

Riscaldamento elettrico dell'acqua

Organizzazioni responsabili:

- APSLI Associazione padronale svizzera
lattonieri e installatori
- INFEL Centro d'informazione per l'utilizzazione
dell'elettricità

Patronato:

- INFEL Centro d'informazione per l'utilizzazione
dell'elettricità
- APSLI Associazione padronale svizzera
lattonieri e installatori
- SBHI Società svizzera degli ingegneri
consulenti per l'impiantistica e l'energia
- ATS Associazione tecnici svizzeri
- SITC Società degli ingegneri termici e
climatici
- ASIRA Associazione svizzera delle imprese di
riscaldamento e aerazione
- VSSH Associazione svizzera dei tecnici sanitari
e del riscaldamento
- SSHL Associazione svizzera degli insegnanti
d'impiantistica

Direttore del gruppo di lavoro

- Herbert Hediger, Zurigo

Gruppo di lavoro

- Andreas Fahrni, Breitenbach
– Edgar Graber, Hirschtal
– Roland Lugeon, Burgdorf
– Andreas Probst, Burgdorf
– Paul Simmler, Zurigo

ISBN 3-905233-28-2

Edizione originale: ISBN 3-905233-13-14

Copyright © Ufficio federale dei problemi congiunturali,
3003 Berna, giugno 1993.

La riproduzione parziale è autorizzata purché sia citata la fonte.
Il presente manuale può essere ordinato presso l'Ufficio
centrale federale degli stampati e del materiale (UCFSM),
3003 Berna (n. d'ord. 724.349 i)

Form. 724.349 i 1.95 500 U22578

Prefazione

Il programma di promozione «Edilizia ed Energia», della durata totale di 6 anni (1990-1995), è composto dai tre programmi d'impulso seguenti:

- PI EDIL – Manutenzione e rinnovamento delle costruzioni
- RAVEL – Uso razionale dell'elettricità
- PACER – Energie rinnovabili.

Questi tre programmi d'impulso sono realizzati in stretta collaborazione con l'economia privata, le scuole e la Confederazione. Il loro scopo è quello di promuovere una crescita economica qualitativa. In tale ottica essi devono sfociare in un minor sfruttamento delle materie prime e dell'energia, con un maggiore ricorso al capitale costituito dalle capacità umane.

Il fulcro delle attività di RAVEL è costituito dal miglioramento della competenza professionale nell'impiego razionale dell'energia elettrica. Oltre agli aspetti della produzione e della sicurezza, che finora erano in primo piano, deve essere dato ampio risalto all'aspetto costituito dal rendimento. Sulla base di una matrice del consumo, RAVEL ha definito in modo esteso i temi da trattare. Oltre alle applicazioni dell'energia elettrica negli edifici sono presi in considerazione anche i processi nell'industria, nel commercio e nel settore delle prestazioni di servizio. I gruppi mirati sono corrispondentemente svariati: essi comprendono i professionisti di ogni livello, nonché i responsabili delle decisioni che devono esprimersi in merito a decorsi ed investimenti essenziali per quanto concerne il consumo dell'energia elettrica.

Corsi, manifestazioni, pubblicazioni, videocassette, ecc.

Gli obiettivi di RAVEL saranno perseguiti mediante progetti di ricerca volti all'ampliamento delle conoscenze di base e – a partire dallo stesso principio – mediante la formazione, il perfezionamento e l'informazione. La divulgazione delle conoscenze è orientata verso l'impiego nella prassi quotidiana e si basa essenzialmente su manuali, corsi e manifestazioni. Si prevede di organizzare ogni anno un congresso RAVEL durante il quale, di volta in volta, si forniranno informazioni concernenti i nuovi risultati, sviluppi e tendenze della giovane ed affascinante disciplina costituita dall'impiego razionale dell'elettricità, discutendone poi in modo esauriente. Il bollettino «IMPULSO», pubblicato due o tre volte all'anno, fornisce dettagli su tutte queste attività ed informerà gli interessati in

merito all'offerta di perfezionamento che è ampia ed orientata a seconda dei singoli gruppi d'interesse. Tale bollettino può essere ordinato in abbonamento (gratuito) presso l'Ufficio federale dei problemi congiunturali, 3003 Berna. Ogni partecipante ad un corso o ad una manifestazione organizzati nell'ambito del programma riceve una documentazione. Essa consiste essenzialmente della pubblicazione specializzata elaborata a questo scopo. Tutte queste pubblicazioni possono essere ordinate anche presso l'Ufficio centrale federale degli stampati e del materiale (UCFSM), 3003 Berna.

Competenze

Per poter fronteggiare questo programma ambizioso di formazione è stato scelto un concetto di organizzazione e di elaborazione che, oltre alla collaborazione competente di specialisti garantisce anche il rispetto dei punti d'interazione nel campo d'applicazione dell'energia elettrica, nonché del sostegno necessario da parte di associazioni e scuole del ramo interessato. Una commissione composta dai rappresentanti delle associazioni, delle scuole e dei settori professionali interessati stabilisce i contenuti del programma ed assicura la coordinazione con le altre attività che perseguono l'uso razionale dell'elettricità. Le associazioni professionali si assumono anche l'incarico di organizzare i corsi di perfezionamento professionale e le campagne d'informazione. Della preparazione di queste attività è responsabile la direzione del progetto composta dai seguenti signori: dott. Roland Walthert, Werner Böhi, dott. Eric Bush, Jean-Marc Chuard, Hans-Ruedi Gabathuler, Jürg Nipkow, Ruedi Spalinger, dott. Daniel Spreng, Felix Walter, dott. Charles Weinmann, nonché Eric Mosimann, UFCO. Nell'ambito delle proprie competenze l'elaborazione è eseguita da gruppi di progettazione che devono risolvere singoli problemi (progetti di ricerca e di trasformazione) per quanto concerne il contenuto, l'impiego del tempo ed i costi.

Documentazione

La presente documentazione indica come utilizzare in modo razionale l'elettricità nel settore del riscaldamento dell'acqua.

Poiché lo scaldacqua elettrico non può essere trattato isolatamente nell'ambito delle presenti considerazioni, tratteremo anche tutto il settore riguardante gli impianti di produzione dell'acqua calda. Nell'ambito delle considerazioni globali che possono essere fatte occorre spiegare quanto segue:

parallelamente alla riduzione del consumo di elettricità è opportuno dare importanza alle prestazioni ottimali dell'impianto. Queste due esigenze non si escludono per fortuna l'una con l'altra, ma esercitano invece un'interazione reciproca.

Dopo una procedura di consultazione e la prova d'impiego nel corso di una manifestazione pilota, la presente documentazione è stata rielaborata con cura. Gli autori erano tuttavia liberi di valutare,

tenendone conto secondo il proprio libero apprezzamento, i diversi pareri in merito a singoli problemi e di assumersi anche la responsabilità dei testi. Le lacune che venissero alla luce durante l'applicazione pratica potrebbero essere eliminate in occasione di un'eventuale rielaborazione. L'Ufficio federale dei problemi congiunturali, il redattore responsabile o il direttore del corso (cfr. p. 2) saranno lieti di ricevere suggestioni a tale proposito. In questa sede desideriamo ringraziare tutte le persone che hanno contribuito alla realizzazione della presente pubblicazione.

Prof. dott. B. Hotz-Hart
Vicedirettore dell'Ufficio federale
dei problemi congiunturali

Indice

Introduzione	7
---------------------	----------

1. Esposizione del problema ed obiettivi	9
1.1 Percentuale di elettricità consumata per la produzione di acqua calda	10
1.2 Utilizzazione razionale dell'elettricità nell'approvvigionamento di acqua calda	10

2. Apparecchi per la produzione dell'acqua calda	11
2.1 Tipi di scaldacqua	12
2.2 Scaldacqua elettrici	12
2.3 Scaldacqua con pompa di calore	17
2.4 Prestazioni	23
2.5 Comando e regolazione	27
2.6 Caratteristiche costruttive	30
2.7 Scelta del sistema	44

3. Sistemi di distribuzione dell'acqua calda	47
3.1 Esigenze generali	48
3.2 Descrizione dei sistemi	48
3.3 Misurazioni	54
3.4 Scelta del sistema	56
3.5 Perdite d'energia	57

4. Erogazione dell'acqua calda / consumo	61
4.1 Comfort	62
4.2 Rubinetteria	63

5. Calcolo d'impianti di produzione dell'acqua calda	65
5.1 Scaldacqua	66
5.2 Tubazioni	70

6. Trattamento successivo dell'acqua	75
6.1 In generale	76
6.2 Procedimenti di trattamento successivo dell'acqua	79

7. Igiene	83
7.1 Ordinanza sulle derrate alimentari	84
7.2 Legionelle	85

8. Esercizio e manutenzione	89
8.1 Apparecchi	90
8.2 Tubazioni di distribuzione	91
8.3 Rubinetterie	92

9.	Risanamento d'impianti esistenti	93
9.1	In generale	94
9.2	Possibilità di risparmio	94
<hr/>		
10.	Redditività	97
10.1	Introduzione	98
10.2	Domande possibili	98
10.3	Procedimento per il calcolo della redditività	99
10.4	Calcolo della redditività	104
<hr/>		
11.	Casi pratici	109
11.1	In generale	110
11.2	Pompa di calore in CUF	110
11.3	Produzione di acqua calda bivalente per scaldacqua incassato in un armadio	111
11.4	Calcolo tipico dei risparmi ottenuti mediante interruzione della circolazione	114
11.5	Paragone tra i fabbisogni energetici	116
11.6	Paragone tra nastro riscaldante e circolazione	117
<hr/>		
12.	Appendice	119
12.1	Mezzi ausiliari	120
12.2	Prescrizioni, raccomandazioni, norme, direttive	149
12.3	Bibliografia	150
<hr/>		
	Pubblicazioni del programma d'impulso RAVEL	151

Introduzione

Esigenze poste agli impianti di produzione dell'acqua calda

Occorre prestare un'attenzione sempre maggiore al problema dell'energia e della protezione dell'ambiente.

Ciò permette anche di scoprire numerosi impianti di produzione dell'acqua calda poco parsimoniosi oppure difettosi e che necessitano di un risanamento conforme alle esigenze odierne. Sulla base della situazione energetica attuale i nuovi impianti devono essere progettati e calcolati in modo corretto. Occorre prestare un'attenzione del tutto particolare all'energia elettrica, segnatamente quando la si deve considerare come energia complementare ad altri tipi d'energia negli impianti di produzione dell'acqua calda. Già al momento di allestire il progetto sarà necessario creare le condizioni preliminari indispensabili per la realizzazione di un impianto ottimale per l'approvvigionamento di acqua calda.

L'approvvigionamento di acqua calda non costituisce soltanto una parte importante dell'impiantistica, ma contribuisce generalmente anche ad una percentuale considerevole del consumo globale di energia. Benché il consumo di energia dipenda soprattutto dal comportamento degli utenti, una scelta ragionevole degli apparecchi e del sistema, nonché una cura ed una manutenzione adeguate possono contribuire in modo essenziale ad una migliore utilizzazione dell'energia.

Il comportamento degli utenti può essere influenzato da un'informazione adeguata. I punti di presa dell'acqua calda ed il sistema dovranno essere stabiliti sulla base dei bisogni reali ed effettivi dell'utente.

La disposizione concentrata dei punti di presa necessari attorno allo scaldacqua o all'accumulatore costituisce il primo presupposto della redditività di un impianto per la produzione dell'acqua calda.

L'acqua calda che viene prelevata dagli scaldacqua deve corrispondere alle esigenze dell'igiene e del comfort. La produzione di acqua calda deve poter essere redditizia, permettere il risparmio energetico e rispettare l'ambiente, nonché tutte le prescrizioni in materia di sicurezza.

Una scelta adeguata del materiale, come pure misure di sicurezza supplementari devono costituire la garanzia di una lunga durata di vita.

Gli apparecchi devono inoltre essere equipaggiati in modo completo e permettere sia una manovrabilità, sia una manutenzione semplici.

Occorre analizzare tempestivamente l'impiego razionale dell'energia nell'ambito della produzione dell'acqua calda, poiché proprio tale energia esercita un influsso essenziale sul sistema dell'acqua calda.

Se, di conseguenza, è necessario prendere decisioni per quanto concerne la scelta dei tipi di energia che devono servire al riscaldamento dell'acqua potabile per mezzo di scaldacqua e di sistemi di distribuzione, tutte le considerazioni e tutte le riflessioni che servono da paragone devono basarsi sui criteri seguenti:

- redditività
- sicurezza d'esercizio
- convenienza
- disponibilità
- ecologia.

Per il riscaldamento diretto o indiretto dell'acqua sono a disposizione diverse fonti d'energia.

Le fonti d'energia convenzionali sono le seguenti: olio per il riscaldamento, (carbone), legno, elettricità, gas naturale, gas liquido.

Quali fonti di energia alternative possono essere utilizzati: irradiazione solare, calore del terreno, acqua, aria ambiente, acqua di scarico, calore residuo (aria viziata, calore residuo di processo), biogas, vento.

Basi di progettazione

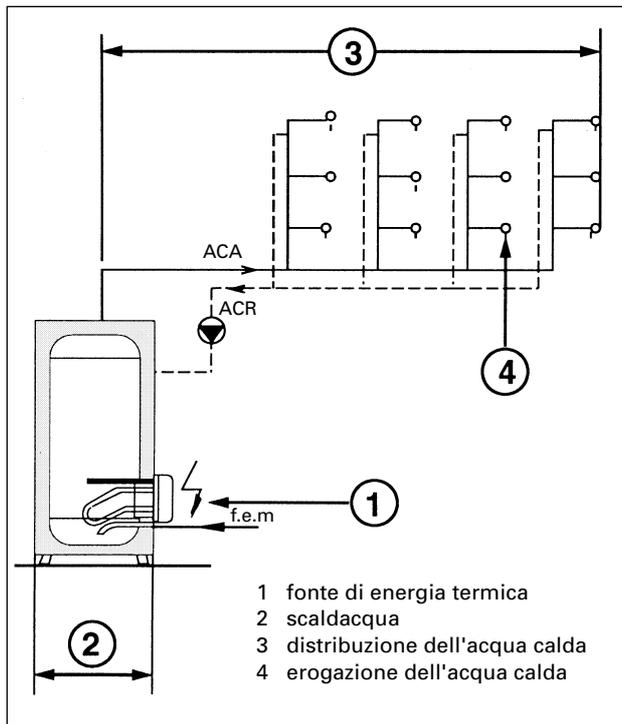
Numerose sono le grandezze determinanti che permettono di stabilire dove, quando e quanta acqua calda è necessaria di volta in volta. Le misurazioni e le analisi eseguite a questo proposito indicano sempre che le abitudini personali nel settore privato sono molto variabili. Di conseguenza i valori specifici del consumo dell'acqua calda sono molto differenti l'uno dall'altro.

Nei punti di presa non dovranno in generale essere superate le seguenti temperature dell'acqua calda:

- lavabi, docce, vasche da bagno 45°C
- cucina senza lavastoviglie 55°C
- cucina con lavastoviglie 50°C

Conformemente alle temperature di prelievo, nonché per evitare fenomeni di corrosione ed incrostazioni negli impianti di produzione dell'acqua calda, la temperatura dell'acqua calda, rispettivamente degli accumulatori, non deve superare i 60°C.

L'impianto di approvvigionamento dell'acqua calda viene suddiviso negli elementi principali seguenti:



Per la distribuzione dell'acqua calda esistono soluzioni adeguate allo scopo:

approvvigionamenti singoli

per un solo punto di presa per unità oppure per un punto di presa molto distante.

Approvvigionamenti raggruppati

per punti di presa ravvicinati per ogni appartamento o CUF.

Approvvigionamento centrale

per grandi edifici (alberghi, ristoranti, case plurifamiliari, complessi amministrativi, edifici con un'offerta di calore residuo utilizzabile, ecc.).

Solo un modo di considerare l'impianto per la produzione del calore nella sua totalità (scaldacqua, distribuzione dell'acqua calda ed erogazione/utilizzazione dell'acqua calda) può portare ad un sistema dell'acqua calda ottimale sotto l'aspetto energetico e che rispetta l'ambiente.

Considerazioni finali

Come richiesto dalla situazione energetica e dalla protezione dell'ambiente, oggi siamo tenuti a progettare ed a costruire impianti tecnici razionali e redditizi. Ciò vale in modo particolare per gli impianti di produzione dell'acqua calda, giacché il funzionamento di questi ultimi può essere ottimizzato sulla base di un controllo del consumo dell'energia e delle spese di manutenzione.

