 22903$ CUC = 50,4. La regolazione climatica è corretta e questo tiene il CUC abbastanza alto

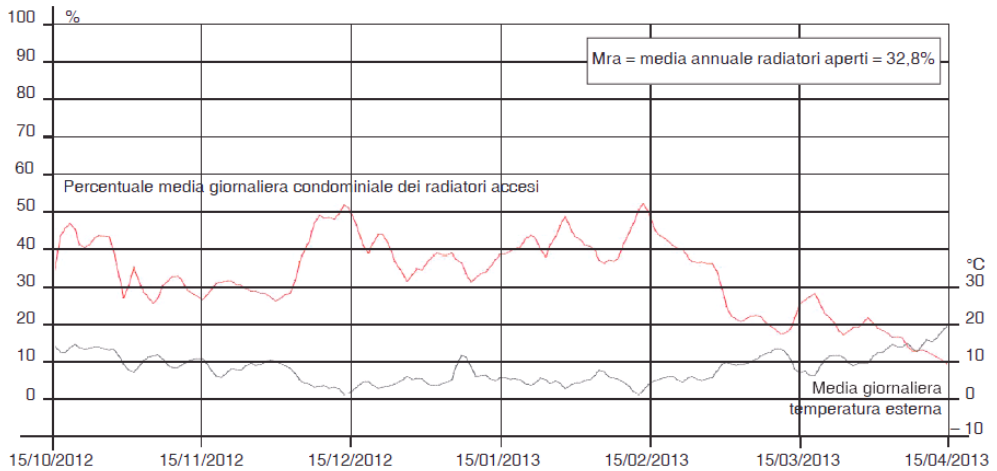


Figura 6.17. Condominio in provincia di Bolzano. $UR_{uso} = 4142$ $UR_{max} = 14621$ CUC = 28,3%. L'utilizzo dei radiatori si assesta sul 40% nel periodo più freddo, dove la regolazione climatica ha maggiore incidenza, mentre è su valori più bassi nei periodi iniziale e finale dove la regolazione climatica ha probabilmente meno incidenza

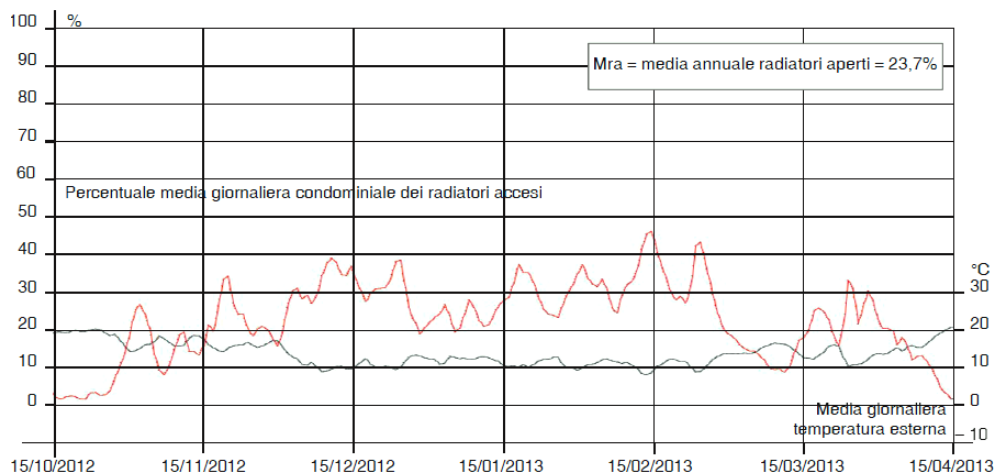


Figura 6.18. Condominio con uffici ed abitazioni a Venezia. $UR_{uso} = 3948$ $UR_{max} = 20555$ $CUC = 19,21\%$. L'utilizzo dei radiatori è maggiore anche in questo caso nel periodo più freddo, dove la regolazione climatica ha maggiore incidenza, mentre è più basso nei periodi iniziale e finale dove la regolazione climatica ha probabilmente meno incidenza.