Tutti i componenti di un impianto per l'approvvigionamento di acqua calda devono essere ottimizzati in modo adeguato al loro scopo ed inseriti nel sistema come un insieme ben funzionante. In tale contesto l'energia elettrica merita un riguardo del tutto particolare, sia quale energia per il riscaldamento, sia quale energia ausiliaria (pompa di circolazione oppure nastro riscaldante).

Il tipo e l'importanza dell'approvvigionamento di acqua calda è influenzato, oltre che dalle esigenze di comfort prescritte, anche da fattori concernenti la costruzione.

I criteri seguenti costituiscono parametri di progettazione favorevoli per un approvvigionamento di acqua calda redditizio e parsimonioso sotto l'aspetto energetico:

- evitare tutti i punti di presa utilizzati solo raramente
- sistemazione concentrata dei locali sanitari, risp. dei punti di presa
- utilizzare una rubinetteria tale da permettere il risparmio di acqua
- installare gli scaldacqua il più vicino possibile ai punti di presa
- prevedere uno spazio sufficiente per una buona coibentazione termica delle tubazioni
- utilizzare un conteggio individuale del consumo
- limitare le portate erogate dalla rubinetteria
- rispettare la temperatura massima dell'acqua calda di 60°C
- applicare il principio della pompa di calore per la produzione di acqua calda e per la copertura delle perdite termiche nel sistema di circolazione previsto
- evitare una cattiva circolazione negli scaldacqua a funzionamento bivalente
- calcolare in modo corretto le tubazioni e la capienza dell'accumulatore
- regolazione oraria della temperatura dell'acqua calda
- semplicità dell'esercizio e della manutenzione dell'impianto per la produzione di acqua calda.

1. Esposizione del problema ed obiettivi

1.1	Percentuale di elettricità consumata per la produzione di acqua calda	10
1.2	Utilizzazione razionale dell'elettricità nell'approvvigionamento di acqua calda	10

1. Esposizione del problema ed obiettivi

1.1 Percentuale di elettricità consumata per la produzione di acqua calda

Per mezzo di una migliore coibentazione termica il consumo medio di energia utilizzata per il riscaldamento negli edifici è diminuito costantemente durante questi ultimi anni, mentre il consumo di acqua calda è rimasto all'incirca uguale. Percentualmente il consumo di energia per la produzione di acqua calda rappresenta una quota sempre maggiore del consumo globale di energia di una casa d'abitazione. È quindi importante esaurire tutte le possibilità di risparmio energetico anche nel settore della produzione dell'acqua calda.

In quasi il 40% delle economie domestiche svizzere viene utilizzata l'elettricità quale vettore energetico per la produzione di acqua calda. La percentuale degli scaldacqua nel consumo globale svizzero d'elettricità ammonta quindi a circa 5%.

Per le aziende elettriche il riscaldamento elettrico dell'acqua costituisce una componente importante sotto l'aspetto del risparmio energetico. Gli impianti sono progettati di regola come scaldacqua ad accumulazione e possono essere caricati durante i periodi di basso carico della rete elettrica. In tal modo gli scaldacqua elettrici ad accumulazione permettono un'utilizzazione migliore della rete elettrica.

1.2 Utilizzazione razionale dell'elettricità nell'approvvigionamento di acqua calda

L'espressione «utilizzazione razionale dell'elettricità» comprende i principi seguenti:

- impiegare l'elettricità in modo intelligente
- evitare le potenze utili esagerate
- migliorare sistematicamente i rendimenti.

Nel caso del riscaldamento elettrico dell'acqua calda ciò significa, ad esempio:

impiego intelligente dell'elettricità

Il riscaldamento dell'acqua mediante una pompa di calore oppure con impianti bivalenti (utilizzanti l'elettricità d'estate ed impiegati con un riscaldamento funzionante con combustibili fossili durante l'inverno).

Evitare le potenze utili esagerate

Evitare il sovradimensionamento della capienza dell'accumulatore, comando della pompa di circolazione, scelta corretta della rubinetteria, ecc.

Miglioramento sistematico dei rendimenti

Progettazione e dimensionamento corretti delle tubazioni di distribuzione, scelta adeguata degli apparecchi, scelta corretta delle temperature dell'acqua calda, ecc.

Anche nel caso del riscaldamento dell'acqua, il vettore energetico costituito dalla corrente elettrica deve essere utilizzato nel modo più razionale possibile. La presente documentazione intende indicare quali sono i mezzi atti a questo scopo.

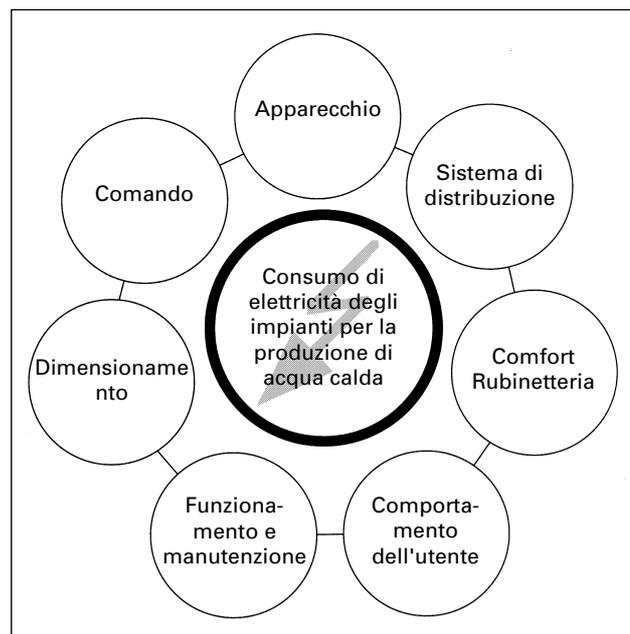


Figura 1.2.1: fattori determinanti

2. Apparecchi per la produzione dell'acqua calda

2.1	Tipi di scaldacqua	12
2.2	Scaldacqua elettrici	12
2.2.1	Scaldacqua istantanei	12
2.2.2	Scaldacqua ad accumulazione solo elettrici	12
2.2.3	«Piccoli» scaldacqua ad accumulazione	12
2.2.4	Scaldacqua ad accumulazione con scambiatore di calore incorporato	13
2.2.5	Scaldacqua ad accumulazione elettrici con scambiatore di calore posto all'esterno	13
2.2.6	Scaldacqua ad accumulazione MAGRO (Eisenmann)	14
2.2.7	Scaldacqua ad accumulazione nelle autorimesse, capacità da 300 a 500 litri	15
2.2.8	Scaldacqua automatico (con accumulatore a doppio circuito), capacità da 50 a 1000 litri	15
2.2.9	Accumulatori di acqua calda	16
2.3	Scaldacqua con pompa di calore	17
2.3.1	Struttura, funzionamento	17
2.3.2	Tipi di scaldacqua con pompa di calore	17
2.3.3	Determinazione del volume dell'accumulatore	21
2.3.4	Ubicazione della pompa di calore	21
2.3.5	Fonte di calore	22
2.3.6	Coefficiente di rendimento	22
2.4	Prestazioni	23
2.4.1	Criteri	23
2.4.2	Carica	23
2.4.3	Scarica	24
2.4.4	Stratificazione	25
2.4.5	Temperature d'esercizio	26
2.4.6	Composizione dell'acqua	26
2.5	Comando e regolazione	27
2.5.1	Scaldacqua	27
2.5.2	Circolazione	28
2.5.3	Disinfezione termica	29
2.6	Caratteristiche costruttive	30
2.6.1	Costruzione degli scaldacqua ad accumulazione	30
2.6.2	Materiale e protezione contro la corrosione dell'interno della caldaia	38
2.6.3	Protezione catodica e galvanica contro la corrosione	38
2.6.4	Sistemi di copertura del rivestimento esterno	39
2.6.5	Coibentazione termica	39
2.6.6	Perdite d'energia degli scaldacqua / degli accumulatori	39
2.6.7	Corpi riscaldanti per scaldacqua	41
2.6.8	Regolazione della temperatura	43
2.6.9	Problemi di corrosione nei corpi riscaldanti	43
2.7	Scelta del sistema	44
2.7.1	Criteri di scelta	44
2.7.2	Fonti di energia termica	44
2.7.3	Disponibilità	44
2.7.4	Costi delle fonti d'energia	44
2.7.5	Vettori di energia termica	45

2. Apparecchi per la produzione dell'acqua calda

2.1 Tipi di scaldacqua

La terminologia concernente gli scaldacqua, rispettivamente la produzione di acqua calda nell'approvvigionamento degli edifici con acqua potabile è contenuta nella norma SIA 385/3.

Definizione degli scaldacqua secondo la SIA

Scaldacqua:

apparecchi nei quali l'acqua fredda è scaldata direttamente e/o indirettamente mediante apporto di calore e ciò al massimo fino al di sotto del punto di ebollizione alla pressione atmosferica.

Scaldacqua istantanei:

scaldacqua nei quali l'acqua fredda viene riscaldata al momento del prelievo, ossia in modo continuo quando fluisce.

Scaldacqua ad accumulazione:

scaldacqua sotto forma di contenitori con superfici di riscaldamento incorporate nei quali l'acqua fredda viene scaldata ed in seguito accumulata (detti anche boiler).

Scaldacqua a grande rendimento:

scaldacqua sotto forma di contenitori con superfici di riscaldamento incorporate nei quali l'acqua fredda viene scaldata al suo passaggio ed in seguito accumulata solo in minima parte.

Accumulatori di acqua calda:

contenitori senza superfici di riscaldamento incorporate, previsti soltanto per accumulare l'acqua calda. L'acqua calda viene addotta attraverso un sistema di riscaldamento e riscaldata da uno scaldacqua che si trova all'esterno dell'accumulatore stesso.

2.2 Scaldacqua elettrici

2.2.1 Scaldacqua istantanei

Sotto la forma di scaldacqua istantanei conosciamo in primo luogo i cosiddetti scaldacqua istantanei a gas. Gli scaldacqua istantanei elettrici sono costruiti in modo compatto e posseggono un elemento riscaldante incorporato in un punto di presa. Essi hanno una potenza elettrica di raccordo relativamente elevata.

Lo scaldacqua istantaneo è in generale costruito per sistemi idraulici chiusi (ossia resistenti alla pressione). Esistono tuttavia anche apparecchi per un circuito aperto e senza pressione.

Si fa una distinzione tra scaldacqua istantanei idraulici, termici ed elettronici.

Lo scaldacqua istantaneo deve poter disporre di una potenzialità calorifica elevata per poter riscaldare l'acqua al momento in cui essa fluisce attraverso l'apparecchio.

A causa delle potenzialità calorifiche sono necessari valori di raccordo elettrico elevati, ad esempio di 18 kW per circa 9 l/min, rispettivamente di 21 kW per circa 10,5 l/min oppure perfino di 24 kW per circa 12 l/min.

A causa delle elevate potenze elettriche di raccordo, sul mercato svizzero questi apparecchi non possono essere utilizzati senza ulteriori formalità.

2.2.2 Scaldacqua ad accumulazione solo elettrici

Nel caso degli scaldacqua elettrici ad accumulazione, detti brevemente anche solo scaldacqua, può essere fatta una differenza tra i sistemi aperti e quelli chiusi (pressione), con una capacità d'accumulazione in grado di coprire il fabbisogno giornaliero medio e di riscaldare durante la notte (tariffa bassa).

Lo scaldacqua elettrico ad accumulazione è disponibile sotto forma di modelli a parete, su sostegni regolabili e ad incasso (sotto il lavandino e ad armadio), nonché in ulteriori strutture ed esecuzioni speciali.

2.2.3 «Piccoli» scaldacqua ad accumulazione

I «piccoli» scaldacqua ad accumulazione nell'esecuzione ad incasso (sotto o sopra il lavandino) possono essere forniti per una capienza variabile da 5 a 30 litri.

I «piccoli» scaldacqua ad accumulazione sono disponibili nelle esecuzioni a circuito aperto o a circuito chiuso e sono adatti ad un punto di presa.

Per la struttura senza pressione (aperta) occorre utilizzare una rubinetteria adeguata.

2.2.4 Scaldacqua ad accumulazione con scambiatore di calore incorporato

Lo scaldacqua elettrico ad accumulazione con scambiatore di calore incorporato offre la possibilità supplementare di preparare acqua calda mediante il gas, l'olio combustibile, i combustibili solidi (legna, carbone, coke), il vapore, attraverso un generatore di calore, come le caldaie per il riscaldamento, l'energia solare e le pompe di calore. L'apporto del calore avviene in modo indiretto attraverso lo scambiatore di calore mediante un mezzo termovettore come l'acqua di riscaldamento, il vapore, ecc. Le serpentine di riscaldamento incorporate ed utilizzate come scambiatore di calore sono eseguite in acciaio legato, rispettivamente sotto forma di tubo d'acciaio smaltato oppure utilizzate quali scambiatori di calore a fascio tubiero in tubi lisci o serpentine ad alette. Le serpentine di riscaldamento in acciaio legato ed in tubi di acciaio smaltato costituiscono componenti fissi dello scaldacqua. Gli scambiatori di calore a fascio tubiero vengono fissati su una flangia ed incorporati, rispettivamente montati nello scaldacqua.

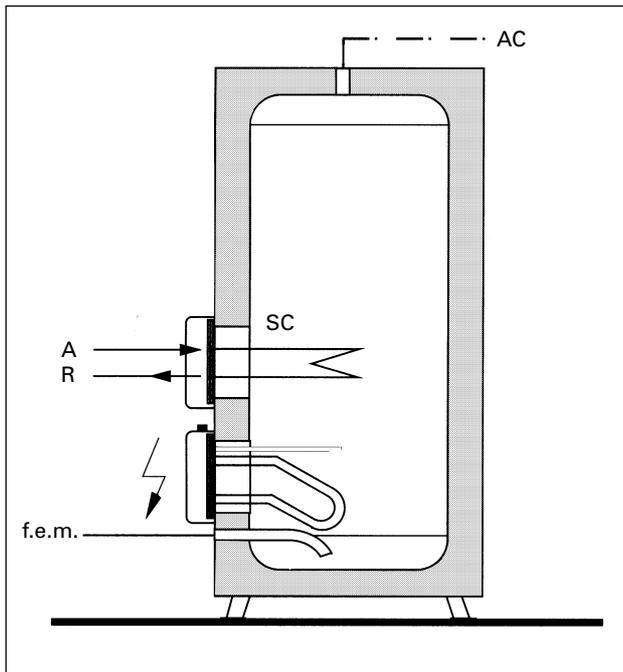


Figura 2.2.4.1:
scaldacqua per funzionamento bivalente

In inverno l'acqua viene riscaldata mediante la caldaia e in estate elettricamente.

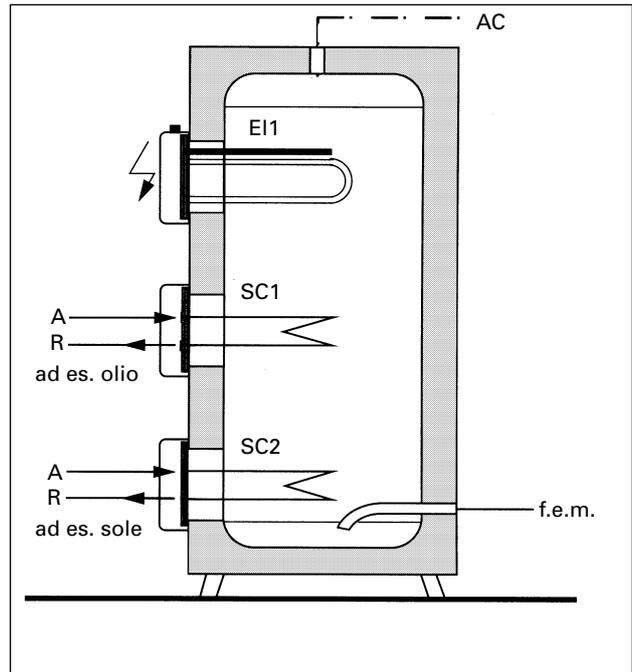


Figura 2.2.4.2:
scaldacqua per funzionamento polivalente

Incorporando parecchi scambiatori di calore per il riscaldamento dell'acqua mediante collettori solari o/e pompe di calore o/e generatori di calore (caldaie) o/e collegamento ad un teleriscaldamento o ad un corpo riscaldante elettrico, è possibile garantire un'utilizzazione polivalente ed ottimale dell'energia. Il riscaldamento elettrico diretto viene messo in funzione soltanto nel caso di un livello di temperatura insufficiente per il funzionamento con le cellule solari, rispettivamente con le pompe di calore.

2.2.5 Scaldacqua ad accumulazione elettrici con scambiatore di calore posto all'esterno

a) Varianti per un funzionamento bivalente:

- vettore energetico fossile (riscaldamento)
- elettricità.

Nel caso di un funzionamento ad olio, a gas oppure a legna, durante il periodo di riscaldamento la produzione di acqua calda può aver luogo mediante il riscaldamento stesso. All'infuori del periodo di riscaldamento il riscaldamento dell'acqua calda ha luogo mediante corpi riscaldanti elettrici.

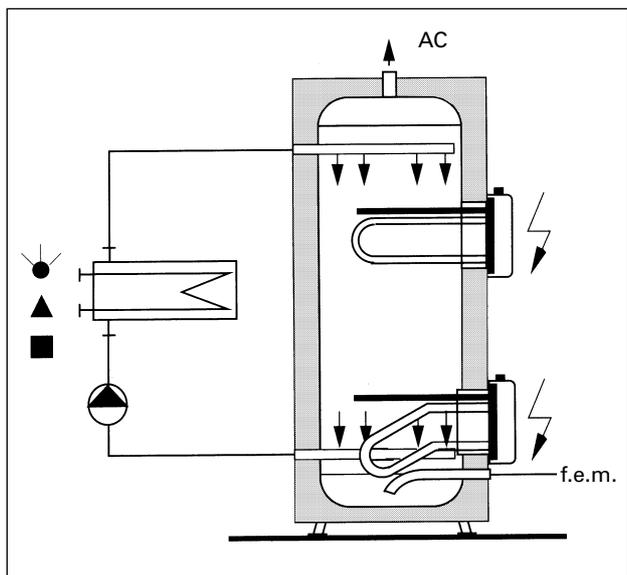


Figura 2.2.5.1: funzionamento bivalente con diverse energie attraverso uno scambiatore di calore esterno

- Copertura delle domande di punta di acqua calda mediante il corpo riscaldante elettrico superiore
 - funzionamento quale scaldacqua elettrico automatico (due corpi riscaldanti)
 - funzionamento quale scaldacqua convenzionale (corpo riscaldante inferiore).
- Questi sistemi sono adatti per l'approvvigionamento centrale di acqua calda nelle case unifamiliari e plurifamiliari.

b) Varianti per un funzionamento bivalente con energia alternativa

Preriscaldamento mediante sistemi di pompe di calore, energia solare o calore residuo:

- energia alternativa (pompa di calore/energia solare/calore residuo)
- funzionamento elettrico
- riscaldamento integrativo mediante il corpo riscaldante elettrico inferiore e/o superiore
- copertura delle domande di punta di acqua calda mediante il corpo riscaldante elettrico superiore
- funzionamento quale scaldacqua elettrico automatico (due corpi riscaldanti)
- funzionamento quale scaldacqua convenzionale (corpo riscaldante inferiore).

Questi sistemi sono adatti per l'approvvigionamento centralizzato di acqua calda nelle case unifamiliari e plurifamiliari.

2.2.6 Scaldacqua ad accumulazione MAGRO (Eisenmann)

L'esecuzione MAGRO (carica) significa che l'accumulatore nel circuito di circolazione viene caricato dall'alto verso il basso e che nel caso di fabbisogno d'acqua calda, quest'ultima è sempre immediatamente a disposizione.

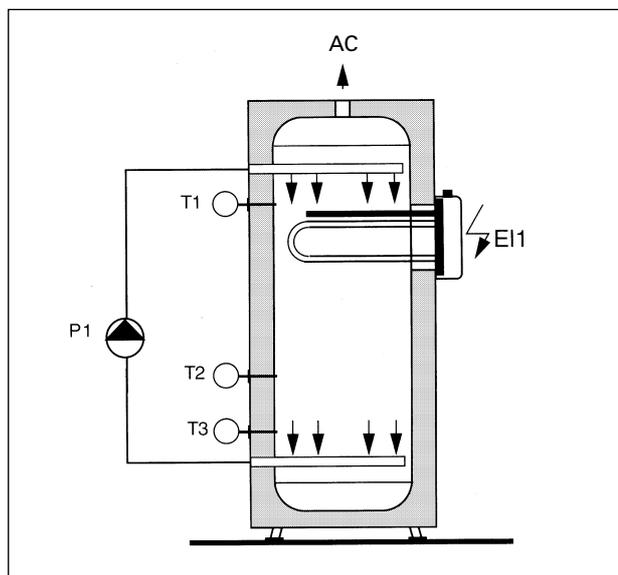


Figura 2.2.6.1: esecuzione classica MAGRO (sistema elettrico MAGRO)

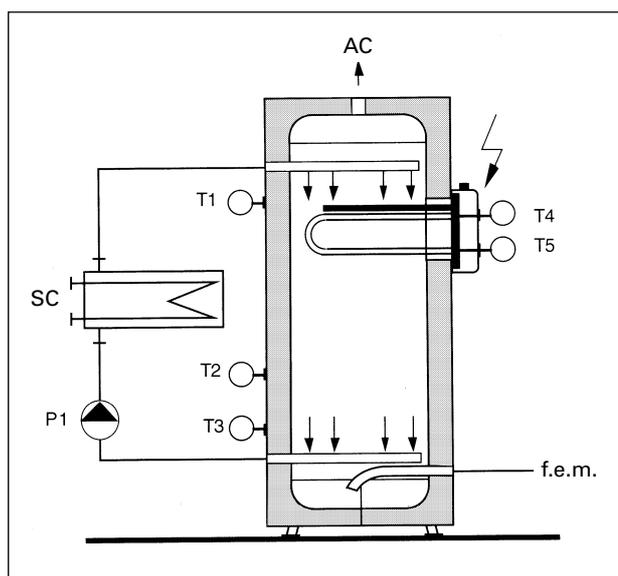


Figura 2.2.6.2: sistema MAGRO con scambiatore di calore esterno e corpi riscaldanti elettrici incorporati nell'accumulatore

2.2.7 Scaldacqua ad accumulatore nelle autorimesse, capacità da 300 a 500 litri

litri

L'esecuzione corrisponde ad uno scaldacqua su sostegni regolabili ed alle condizioni menzionate qui di seguito.

Giusta l'art. 6 dell'OPEBT (Ordinanza sui prodotti elettrici a bassa tensione del 7 dicembre 1992, RS 734.26) e giusta il capoverso 4 dell'Ordinanza del DFTCE del 14 dicembre 1992 sui prodotti elettrici a bassa tensione soggetti ad omologazione (RS 734.261) sono soggetti ad ammissione i prodotti elettrici utilizzati nelle zone con rischio d'esplosione (zona 2, 1 o 0).

L'applicazione della ripartizione in zone spetta agli organi della polizia del fuoco (assicurazione cantonale contro gli incendi o polizia del fuoco), nonché agli organi esecutivi che si occupano della protezione dei lavoratori (INSAI, organizzazioni specializzate ed ispettorati del lavoro).

Nel caso d'installazione di prodotti elettrici, ammessi dall'Ispettorato federale degli impianti a corrente forte e che devono essere protetti dalle esplosioni, occorre tener conto delle prescrizioni concernenti le installazioni negli edifici (ASE 1000-1.1985, ASE 1000-2.1985) dell'Associazione svizzera degli elettrotecnici (ASE), paragrafo 4817 (impianti in zone soggette a rischio di esplosioni).

Lo scaldacqua che deve essere installato in un'autorimessa e che possiede uno scambiatore di calore incorporato è adatto alle case unifamiliari nelle quali non esiste altro spazio disponibile per tale installazione.

L'approvvigionamento di acqua calda è centralizzato e la distribuzione può aver luogo individualmente o collettivamente.

2.2.8 Scaldacqua automatico (con accumulatore a doppio circuito), capacità da 50 a 1000 litri

Gli scaldacqua automatici vengono prodotti nelle esecuzioni a parete, su sostegni regolabili e ad incasso (sotto il lavandino e ad armadio).

Le esecuzioni corrispondono di volta in volta al modello di base, con l'aggiunta di un corpo riscaldante elettrico nella parte superiore. Il corpo riscaldante elettrico inferiore garantisce la carica notturna a bassa tariffa, mentre il corpo riscaldante elettrico superiore copre il fabbisogno di punta giornaliero di acqua calda. L'inserimento simultaneo dei due corpi riscaldanti (corpo riscaldante inferiore e superiore) non è ammesso a causa del cumulo di potenza in un solo allacciamento.

Descrizione del funzionamento di uno scaldacqua automatico

Con l'impiego di componenti di comando adeguati, lo scaldacqua automatico può essere utilizzato in modo tale da permettere un risparmio energetico.

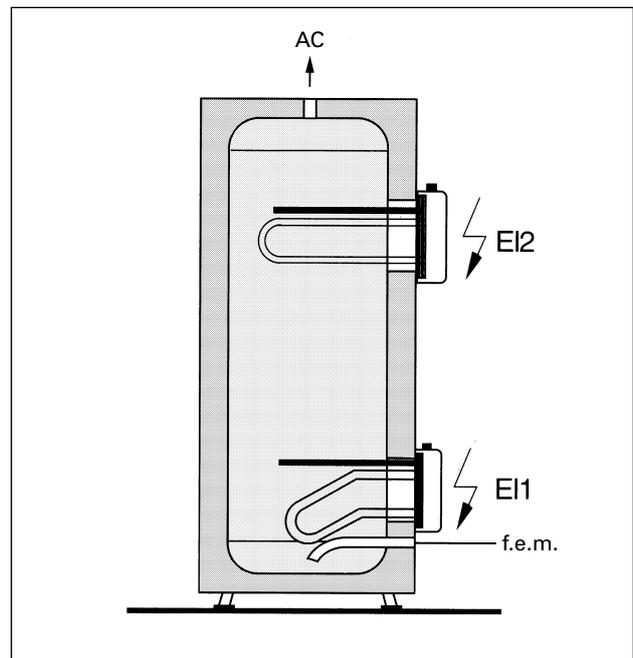


Figura 2.2.8.1: durante la notte (funzionamento a tariffa bassa) tutto il contenuto viene riscaldato dal corpo riscaldante elettrico inferiore, come avviene in modo analogo in uno scaldacqua convenzionale

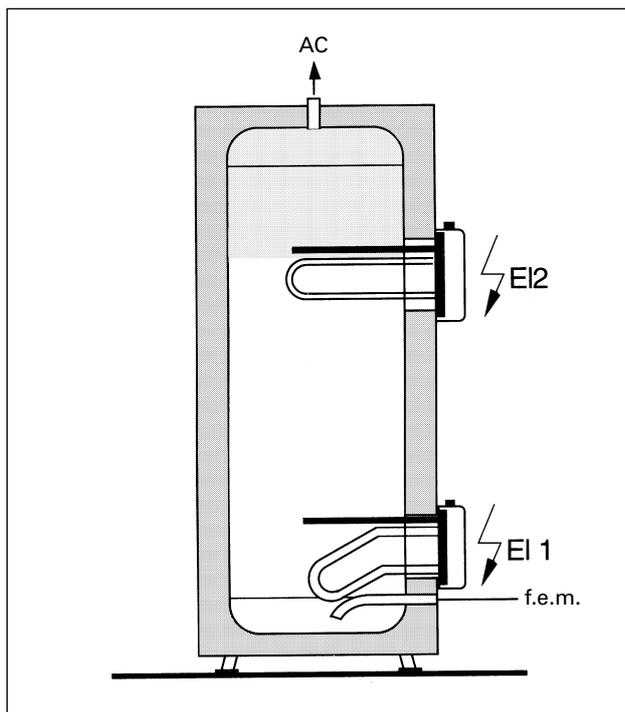


Figura 2.2.8.2: inserendo il corpo riscaldante elettrico superiore, soltanto un terzo del contenuto viene riscaldato (ad es. durante le vacanze); sarà così possibile realizzare un risparmio sulle perdite dovute ad inattività

Durante il funzionamento automatico, di notte viene riscaldato a bassa tariffa il volume globale. Quando l'acqua fredda raggiunge il terzo superiore del fabbisogno di acqua calda, il corpo riscaldante elettrico superiore s'inserisce e riscalda soltanto il terzo superiore. In questo modo è possibile avere sempre a disposizione acqua calda per la copertura del fabbisogno nei cosiddetti momenti di punta.

2.2.9 Accumulatori di acqua calda

Si tratta di contenitori senza superfici riscaldanti incorporate, utilizzati per l'accumulazione di acqua calda. Quest'ultima è addotta attraverso un sistema di carica che parte da uno scaldacqua situato all'esterno dell'accumulatore. L'accumulatore di acqua calda è utilizzato per il riscaldamento indiretto dell'acqua, con vettori di energia secondari. Nel caso di un fabbisogno maggiore di acqua calda e qualora questa venga prodotta con scaldacqua a grande rendimento oppure scaldacqua usuali (scaldacqua istantanei), devono essere utilizzati accumulatori di acqua calda che serviranno quali tamponi. Tenendo conto di certe particolarità architettoniche (aperture di porte), è razionale utilizzare un numero maggiore di apparecchi di dimensioni minori.

2.3 Scaldacqua con pompa di calore

2.3.1 Struttura, funzionamento

Lo scaldacqua con pompa di calore è uno scaldacqua su sostegni regolabili combinato con una pompa di calore aria-acqua oppure acqua-acqua. A seconda del tipo di esecuzione la pompa di calore assorbe il calore necessario per il riscaldamento dell'acqua sia dall'aria ambiente, sia da quella esterna.

La trasmissione del calore dalla pompa di calore all'acqua fredda avviene secondo diversi sistemi. Il tipo più usuale è costituito dagli impianti compatti, nei quali sono incorporati l'evaporatore, il compressore ed il ventilatore. In casi speciali, nei quali la fonte di calore e l'accumulatore non possono essere sistemati nello stesso locale, vengono utilizzati sistemi split, ossia l'evaporatore, il compressore, il ventilatore e talvolta anche il condensatore sono sistemati separatamente.

Nella maggior parte degli apparecchi l'acqua può inoltre essere preriscaldata oppure riscaldata mediante l'impiego di un riscaldamento ausiliario. Negli apparecchi nei quali è incorporato accessoriamente uno scambiatore di calore possono essere utilizzati anche olio, gas, combustibili solidi oppure energia solare. Con l'apparecchio l'acqua viene riscaldata e tenuta pronta per l'uso successivo. Con l'ausilio della pompa di calore ed a temperature ambientali tra -10°C e 32°C è possibile sottrarre calore all'aria ambiente. Questo calore viene utilizzato, insieme con l'energia elettrica addotta, per riscaldare l'acqua fino a temperature da 55 a 60°C . In tal modo l'aria ambiente si raffredda, ma può tuttavia recuperare la propria entalpia, di solito abbastanza rapidamente, sia dal calore ambiente, sia da quello residuo.

Mediante questa sottrazione di calore dall'aria ambiente, l'adduzione di calore all'acqua può essere di un multiplo dell'energia motrice utilizzata per la pompa, ad esempio fino a 3 chilowattora di calore per un chilowattora di elettricità. Questi rapporti vengono contraddistinti mediante il cosiddetto coefficiente di rendimento.

Per gli scaldacqua con pompa di calore vengono utilizzate unità di compressione come quelle che sono prodotte in serie per equipaggiare i refrigeranti ed i congelatori. Essi hanno potenze elettriche di raccordo variabili da 300 a 1000 W ed alle condizioni date permettono potenze calorifiche tra 1000 e 3000 Watt.

Onde poter essere in grado, con questa potenza calorifica, di sopperire al prelievo di breve durata di

quantità di acqua calda notevoli (ad es. riempimento di una vasca da bagno), lo scaldacqua con pompa di calore deve essere combinato con un accumulatore per l'acqua calda di una capacità di almeno 200 litri. Gli apparecchi offerti sul mercato corrispondono a tali volumi, con 250-300 litri (esecuzioni speciali 400-1000 litri).

Per l'allacciamento elettrico di uno scaldacqua con pompa di calore è normalmente sufficiente una presa elettrica di 10 A. Il raccordo dell'acqua calda e quello dell'acqua fredda vengono eseguiti in modo identico come nel caso dello scaldacqua elettrico. Nel punto in cui viene eseguita l'installazione deve inoltre esistere uno scarico per evacuare la condensazione provocata dall'umidità dell'aria.

2.3.2 Tipi di scaldacqua con pompa di calore

Sono utilizzati diversi tipi, a seconda del settore di applicazione. Per principio si fa una distinzione tra apparecchi compatti ed apparecchi split.