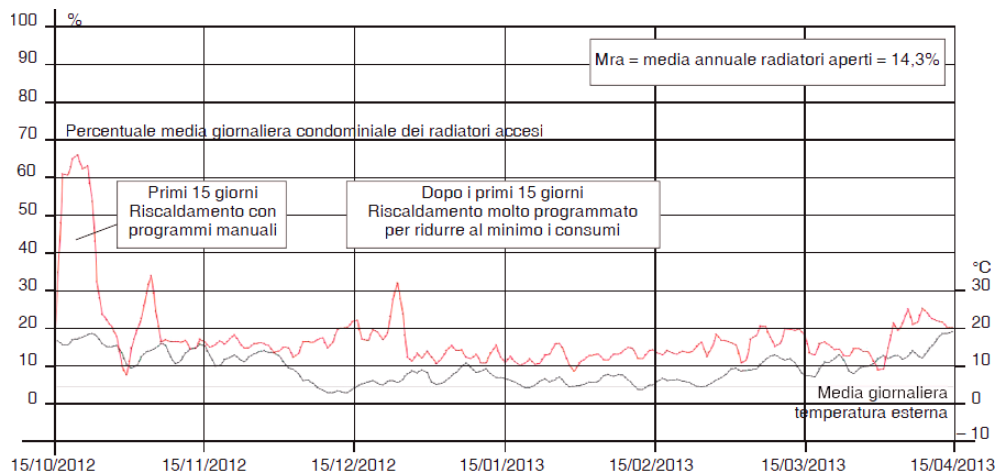


Figura 6.19. Scuola a Trieste. $UR_{uso} = 4004$ $UR_{max} = 27553$ $CUC = 14,8\%$. È una scuola e l'utilizzo dei radiatori è limitato all'orario scolastico. A parte il periodo iniziale si vede durante l'anno un utilizzo mediamente costante.

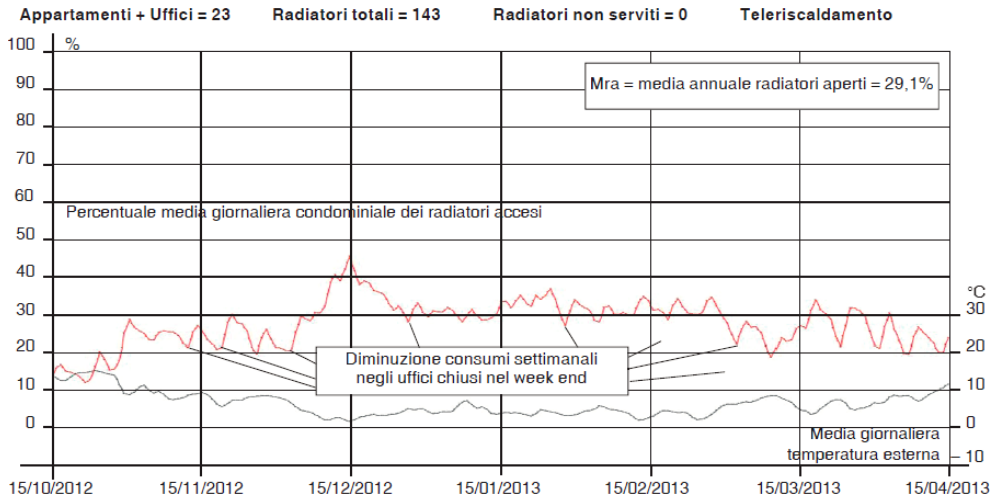


Figura 6.20. Condominio abitazioni ed uffici in provincia di Brescia. $UR_{uso} = 12512$ $UR_{max} = 36900$ $CUC = 29,5\%$. I picchi in salita e discesa sono dovuti alla chiusura degli uffici nel weekend. Anche qui vi è una diminuzione di apertura dei radiatori nel periodo iniziale e finale della stagione di riscaldamento.

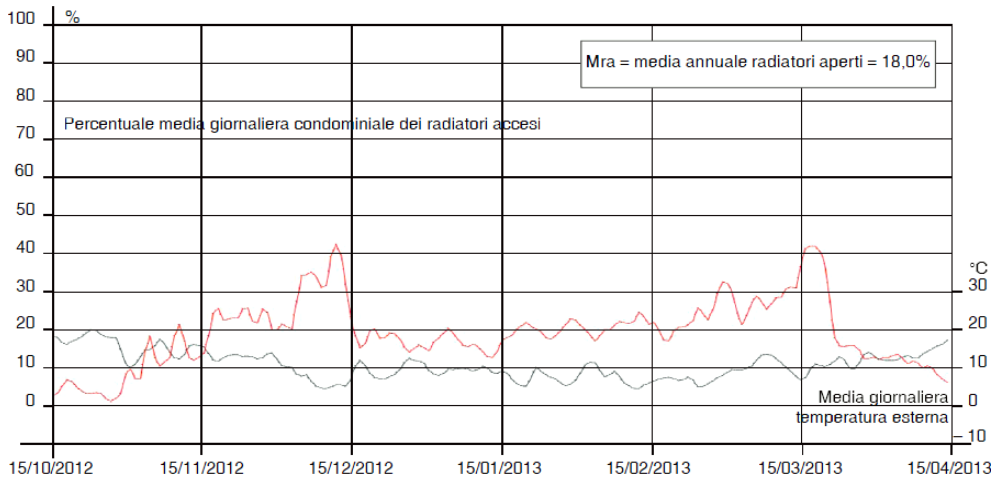


Figura 6.21. Condominio abitazioni Siena. Condominio con regolazione climatica tenuta alta. $UR_{uso} = 1340$ $UR_{max} = 9060$ $CUC = 14,7\%$. In questo caso una percentuale bassa di radiatori aperti, è sufficiente per soddisfare il comfort abitativo.