Un'ulteriore caratteristica che distingue ambedue i gruppi è costituita dal tipo di trasmissione del calore tra la pompa di calore e l'accumulatore. Si fa inoltre una distinzione tra tipo, struttura e disposizione degli scambiatori di calore e dei componenti del circuito del mezzo frigorifero. Alcuni apparecchi sono inoltre muniti di un corpo riscaldante accessorio che viene inserito a temperature variabili da 4 a 12°C per il riscaldamento integrativo dell'acqua, ad esempio da 55°C a 60°C (legionelle). Un'esecuzione interessante è costituita da un apparecchio compatto con incorporato uno scambiatore di calore per l'utilizzazione di olio, gas, combustibili solidi, energia solare, ecc.

Negli scaldacqua con pompa di calore occorre dedicare un'attenzione del tutto particolare al prelievo di calore onde evitare un «furto di calore».

Tipi di scaldacqua con pompa di calore

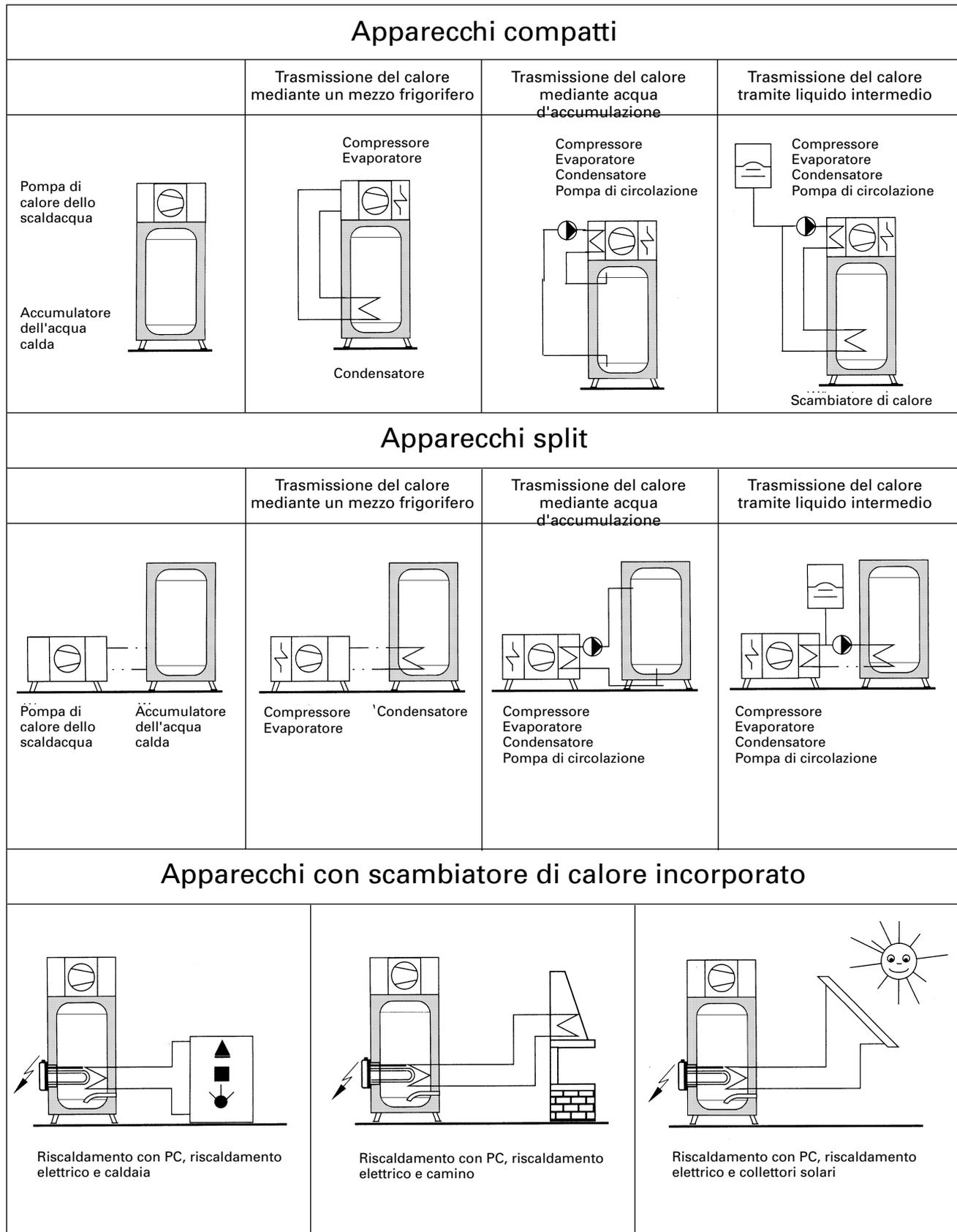


Figura 2.3.2.1: rappresentazione simbolica di principi possibili

Apparecchi compatti

a) Apparecchi per la trasmissione del calore mediante mezzi frigoriferi

Nella maggior parte degli apparecchi l'aria ambiente viene raffreddata per mezzo di un ventilatore e di un evaporatore a lamine. Eccezion fatta per il condensatore, i componenti del circuito frigorifero sono disposti sopra l'accumulatore dell'acqua calda. Ciò corrisponde alla versione compatta classica. In certi tipi di esecuzione il gruppo della pompa di calore può pure essere montato sull'accumulatore appoggiato su sostegni dopo che è stato tolto il registro del riscaldamento. In questo tipo di esecuzione al posto dell'evaporatore a lamine con ventilatore viene utilizzato un evaporatore statico a piastre posto attorno all'accumulatore dell'acqua calda. In questo tipo di esecuzione si rinuncia al ventilatore a causa della grande superficie dello scambiatore di calore. Per gli apparecchi con una sistemazione diretta del condensatore nell'accumulatore dell'acqua calda valgono le esigenze seguenti:

1. dal gennaio del 1994 è permesso utilizzare quale mezzo frigorifero soltanto R 22 oppure R 134a.
2. Oltre ai mezzi frigoriferi summenzionati sarà lecito utilizzare soltanto lubrificanti che non presentino alcun pericolo per l'utente dell'acqua potabile e ciò anche in caso di un guasto. È vietato aggiungere altre sostanze al mezzo frigorifero.
3. Gli scambiatori di calore esistenti tra il mezzo frigorifero e l'acqua potabile non devono presentare alcun punto saldato, giunti saldati, punti avvitati oppure altri tipi di collegamento. Il materiale deve inoltre offrire una sicurezza elevata contro i danni provocati dalla corrosione (omologazione SSIGA).
4. Negli scaldacqua con condensatore interno deve essere incorporato un dispositivo automatico di degassamento atto ad impedire che i mezzi frigoriferi gassosi possano giungere nei locali abitati attraverso le tubazioni dell'acqua potabile.

Gli apparecchi con sistemazione diretta del condensatore nell'accumulatore dell'acqua calda sono in grado di fornire rendimenti e prestazioni buoni oltre ad una costruzione economica.

b) Apparecchi con trasmissione del calore tramite acqua di accumulazione

Con questa esecuzione l'acqua dell'accumulatore è pompata da una pompa di circolazione attraverso lo scambiatore di calore posto all'esterno del serbatoio dell'acqua. La pompa di circolazione, lo scambiatore di calore e gli altri componenti del circuito frigorifero possono in tale caso essere installati nelle immediate vicinanze del serbatoio dell'acqua oppure direttamente sopra lo stesso.

c) Apparecchi con trasmissione del calore tramite un mezzo intermediario

Con questa concezione dell'apparecchio la trasmissione del calore dal condensatore fino all'accumulatore dell'acqua calda ha luogo tramite un mezzo che funge da intermediario, rispettivamente attraverso uno scambiatore di calore di sicurezza. I componenti del circuito frigorifero sono fissati sopra il serbatoio dell'acqua e non possono essere separati. Per quanto concerne la costruzione questo impianto richiede un dispendio maggiore a causa dello scambiatore di calore supplementare.

d) Apparecchi con condensatore posto all'esterno

Con questo tipo di apparecchio il condensatore è disposto attorno all'accumulatore dell'acqua calda. È quindi esclusa un'infiltrazione di mezzi frigoriferi nell'accumulatore dell'acqua calda. Grazie alle grandi superfici dello scambiatore la formazione di calcare è molto limitata.

e) Apparecchi con scambiatore di calore incorporato

In questo tipo di apparecchio è incorporato uno scambiatore di calore nell'accumulatore dell'acqua calda. Esiste così la possibilità di produrre acqua calda mediante olio per riscaldamento, gas, combustibili solidi, vapore e ciò mediante un impianto di produzione del calore come ad esempio caldaie oppure energia solare. L'adduzione del calore avviene indirettamente attraverso uno scambiatore di calore grazie ad un mezzo termovettore, quale l'acqua per il riscaldamento, il vapore, ecc. Nel caso di questo tipo di apparecchio non è assolutamente importante la discussione concernente il tema « furto di calore ». Questi apparecchi possono infatti essere utilizzati con la pompa di calore fino al limite di riscaldamento («temperature elevate dell'aria») ed in seguito avviene una commutazione sull'impianto di produzione del calore in esercizio.

Apparecchi split

Gli apparecchi nei quali la pompa di calore e l'accumulatore dell'acqua calda sono installati separatamente sono adatti per le applicazioni nelle quali la fonte di calore ed l'ubicazione del serbatoio dell'acqua sono separati nello spazio e necessitano di un raccordo mediante tubazioni.

a) Apparecchi con trasmissione del calore mediante mezzi frigoriferi

Nel caso di apparecchi strutturati in questo modo la separazione dei gruppi avviene a livello del circuito del mezzo frigorifero. In tale caso vengono installate sul posto delle tubazioni, riempite di un mezzo frigorifero, tra il compressore e l'organo d'espansione della pompa di calore da un lato, nonché il condensatore posto nel serbatoio dell'acqua, dall'altro.

Le tubazioni riempite di mezzi frigoriferi e chiuse alle loro estremità con fogli metallici vengono fornite in diverse lunghezze. Al momento del montaggio mediante avvitamento delle tubazioni, un mandrino buca di volta in volta il foglio metallico, facendo così in modo che il circuito frigorifero possa funzionare. Con questo impianto è possibile uno split senza pompa di circolazione accessoria oppure uno scambiatore di calore.

b) Apparecchi con trasmissione del calore mediante acqua di accumulazione

Con questo tipo di apparecchio l'acqua dell'accumulatore viene pompata mediante una pompa di circolazione attraverso lo scambiatore di calore posto nella pompa di calore, all'esterno dell'accumulatore. È possibile utilizzare anche accumulatori su sostegno regolabile già esistenti, grazie all'acquisto di una pompa di calore ad acqua calda, onde realizzare un impianto split. A causa del contatto diretto tra il condensatore e l'acqua da scaldare, le esigenze poste alla lettera «a» valgono anche in questo caso.

c) Apparecchi con trasmissione del calore mediante circuito intermedio

Nel caso di questa esecuzione un circuito chiuso di acqua di riscaldamento garantisce la trasmissione del calore dal condensatore all'accumulatore dell'acqua calda. Durante il funzionamento della pompa di calore, una pompa garantisce la circolazione intermedia tra il condensatore e lo scambiatore di calore nell'accumulatore dell'acqua calda.

Il circuito intermedio deve essere munito di un dispositivo automatico di degassamento.

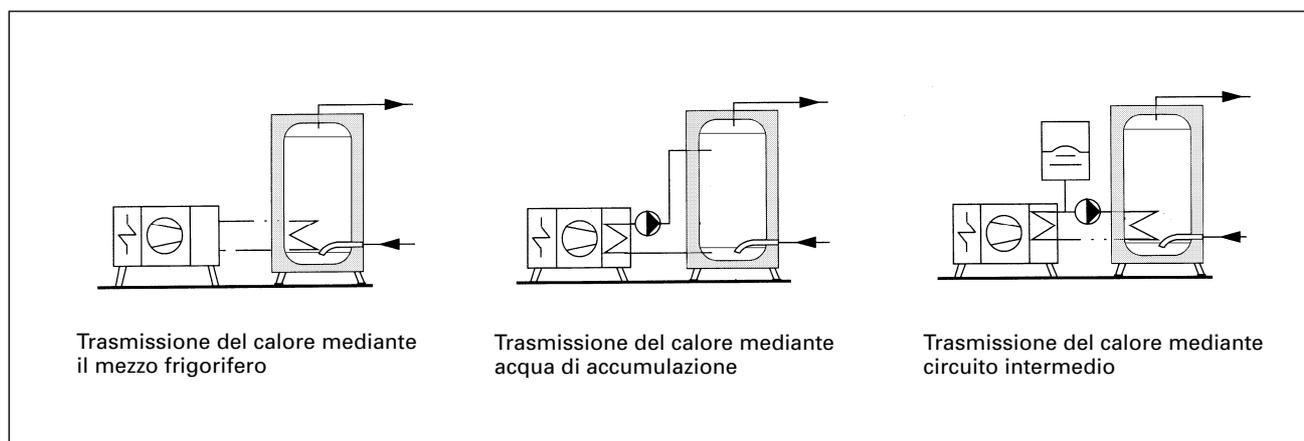


Figura 2.2.3.2: vista d'insieme degli apparecchi split

2.3.3 Determinazione del volume dell'accumulatore

Se lo scaldacqua con pompa di calore è riscaldato soltanto di notte a bassa tariffa, il volume dovrà essere aumentato di circa il 10% rispetto a quello di uno scaldacqua elettrico, tenendo conto delle considerazioni seguenti:

- *fabbisogno uguale di acqua calda*
- *perdite di distribuzione uguali*
- *periodi di carica uguali*
- *temperatura dell'acqua calda 55°C.*

Ci si può chiedere se il concetto, usuale in Svizzera, di una carica notturna di 3, 4, 6 oppure 8 ore e, di conseguenza, di accumulatori dell'acqua calda relativamente grandi è corretto, poiché di notte le temperature dell'aria esterna sono di alcuni K inferiori a quelle misurate durante il giorno, ciò che ha un influsso negativo sul coefficiente di lavoro annuo nel caso di un funzionamento esclusivamente notturno. Poiché la differenza tra la tariffa bassa e quella alta diventa sempre minore, lo scaldacqua con pompa di calore dovrebbe essere caricato durante 20-24 h. In questo modo sarebbe possibile utilizzare volumi e gruppi di minori dimensioni. Tenendo conto delle temperature dell'acqua calda che sono inferiori di 5 K, per gli scaldacqua devono essere utilizzate le basi di dimensionamento note.

2.3.4 Ubicazione della pompa di calore *Ubicazione ideale*

Come locale d'installazione deve essere scelto un locale che non deve essere riscaldato ed in cui si produce calore dissipato. Particolarmente adatti sono le cantine ed i locali d'angolo con almeno una parete esterna.

Il volume del locale in cui viene eseguita l'installazione deve essere di almeno 25 m³ per 1 kW di potenza nominale assorbita; in caso contrario sarà necessario l'impiego di un ventilatore per evacuare l'aria raffreddata verso l'esterno oppure verso un altro locale (ventilatore dell'aria viziata).

Per un funzionamento oltre il limite di riscaldamento di +12°C è necessaria un'apertura verso l'esterno di circa 0,5 m² al minimo. Se necessario dovrà essere installato un ventilatore per l'aria viziata.

Contemporaneamente è necessario che le tubazioni fino ai principali punti di presa – cucina, bagni – presentino la minor lunghezza possibile. Qualora queste esigenze non possano essere adempiute sarà necessario scegliere un altro locale per l'installazione oppure esaminare la possibilità di utilizzare uno scaldacqua split con pompa di calore.

Qualora per l'installazione fosse scelto un altro locale sarà necessario prevedere una comunicazione con il locale da cui esce il calore dissipato e ciò allo scopo di garantire lo scambio termico necessario per mezzo di

un ricambio d'aria. È possibile reperire sul mercato apparecchi con raccordi per le condotte di ventilazione.

Locali non adatti all'installazione

Qualora fossero utilizzati apparecchi compatti, i seguenti locali potrebbero essere considerati come inadeguati:

cantine per ortaggi, cantine per il vino

Durante il funzionamento della pompa di calore l'aria del locale in cui è installata si raffredda, a seconda della grandezza del locale, da 1 fino a 7 K. Queste variazioni rapide della temperatura sono di pregiudizio soprattutto alla conservazione del vino.

Se la temperatura di superficie dell'evaporatore è minore di quella del punto di rugiada dell'aria del locale, quest'ultima viene deumidificata. Ciò ha come conseguenza che viene estratta umidità dalla verdura e dalla frutta, nonché dai tappi delle bottiglie di vino.

Locali sporchi o soggetti ad emissioni di polvere

A seconda della loro composizione, la sporcizia e la polvere possono causare l'intasamento dell'evaporatore. Particolarmente critica è anche la polvere di farina, giacché la stessa rimane incollata alle lamine umide.

Autorimesse (locali soggetti alle prescrizioni della polizia del fuoco)

Attraverso il ventilatore possono essere soffiati in tutto il locale eventuali gas esplosivi presenti, aumentando così il pericolo di esplosione. Sono particolarmente pericolosi i locali nei quali vengono manipolati dei solventi.

Locali esposti al pericolo di gelo (ad es. solai)

In questi locali esiste il pericolo che le tubazioni e l'accumulatore possano gelare e rovinarsi.

Locali riscaldati

Per motivi energetici non è razionale installare uno scaldacqua con pompa di calore utilizzando l'aria di locali riscaldati quale fonte di calore.

Apparecchi split

Questi problemi possono essere in parte risolti con l'utilizzazione di apparecchi split, soprattutto qualora siano utilizzati evaporatori statici. Ciò vale ad esempio soprattutto per i locali soggetti al pericolo di gelo, qualora la trasmissione di calore sia realizzata con il mezzo frigorifero. Occorre tener conto del fatto che il prelievo di calore nel locale non dipende dalla temperatura del locale stesso, bensì dal fabbisogno di acqua calda.

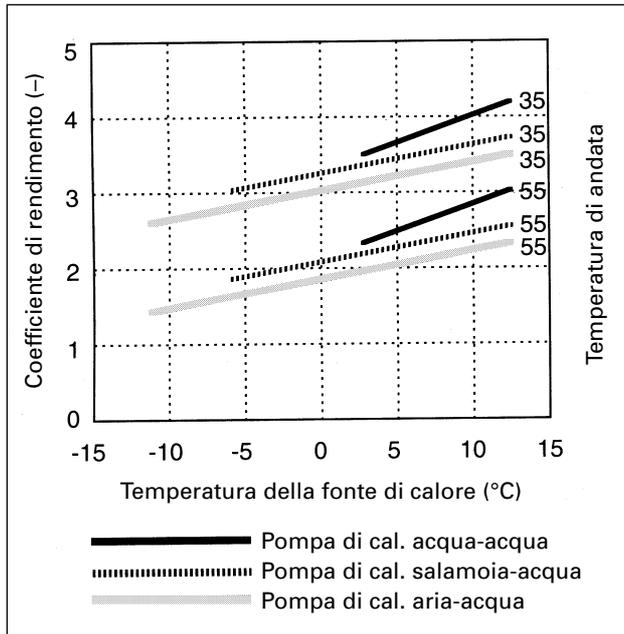


Tabella 2.3.6.1: coefficiente di rendimento

Tipo di costruzione	Coefficiente di rendimento	Coefficiente di lavoro annuo	Coefficiente di utilizzazione del sistema
Acqua-acqua (monovalente)	3,5...4,0	3,0...3,5	2,8...3,3
Salamoia-acqua (monovalente)	3,0...3,5	2,5...3,0	2,3...2,8
Aria-acqua (bivalente)	2,9...3,4	2,4...2,9	1,5...2,5

Tabella 2.3.6.2: coefficienti di rendimento possibili

2.3.5 Fonte di calore

Utilizzando scaldacqua con pompa di calore, il calore dissipato deve servire quale fonte di calore. In tal caso occorrerà tener conto della definizione seguente:

il calore dissipato è il calore prodotto da un processo e che non può essere utilizzato razionalmente in modo diretto o tecnico a favore del processo stesso.

In tal caso il calore dissipato deve essere uguale o maggiore dei fabbisogni corrispondenti dell'evaporatore dello scaldacqua con pompa di calore che è stato previsto.

Qualora per il raccordo ad un sistema di riscaldamento vengano utilizzati apparecchi con uno scambiatore di calore incorporato, le esigenze summenzionate non costituiscono una condizione. Questo tipo d'installazione dello scaldacqua con pompa di calore non è in funzionamento durante il periodo di riscaldamento.

2.3.6 Coefficiente di rendimento

Il coefficiente di rendimento fornisce chiarimenti in merito alla quantità di energia consumata in rapporto con il rendimento; esso ci informa quindi sul numero di kWh di energia pregiata che può essere prelevato dall'approvvigionamento in corrente.

Questo rapporto viene indicato da diversi coefficienti di rendimento che dipendono da almeno tre condizioni che devono pure essere sempre indicate:

- limite del bilancio
- periodo di osservazione
- differenza di temperatura tra la fonte di calore ed il riscaldamento.

La tabella 2.3.6.1 indica quali siano i coefficienti di rendimento possibili.

Nella tabella 2.3.6.2 sono riassunti i valori possibili allo stato attuale della tecnica per le pompe di calore a motore elettrico.

2.4 Prestazioni

2.4.1 Criteri

Molteplici sono i parametri che esercitano un influsso sulle prestazioni di uno scaldacqua:

- carica
- scarica
- stratificazione
- temperatura d'esercizio
- sistema di distribuzione
- qualità dell'acqua.

Un'interazione ottimale di tutti questi influssi ha un ruolo determinante durante la progettazione di uno scaldacqua e del sistema di distribuzione corrispondente.

2.4.2 Carica

Cosa succede in uno scaldacqua al momento della sua carica mediante riscaldamento diretto con un corpo riscaldante elettrico?

Quando l'acqua è scaldata in un punto del suo volume, la sua densità diminuisce e l'acqua si sposta verso l'alto. Al di sopra di un corpo riscaldante l'acqua calda si alza come fa il fumo sopra il fuoco. L'acqua che si trova al di sotto del corpo riscaldante non può assolutamente essere riscaldata e resta praticamente fredda.

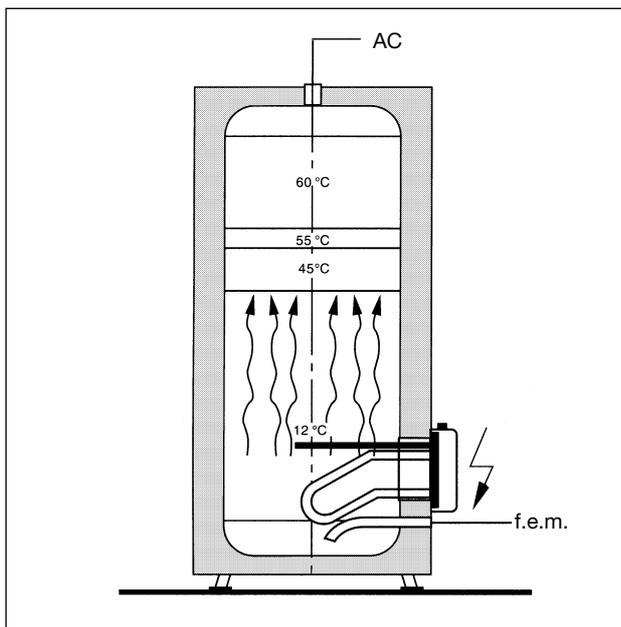


Figura 2.4.2.1: con una carica statica l'acqua si muove verso l'alto diminuendo la propria densità e stabilendosi nello strato di temperatura

Questo fenomeno è stato sfruttato nello «scaldacqua automatico» e nel «sistema Magro»

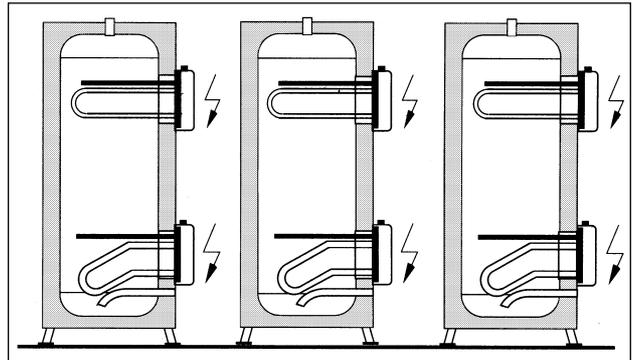


Figura 2.4.2.2

- a) Tutto il contenuto è stato riscaldato a bassa tariffa durante la notte mediante il corpo riscaldante inferiore.
- b) Prelevando acqua calda, nella parte inferiore del contenitore fluisce acqua fredda. Grazie alla struttura speciale del tubo di alimentazione dell'acqua fredda, si forma una stratificazione di acqua fredda e di acqua calda.
- c) Non appena il livello dell'acqua fredda raggiunge il regolatore della temperatura del corpo riscaldante superiore, il riscaldamento diurno s'inserisce finché non sia riscaldata la parte superiore del contenuto.

Se durante il giorno si volesse riscaldare solo la parte fredda (parte inferiore), non si riuscirebbe a farlo!

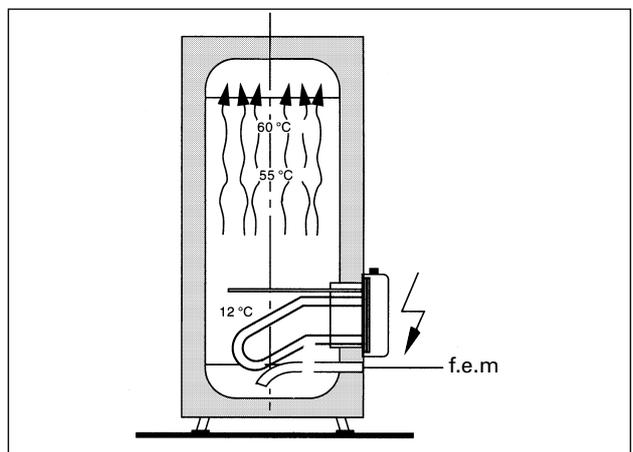


Figura 2.4.2.3: situazione in caso di ricarica di giorno con l'elemento riscaldante inferiore

2.4.3 Scarica

I processi seguenti causano la scarica degli scaldacqua:

- prelievo
- perdite di circolazione (sistema di distribuzione)
- circolazioni interne nell'accumulatore per conduzione termica delle pareti dell'accumulatore e dei manicotti freddi.

Questi fattori influenzano in modo determinante il comportamento di scarico di uno scaldacqua.

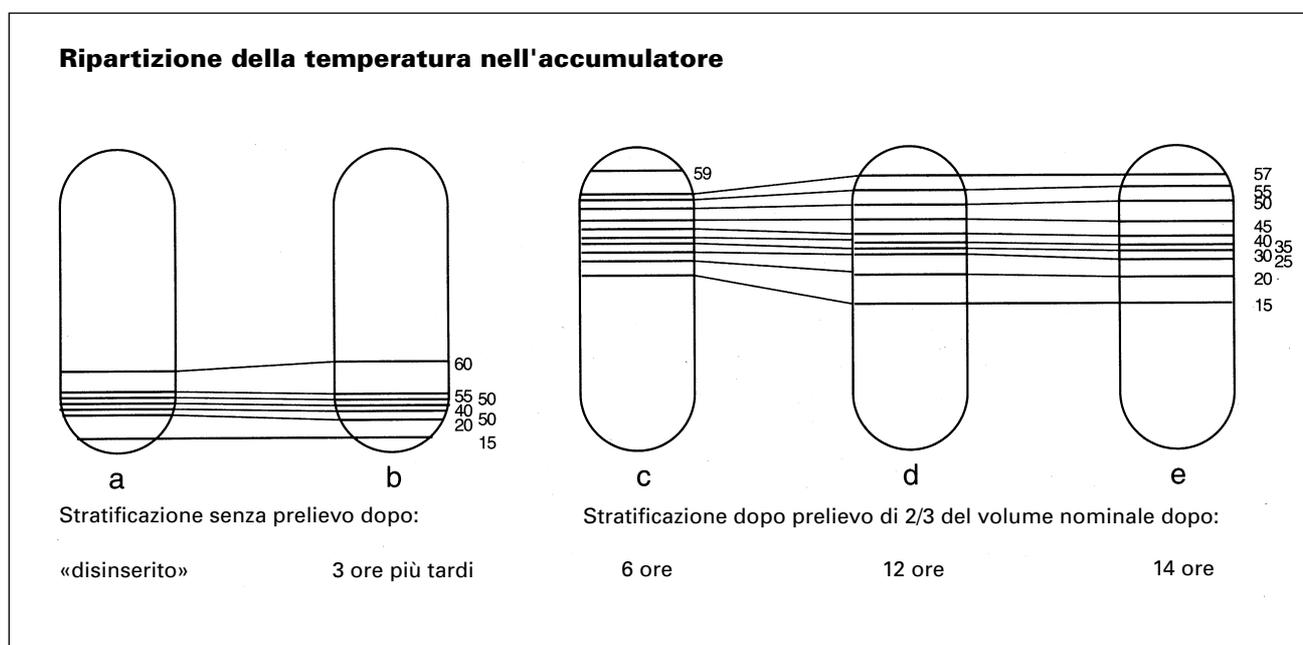


Figura 2.4.3.1: ripartizione della temperatura negli accumulatori secondo le misure del LWB

Tabella 1

Volume utile, ossia volume alla temperatura di almeno 50°C che può essere prelevato immediatamente dopo il disinserimento del riscaldamento (60°C):

Flusso volumetrico del prelievo 10 l/min						20 l/min			30 l/min			40 l/min		
Vn	VI	Vs	I	%Vn	%Vs	I	%Vn	%Vs	I	%Vn	%Vs	I	%Vn	%Vs
200	210	192	200	100	104	195	98	102	182	91	95	173	87	90
300	320	290	307	102	106	300	100	103	286	95	99	274	91	94
500	524	460	483	97	105	472	94	103	462	92	100	452	90	98

Vn volume nominale secondo targhetta segnaletica

VI volume lordo dello scaldacqua

Vs volume dello scaldacqua senza la zona al di sotto del riscaldamento

Nella prassi si costata quanto segue:

(con riferimento alla tabella 1)

- con un periodo di prelievo «normale», nell'economia domestica (prelievi ripartiti sull'arco di ca 14 ore) si ottiene una ripartizione molto piatta della temperatura.
- Dopo dodici o più ore tra il primo e l'ultimo prelievo la «zona mista» si estende a quasi tutto l'accumulatore. Il volume non è tuttavia perso per un'utilizzazione.
- Se si suppone che l'ultima utilizzazione di acqua calda alla sera sia quella destinata all'igiene corporale, nel diagramma possiamo vedere che, indipendentemente dallo spessore della zona mista, si può ancora prelevare acqua calda a 40°C o ancora più calda, in modo regolare e per circa il 103% della capienza nominale.
- Per gli scaldacqua domestici fino a 300 l si può in questo modo rinunciare all'applicazione di un supplemento generale del 10%. Un supplemento è invece normalmente giustificato in altri settori d'applicazione con punte di prelievo più importanti e/o temperature minime più elevate.

Le condizioni per l'esattezza di queste considerazioni sono tuttavia le seguenti:

- coibentazione termica ottimale dell'accumulatore
- costruzione corretta del serbatoio (manicotti, rapporto diametro-altezza)
- nessuna convezione perturbatrice insieme con forti perdite all'interno dell'accumulatore.

2.4.4 Stratificazione

Negli ultimi 10 anni è stato studiato in modo approfondito il fenomeno della stratificazione in rapporto alle perdite di calore negli accumulatori dell'acqua calda.

Già da lungo tempo era noto il fatto che durante il riscaldamento l'acqua forma strati con diversi livelli di temperatura (stratificazione), ma si conoscevano solo in modo approssimativo i motivi a causa dei quali questa stratificazione poteva venire perturbata o addirittura eliminata entro breve tempo.