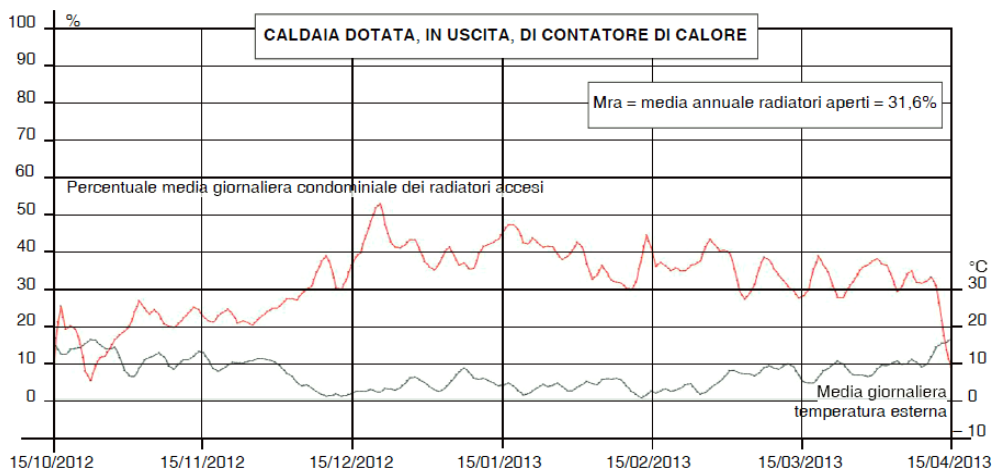


Figura 6.22. Condominio a Novi Ligure. In questo caso l'impianto è dotato di contabilizzatore di calore all'uscita della caldaia. Si ha $UR_{uso} = 6.719$, $UR_{max} = 22.220$, $cuc = 30,2\%$, l'unità di ripartizione ha un valore abbastanza vicino a 10 kwh. Si ha pertanto: $Q_{caldaia} = 123.980$ kwh = 12.398 UR. L'energia termica erogata dalla rete di distribuzione è la differenza fra quanto è uscito dalla caldaia e quanto utilizzato: $UR_{rete} =$ energia termica erogata dalla rete dei tubi = $12.398 - 6.719 = 5.680$. Nella situazione in cui i radiatori fossero tutti aperti, si può valutare il valore del coefficiente K_{inv} , come definito dalla norma UNI 10200. Si avrebbe infatti $K_{inv} = 5680 / (22220 + 5680) = 0,2$ valore molto vicino ai valori della norma stessa.

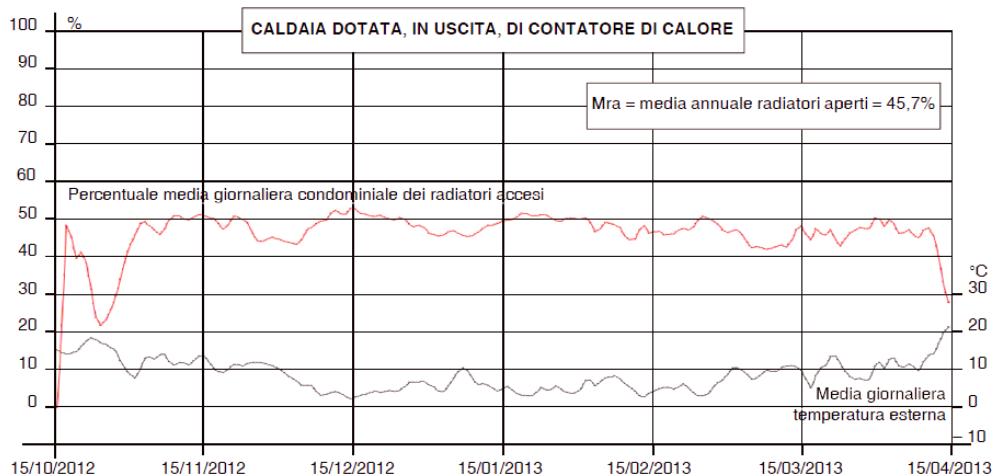


Figura 6.23. Anche in questo caso l'impianto è dotato di contabilizzatore di calore all'uscita della caldaia. Si ha $UR_{uso} = 12980$, $UR_{max} = 25614$, $CUC = 50,7\%$, l'unità di ripartizione ha un valore abbastanza vicino a 10 kwh. Si ha pertanto: $Q_{caldaia} = 179700$ kwh = 17970 UR. L'energia termica erogata dalla rete di distribuzione è la differenza fra quanto è uscito dalla caldaia e quanto utilizzato: $UR_{rete} =$ energia termica erogata dalla rete dei tubi = $17970 - 12980 = 4990$. Nella situazione in cui i radiatori fossero tutti aperti si può valutare il valore del coefficiente K_{inv} , come definito dalla norma uni 10200. Si avrebbe infatti $K_{inv} = 4990 / (25614 + 4990) = 0,163$. Si può notare che la percentuale di radiatori aperti è per larga parte della stagione abbastanza vicina al 50%.