Stratificazione normale

Le misurazioni delle stratificazioni effettuate dal LWB sono visibili nella figura 2.4.3.1

Cause di anomalia della stratificazione

Le cause più frequenti di anomalia della stratificazione in uno scaldacqua sono illustrate nella figura seguente:

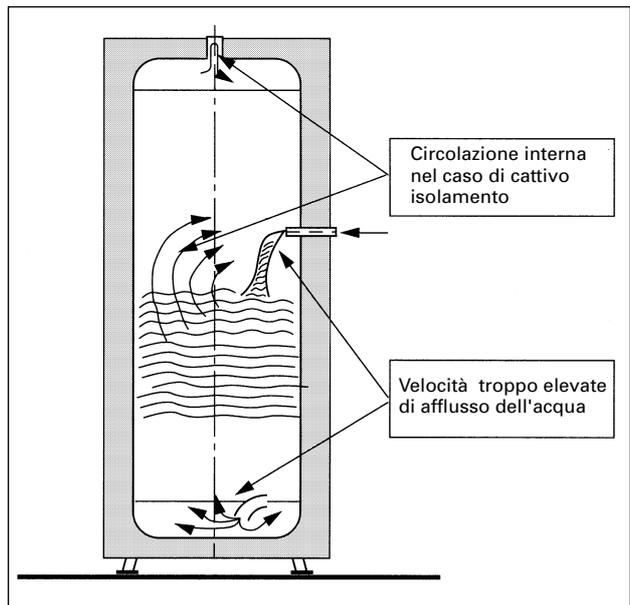


Figura 2.4.4.1: cause di anomalie della stratificazione

Rimedio

Negli scaldacqua ad uso domestico fino a 500 litri (senza circolazione) è sufficiente che lo scaldacqua soddisfi le esigenze di una costruzione corretta e di una coibentazione termica ottimale. È tuttavia importante che vengano isolati i tubi di scarico verso le singole tubazioni di distribuzione.

Negli impianti di grandi dimensioni con riscaldamento elettrico il compito diventa più difficile quando si tratta di ovviare ad anomalie della stratificazione. Occorre tener conto in modo particolare dei punti seguenti:

- preparazione di una quantità sufficiente d'acqua calda, comprese le perdite
- evitare i circuiti di circolazione (utilizzare invece un nastro riscaldante elettrico)
- coibentazione termica ottimale dell'accumulatore
- nessun manicotto di riserva inutile
- evitare le circolazioni interne causate da condotte d'alimentazione esterne.

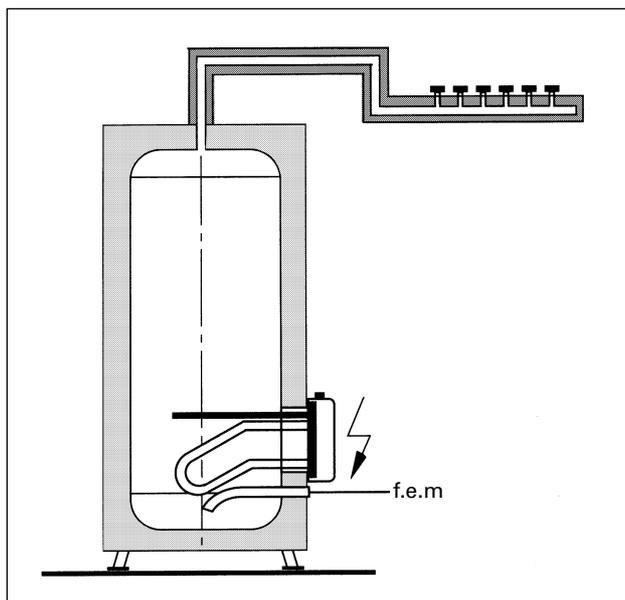


Figura 2.4.4.2: scaldacqua ben concepito per case unifamiliari

Un'ulteriore possibilità di evitare anomalie della stratificazione consiste nello scaldare esternamente il ritorno della circolazione. Lo svantaggio di questa soluzione risiede nel fatto che occorre avere continuamente a disposizione energia per tale riscaldamento integrativo.

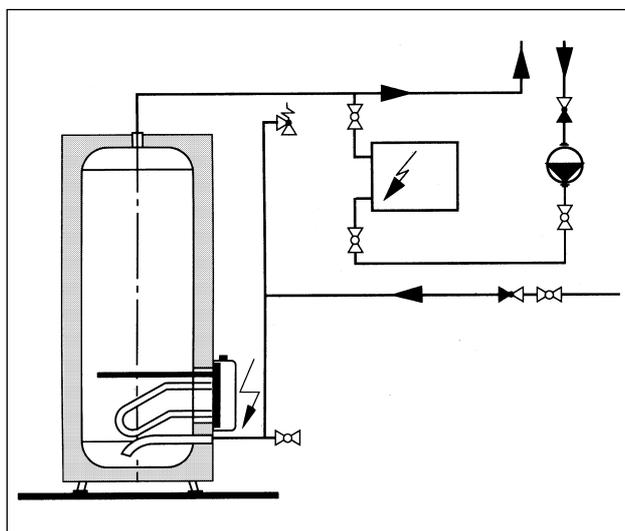


Figura 2.4.4.3: impianto per il riscaldamento dell'acqua con riscaldamento integrativo della circolazione

2.4.5 Temperature d'esercizio

Lo spettro della temperatura d'esercizio corretta è molto ampio. Da un lato esso subisce l'influsso del risparmio energetico, mentre dall'altro sono molto importanti anche i fabbisogni dell'utente. Qui di seguito menzioneremo alcuni esempi che sono determinanti quali parametri per la determinazione della temperatura dell'acqua calda:

- | | |
|---------------------------------------|-------------|
| - igiene corporale | ca 45°C |
| - docce collettive | ca 40°C |
| - cucine per economie domestiche | ca 50°C |
| - cucine professionali | ca 60°C |
| - disinfezione (macellerie) | fino a 90°C |
| - industria a seconda del fabbisogno. | |

A seconda delle circostanze ne risulta un'ampiezza dello spettro della temperatura di circa 45-90°C per il fabbisogno normale di un complesso di edifici. In tali condizioni occorre stabilire una temperatura conveniente per ognuno, oppure fare in modo che ognuno disponga della temperatura desiderata per mezzo di rubinetterie centrali di miscelazione.

A seconda delle circostanze il problema delle «legionelle» avrà un'influsso sulla scelta della temperatura dell'acqua calda, nel senso che non ci si baserà più su una temperatura massima di 60°C, bensì su una temperatura minima di 60°C all'uscita della rubinetteria di prelievo (cfr. capitolo 7.2).

2.4.6 Composizione dell'acqua

La composizione dell'acqua esercita gli influssi seguenti sulle prestazioni di un impianto per la produzione di acqua calda:

- dispendio d'energia (nel caso di incrostazioni sulle parti che trasmettono il calore)
- corrosione
- otturazione delle tubazioni dell'acqua calda nel caso di incrostazioni.

È opportuno poter disporre di un'analisi chimica aggiornata dell'acqua per stabilire se sia necessario adottare misure di trattamento dell'acqua. Tale analisi è di regola fornita dall'azienda dell'acqua potabile competente, oppure potrà essere fatta eseguire da un laboratorio qualificato dopo prelievamento in loco di un campione.

La valutazione dell'analisi richiede alcune conoscenze nel settore della chimica concernente l'acqua.

2.5 Comando e regolazione

Introduzione

Per la regolazione di uno scaldacqua non sono richieste esigenze tecniche elevate. I problemi insorgono piuttosto quando si tratta di funzioni di comando diverse che riguardano la carica dello scaldacqua. In questo capitolo ci soffermeremo in modo particolare su tali aspetti.

Differenti leggi energetiche prescrivono le misure che devono essere adottate in modo imperativo negli impianti per la produzione dell'acqua calda. Anche senza essere vincolanti, tuttavia, i dati di misurazione possono fornire indicazioni importanti per quanto concerne il funzionamento di un impianto. Per questo motivo la seconda parte di questo capitolo sarà dedicata a questo tema.

2.5.1 Scaldacqua

Per la maggior parte delle funzioni di regolazione degli scaldacqua elettrici vengono utilizzati termostati che inseriscono o disinseriscono il corpo riscaldante. Per le cariche notturne il comando orario dipende dal comando inserito sulla rete dal fornitore di energia elettrica. A seconda delle condizioni di base poste dall'azienda elettrica è naturalmente possibile esercitare un influsso sulle funzioni di carica anche mediante commutazioni manuali, temporizzatori oppure termostati.

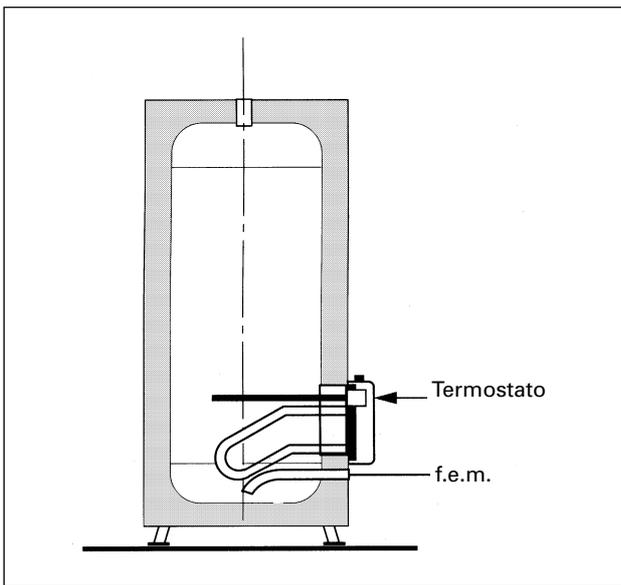


Figura 2.5.1.1: scaldacqua elettrico su sostegni regolabili, con commutazione a termostato per inserimento e disinserimento

Scaldacqua «Magro»

Durante gli anni '30 Max Grossen, collaboratore delle centrali elettriche bernesi, allo scopo di equilibrare il carico delle centrali elettriche senza sbarramento ha voluto accumulare la corrente massima possibile, rispettivamente il massimo calore possibile in accumulatori, durante le ore di carico debole onde poter disporre della riserva massima durante le ore di punta.

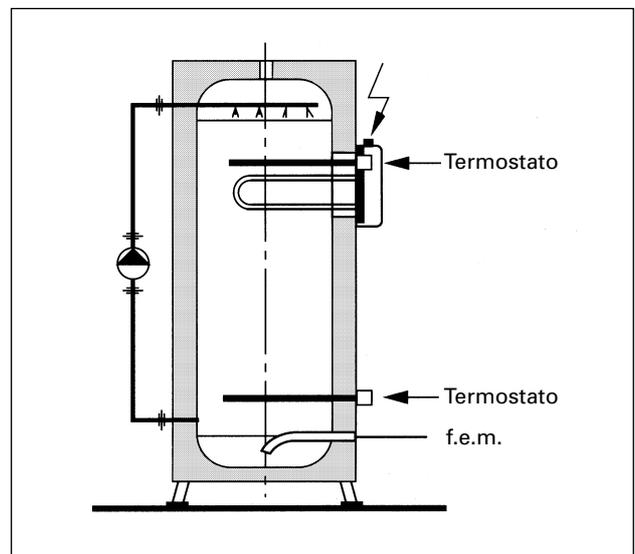


Figura 2.5.1.2: scaldacqua classico Magro, con registro sistemato sulla parte superiore e con termostati

Il riscaldamento elettrico dovrebbe aver luogo durante le ore seguenti:

- durante la settimana dalle ore 22.00 alle ore 06.00
- sul fine settimana durante tutto il giorno.

Questo tipo d'inserimento permette una carica durante 88 ore alla settimana, delle quali circa la metà durante il fine settimana. Per poter sfruttare tali periodi l'impianto deve adempiere le condizioni seguenti:

- grandi accumulatori atti a coprire il fabbisogno di parecchi giorni
- possibilità di riscaldamento e di prelievo contemporanei
- nessuna anomalia della stratificazione nell'accumulatore.

La particolarità di questo sistema di carica risiede nel fatto che l'accumulatore si carica dall'alto verso il basso. Tale sistema di carica viene ancora utilizzato al giorno d'oggi da un canto sotto forma di scaldacqua «Magro» classico e, dall'altro, di sistemi con scambiatori di calore esterni (ad es. scambiatori a piastre).

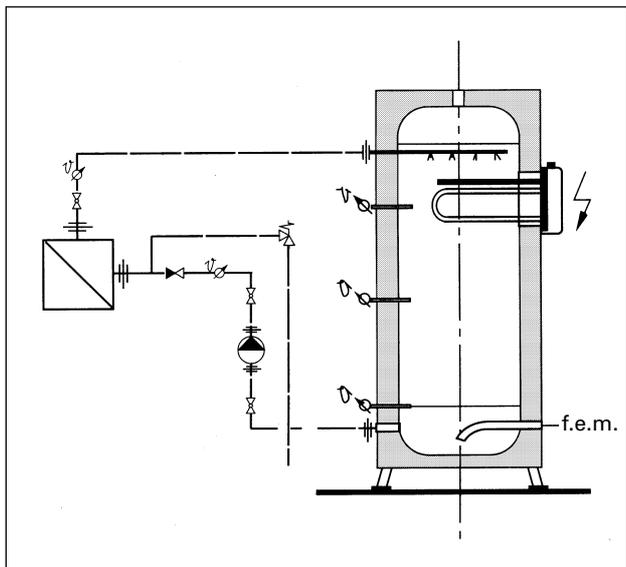


Figura 2.5.1.3: sistema Magro con scambiatore di calore a piastre esterno ed unità di comando

Affinché questo sistema permetta di adempiere la condizione concernente il riscaldamento integrativo durante il periodo di utilizzazione, l'acqua del circuito secondario dovrà essere scaldata, mediante un circuito di circolazione, ad una temperatura nominale (ad es. 60°C). Ciò può essere ottenuto

- sia regolando la temperatura del circuito primario
- sia regolando il flusso volumetrico del circuito secondario.

Se il lato primario di uno scambiatore di calore funziona ad esempio con elementi di produzione di calore a bassa temperatura (PC, produzione di calore ed energia elettrica con legna da ardere, caldaia a condensazione, ecc.) è assolutamente necessario *mantenere una bassa temperatura di*

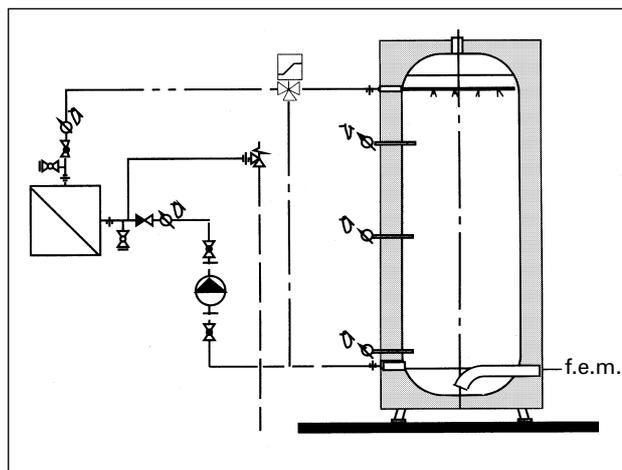


Figura 2.5.1.4: sistema Magro con scambiatore di calore a piastre esterno ed unità di comando, compresa la regolazione della temperatura sul lato secondario

ritorno.

Con questo tipo di circuito l'accumulatore serve solo come tampone puro e semplice. Qualora l'energia sia sempre disponibile esso permette di diminuire il numero d'inserimenti, prolungando le fasi di funzionamento del riscaldamento. Qualora il sistema fosse alimentato con l'elettricità, esso dovrebbe poter accumulare l'equivalente del fabbisogno quotidiano affinché il riscaldamento possa aver luogo durante le ore a tariffa bassa.

2.5.2 Circolazione

In alcuni cantoni la circolazione deve essere interrotta durante un certo tempo (ad es. 8 ore). A seconda delle caratteristiche presentate dall'edificio, il periodo durante il quale la circolazione deve essere interrotta potrà subire una variazione. Potrebbe perfino capitare che all'interno di un edificio siano necessari intervalli d'interruzione diversi.

Sotto l'aspetto energetico e nella maggioranza dei casi, un'interruzione della circolazione nelle tubazioni è razionale. In questo caso possono tuttavia manifestarsi anche degli svantaggi:

- lunghi periodi d'attesa per l'utilizzazione quando la circolazione è interrotta
- perdite elevate di energia e di acqua
- anomalia della stratificazione al momento dell'inserimento della circolazione.

Si può ovviare all'anomalia della stratificazione mediante il contenuto di acqua fredda del sistema d'acqua calda con misure tecniche di comando, cioè

programmando il momento dell'inserimento della circolazione durante la fase di riscaldamento. Ciò significa che la perdita di calore dell'acqua raffreddata dovrà essere compensata alla fine della fase di riscaldamento. Nel caso di un riscaldamento integrativo esterno della circolazione ciò non è necessario.

2.5.3 Disinfezione termica

Le conoscenze concernenti il problema della malattia del legionario hanno portato all'adozione di misure contro la propagazione dell'agente patogeno della malattia negli edifici quali

- gli ospedali
- le cliniche
- gli alberghi.

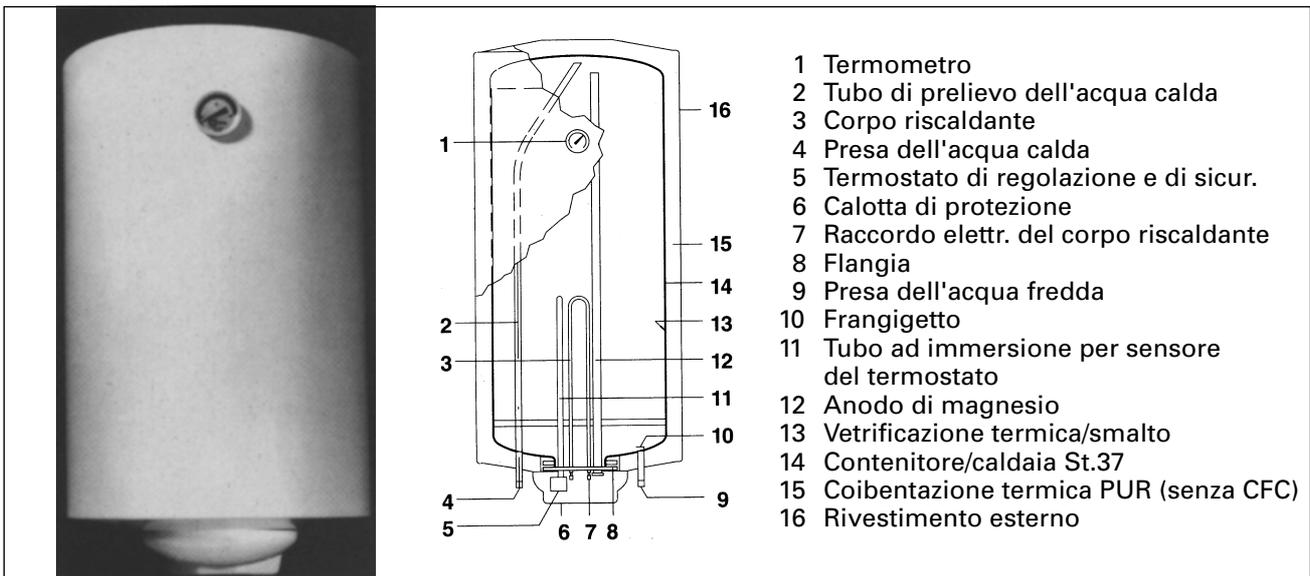
Gli accumulatori d'acqua calda ed i sistemi delle tubazioni devono, di conseguenza, essere disinfettati termicamente ed in modo regolare, ossia le temperature devono, durante un breve periodo, essere portate nettamente al di sopra dei 60°C.

In tali impianti ciò crea per lo più un problema tecnico di regolazione. Occorre fare in modo che la temperatura primaria possa essere portata ad un minimo di 75°C in rapporto al valore nominale necessario. Per l'aumento periodico della temperatura occorrerà installare termostati o sensori separati, affinché possano essere comandati da un temporizzatore. L'aumento della temperatura può parimenti aver luogo per mezzo di un corpo riscaldante elettrico.

2.6 Caratteristiche costruttive

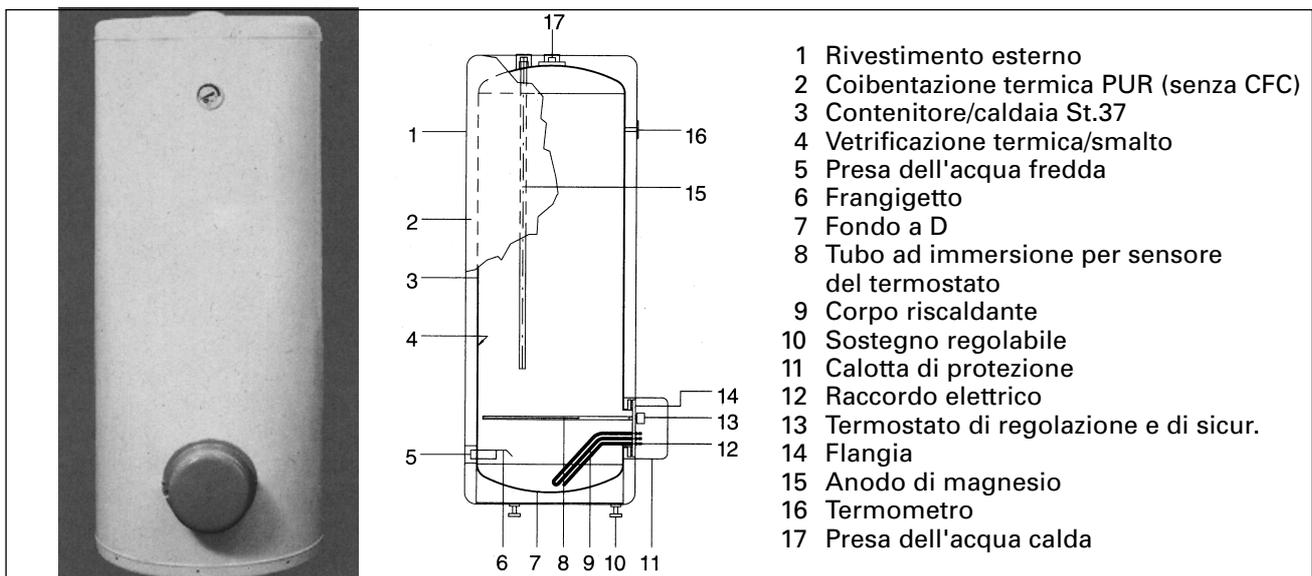
2.6.1 Costruzione degli scaldacqua ad accumulazione

a) Scaldacqua ad accumulazione a parete (figura 2.6.1.1)



Da circa 50 fino a 200 litri.

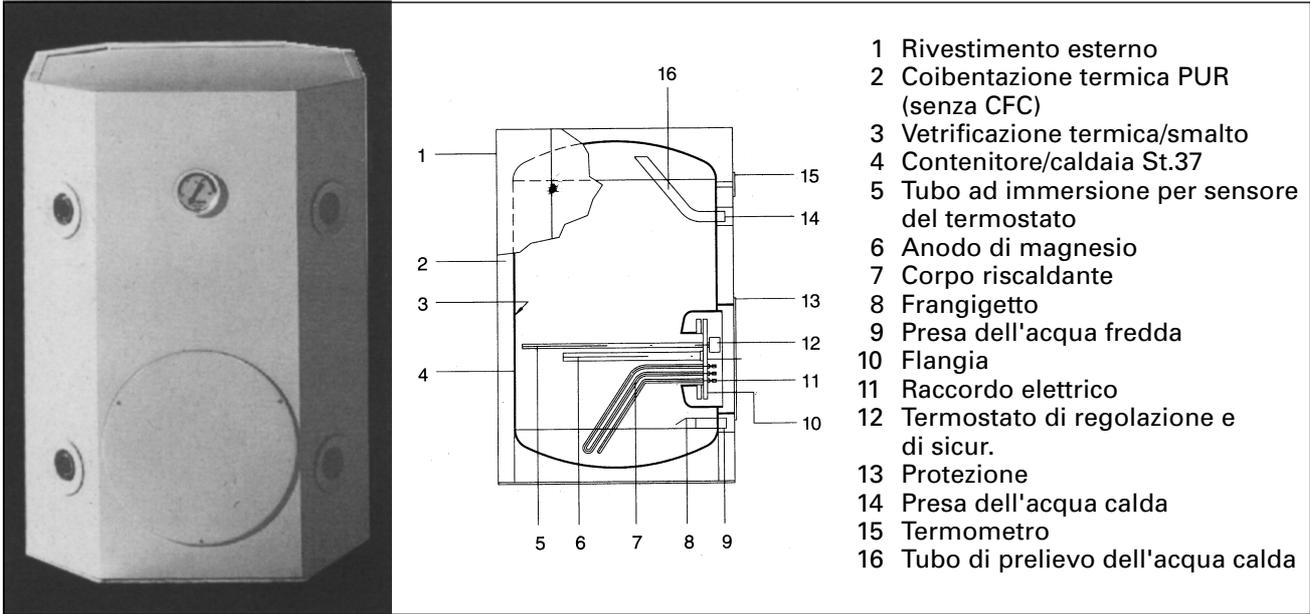
Onde poter sfruttare lo spazio nei punti d'installazione speciali vengono prodotti scaldacqua a parete orizzontali e piatti, con una capacità variabile da 150 a 200 litri. Gli scaldacqua a parete vengono utilizzati per un presa d'acqua oppure per gruppi di approvvigionamento di dimensioni minori.

b) Scaldacqua ad accumulazione su sostegni regolabili (figura 2.6.1.2)


Da circa 200 fino a 500 litri, rispettivamente fino a 1000 litri ed oltre.

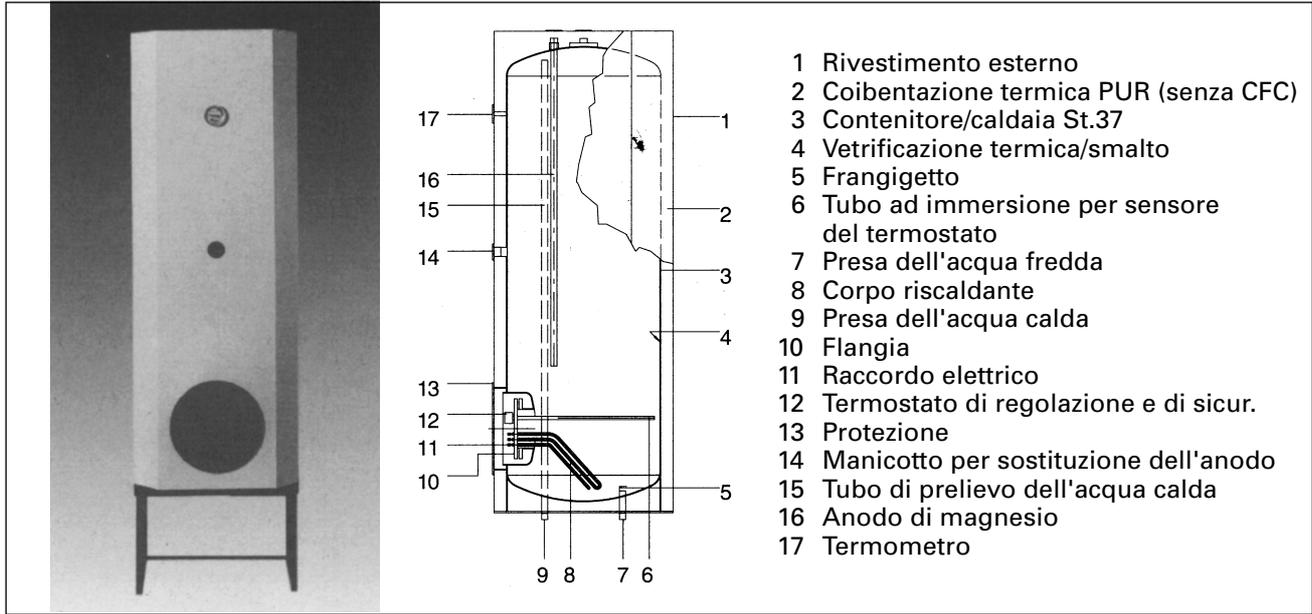
Gli scaldacqua su sostegni regolabili vengono prodotti con capacità variabili da 200 fino a 500 litri per la versione «compatta», ossia con schiuma di poliuretano iniettata e rivestimento di lamiera. Gli scaldacqua su sostegni regolabili di una capacità superiore a 500 vengono forniti in 2 o 3 parti per motivi di trasporto. Il cosiddetto contenitore della caldaia, la coibentazione termica di espanso poliuretano flessibile oppure di semigusci di espanso poliuretano rigido ed il rivestimento in PVC oppure di lamiera aluminata vengono forniti come componenti singoli e montati sul cantiere. Gli scaldacqua su sostegni regolabili vengono utilizzati per un approvvigionamento centrale oppure di gruppo con sistemi di tubazioni collettivi o singoli.

c) Scaldacqua ad accumulazione ad incasso (sotto il lavandino) (figura 2.6.1.3)



Per l'incasso in cucine SINK ed EURONORM, di una capienza variabile da circa 50 fino a 120 litri.

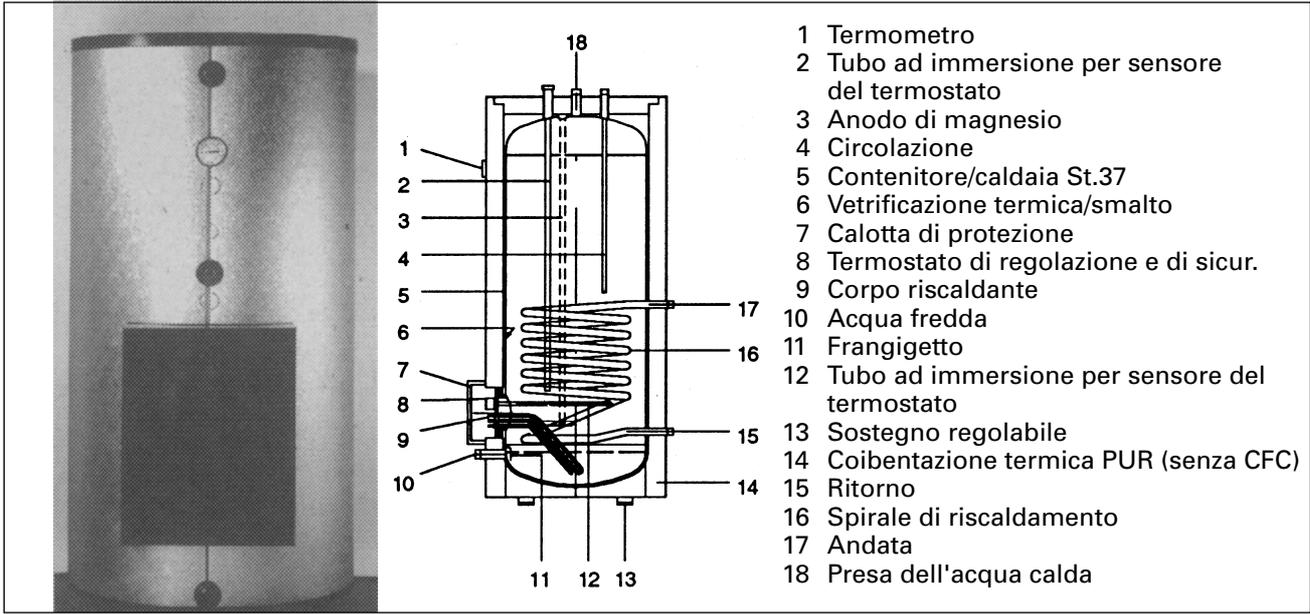
Gli scaldacqua ad incasso (sotto il lavandino) sono adatti ad un punto di presa oppure a piccoli gruppi di approvvigionamento (monolocali in casa plurifamiliare).

d) Scaldacqua ad accumulazione ad incasso (armadio alto) (figura 2.6.1.4)


Per l'incasso in cucine SINK ed EURONORM di una capienza a partire da circa 150 fino a 300 litri.

Costruzioni specifiche permettono l'incasso e la sostituzione senza problemi (come per un refrigerante oppure una lavastoviglie). Gruppi di sicurezza e di rubinetteria specialmente omologati permettono un raccordo ed un incasso senza problemi che consentono di risparmiare spazio. Lo scaldacqua incassato in un armadio è adatto a parecchi punti di presa, nell'ambito di un approvvigionamento per gruppi (appartamenti in casa plurifamiliare).

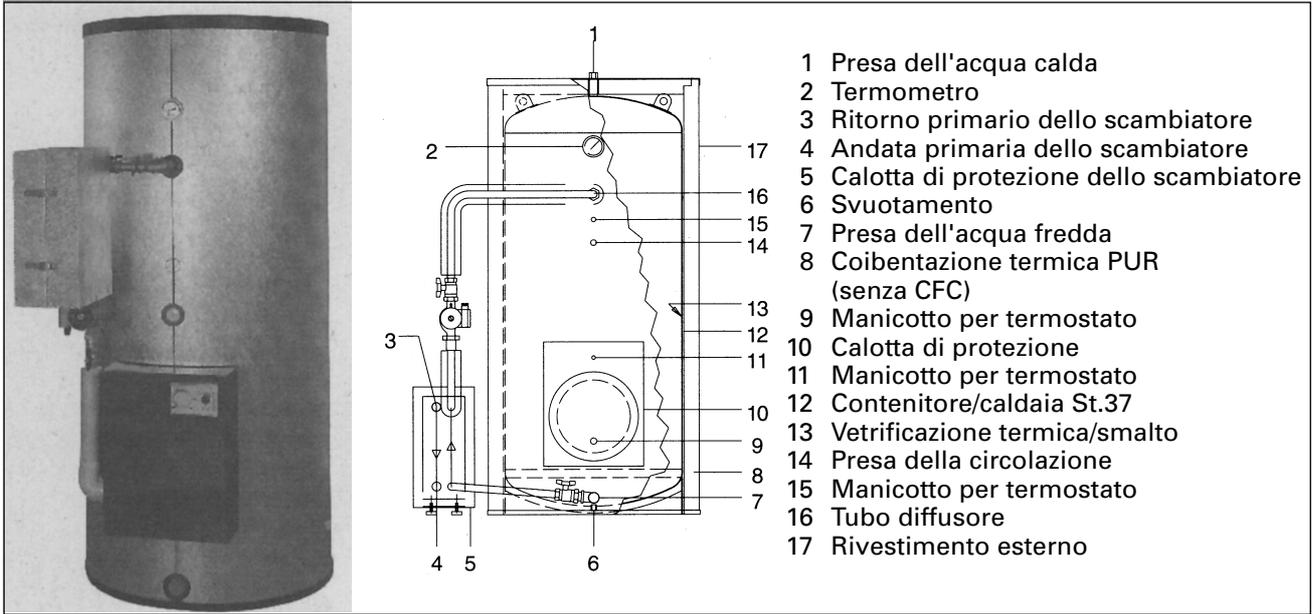
e) Scaldacqua ad accumulazione con scambiatore di calore incorporato (figura 2.6.1.5)



Con scambiatore di calore incorporato a partire da 150 litri.

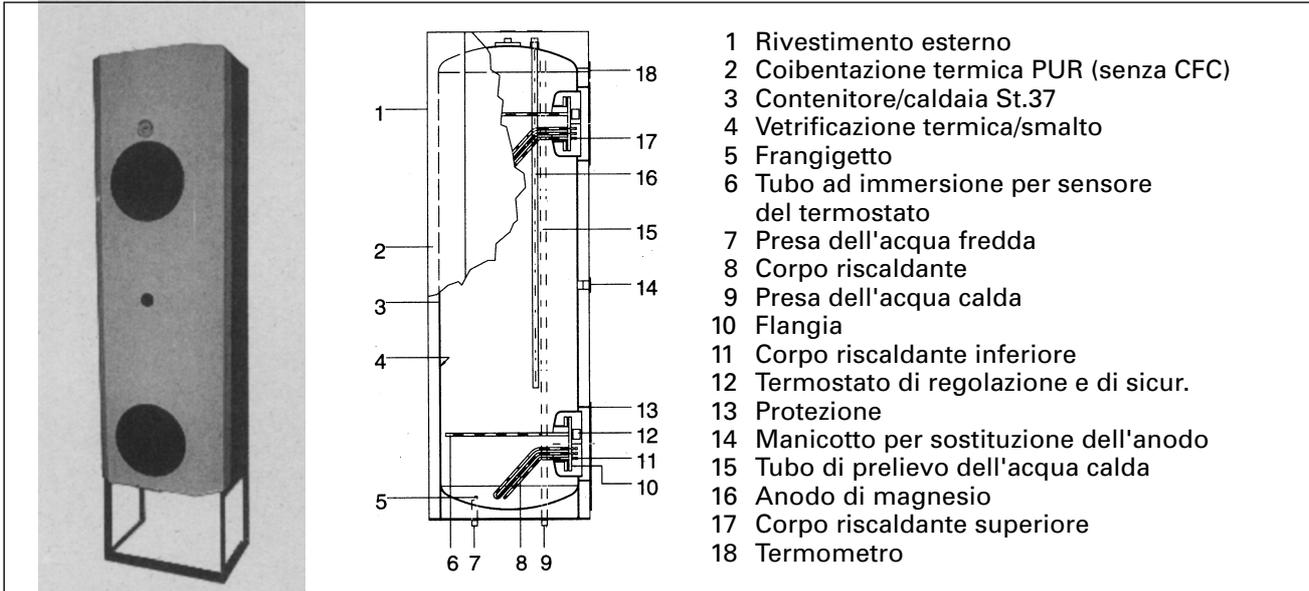
Questi apparecchi sono adatti in modo particolare per lo sfruttamento ottimale dell'energia in modo bivalente e polivalente. Grazie all'impianto di parecchi scambiatori di calore è possibile sfruttare in modo ottimale le energie alternative come le pompe di calore, l'energia solare ed i generatori di calore (caldaie), nonché i corpi riscaldanti elettrici.

f) Scaldacqua ad accumulazione con scambiatore di calore esterno (figura 2.6.1.6)



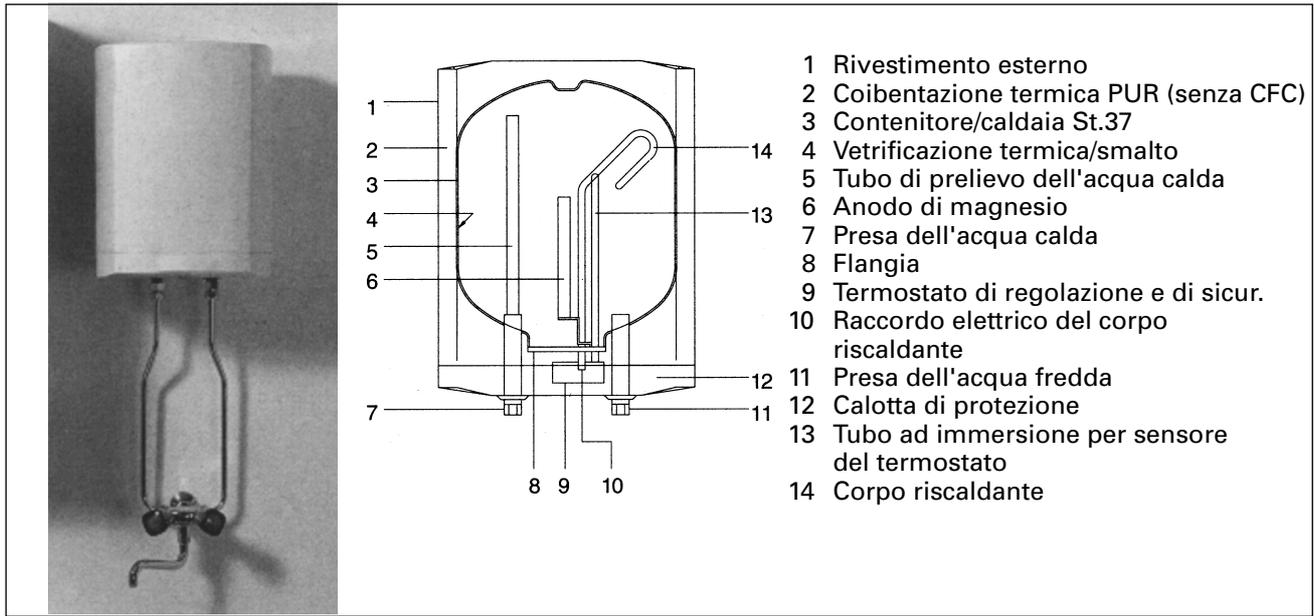
Con scambiatore di calore esterno.
Viene utilizzato per combinazioni con energie come l'olio per il riscaldamento, il gas, la legna oppure energie alternative, pompe di calore, ecc.

g) Scaldacqua automatico (figura 2.6.1.7)



Scaldacqua automatici per capienze a partire da 300 fino a 1000 litri

Lo scaldacqua automatico con scambiatore di calore incorporato corrisponde ad uno scaldacqua automatico (2 corpi riscaldanti) ed allo scaldacqua su sostegni regolabili con scambiatore di calore incorporato. Questi apparecchi possono offrire un'utilizzazione ottimale delle fonti di energia per il riscaldamento dell'acqua. Il raccordo di pompe di calore, energia solare, generatori di calore (caldaie) ed energia elettrica come scaldacqua «normali», nonché per il riscaldamento integrativo nel terzo superiore per la copertura del fabbisogno di punta, permettono un'utilizzazione razionale dell'energia. L'utilizzazione di questi scaldacqua è razionale nel caso di un approvvigionamento centralizzato dell'acqua calda e nel caso di una distribuzione centrale o raggruppata di acqua calda. Sono adatti all'impiego di questi tipi di scaldacqua gli edifici misti, con appartamenti e ditte per le prestazioni di servizio (parrucchieri, macellerie, panetterie, uffici, aziende).

h) «Piccoli» scaldacqua ad accumulazione (figura 2.6.1.8)


I «piccoli» scaldacqua ad accumulazione nell'esecuzione sopra o sotto il lavandino esistono già a partire da una capienza di circa 5 fino a 30 litri. I «piccoli» scaldacqua ad accumulazione possono essere reperibili quali esecuzioni aperte oppure chiuse e sono adatti per un punto di presa. Nel caso di un tipo di costruzione senza pressione occorre utilizzare la rubinetteria adatta a questo scopo.

2.6.2 Materiale e protezione contro la corrosione dell'interno della caldaia

Una buona protezione contro la corrosione è particolarmente importante perchè l'acqua diventa «più aggressiva» a causa delle piogge acide, dell'influsso dovuto ai concimi chimici e ad altri tipi d'inquinamento dell'ambiente. Molti materiali e rivestimenti che un tempo erano considerati come anticorrosivi non rispondono più a tale esigenza e non possono quindi essere utilizzati per la fabbricazione degli scaldacqua.

a) Interno della caldaia zincato

Quale materiale per l'interno delle caldaie zincate a fuoco è stato utilizzato acciaio St.37. Tutto l'interno della caldaia è appunto zincato a fuoco per garantire la protezione contro la corrosione. L'interno della caldaia zincato a fuoco non è (per lo più) valido quale protezione contro la corrosione a causa dell'odierna composizione dell'acqua.

b) Interno della caldaia in rame o leghe di rame

La maggior parte degli apparecchi per il riscaldamento dell'acqua vengono fabbricati con leghe di rame che servono, allo stesso tempo, da protezione contro la corrosione.

Nella maggior parte dei casi l'interno della caldaia in lega di rame-stagno-zinco non è più utilizzato, da un lato per motivi di costo (borsa del rame) e dall'altro a causa della corrosione del metallo (parti di ruggine o di metallo corroso soggette a risciacquatura causano una corrosione locale = corrosione profonda). L'anidride carbonica ed i cloruri esercitano un influsso negativo sull'interno della caldaia in lega di rame.

c) Interno della caldaia di acciaio legato (acciaio CrNiMo)

Come materiale per l'interno della caldaia viene utilizzato acciaio al cromo-nichel-molibdeno, ad esempio materiale n. 4435 come materiale per la caldaia e di protezione contro la corrosione. L'acciaio CrNiMo (cromo-nichel-molibdeno), materiale n. 4435 (X2 CrNiMo 18/12), con un tenore di Mo variante dal 2,5 fino al 2,7%, un tenore di Co dello 0,03% max ed un procedimento di saldatura e di protezione all'argon, garantisce una protezione contro la corrosione relativamente elevata. Nel processo di fabbricazione occorre dedicare un'attenzione del tutto particolare al decapaggio ed soprattutto alla saldatura a giunti.

d) Interno della caldaia smaltato

Per l'interno della caldaia smaltato viene utilizzato un acciaio speciale, povero di carbonio (percentuale di carbonio dello 0,10%). A seconda del sistema di smaltatura, l'acciaio, rispettivamente l'interno della

caldaia, vengono sottoposti a diversi trattamenti di lavorazione chimica e/o meccanica (secondo DIN 4753).

e) Interno della caldaia con rivestimento organico o sintetico

Come materiale viene utilizzato acciaio St.37. Prima dell'applicazione dello strato anticorrosivo l'acciaio viene sottoposto a diversi processi chimici di lavorazione.

Non esistono fino ad oggi i valori concernenti i rivestimenti, valori ottenuti con lunghi anni di pratica e che permetterebbero di esprimere un giudizio in merito alla mancanza di fessure, di pori e di bolle (formazione di diffusione), nonché agli staccamenti chimici. I limiti delle temperature devono essere rigorosamente rispettati e non devono superare un massimo di 60°C. Le emulsioni di materie sintetiche vengono applicate sull'interno della caldaia mediante rivestimento a spruzzo ed essiccati a caldo.

Emulsioni per il rivestimento:

- *Rilsan 11/poliammide, materia prima ricino/olio di ricino*
- *PTFE, politetrafluoretilene (teflon)*
- *Hydroflon (idrocarburo fluorato)*
- *Securex, miscela di latte di cemento con additivi sintetici (polimerizzati a ca 240°C)*
- *resina sintetica Säkaphen.*

2.6.3 Protezione catodica e galvanica contro la corrosione

In ogni rivestimento di smalto si trovano alcuni piccoli pori. Per escludere qualsiasi rischio gli apparecchi smaltati dovranno essere muniti di una protezione catodica o galvanica. Ciò è garantito da:

- a) *anodi di magnesio (degradabili)*
- b) *anodi alimentati con corrente elettrica (non degradabili).*

Questo metodo sviluppato negli USA da oltre 30 anni non è utilizzato solo per gli scaldacqua, bensì anche per le tubazioni interrate, i contenitori metallici, ecc. Il principio su cui si basa consiste nel collegare l'acciaio dell'apparecchio da proteggere (il catodo) con un elettrodo di una lega al magnesio, formando così una pila elettrica; è questo il motivo dell'espressione «protezione catodica».

Nello scaldacqua l'anodo è immerso nell'acqua. A causa della grande differenza tra la tensione del ferro (-0,44 V) e quella del magnesio (-1,65 V), la protezione del ferro è garantita. Il ferro «nobilitato» rimane intatto, mentre il magnesio, sacrificato, si scioglie.

2.6.4 Sistemi di copertura del rivestimento esterno

a) Rivestimento di materia sintetica (polistirolo resistente agli urti)

Tutto il rivestimento esterno è di materia sintetica: l'interno della caldaia ed il rivestimento sono saldamente collegati l'uno all'altro mediante espanso poliuretano.

b) Rivestimento di lamiera d'acciaio o di aluman

Il rivestimento esterno è di lamiera d'acciaio solida e verniciata a fuoco/verniciata con polveri oppure di aluman. Il coperchio ed il fondo sono di polistirolo resistente agli urti, di lamiera d'acciaio o di aluman.

c) Rivestimento esterno di PVC

Il rivestimento di PVC incollato con espanso poliuretano flessibile viene applicato o incollato all'interno della caldaia. Questi tipi di scaldacqua vengono per lo più isolati sul cantiere e sono utilizzati in apparecchi di grandi dimensioni.

2.6.5 Coibentazione termica

a) Espanso poliuretano rigido

La coibentazione termica è costituita da espanso poliuretano rigido che viene iniettato tra l'interno della caldaia ed il rivestimento esterno. Questo espanso riempie completamente l'intercapedine e, grazie alla sua adesività ed alla sua stabilità, dopo l'indurimento collega le due parti creando una struttura autoportante.

Questo tipo di coibentazione termica corrisponde allo stato della tecnica odierna.

b) Espanso poliuretano flessibile

La coibentazione termica di espanso poliuretano flessibile è utilizzata negli apparecchi di grandi dimensioni, nei quali essa è applicata per lo più da parte della ditta fornitrice.

Soprattutto nel caso di un montaggio sul cantiere è possibile che l'applicazione di questo tipo di coibentazione termica non abbia luogo a regola d'arte oppure venga eseguita in modo insufficiente, cosicché possono manifestarsi le cosiddette «perdite per convezione». Si tratta, in tal caso, della circolazione d'aria tra il contenitore/l'interno della caldaia e la coibentazione termica stessa.

c) Semigusci di espanso poliuretano rigido

La coibentazione termica mediante semigusci di espanso poliuretano rigido è utilizzata negli apparecchi di grandi dimensioni, nei quali la coibentazione termica è applicata per lo più dalla ditta fornitrice.

Soprattutto nel caso di un montaggio sul cantiere è possibile che l'applicazione di questo tipo di

coibentazione termica non abbia luogo a regola d'arte oppure venga eseguita in modo insufficiente, cosicché possono manifestarsi le cosiddette «perdite per convezione». Si tratta, in tal caso, della circolazione d'aria tra il contenitore/l'interno della caldaia e la coibentazione termica stessa.

d) Stuoie di lana minerale o di fibra di vetro

Le stuoie di lana minerale o di fibra di vetro, oggi rivestite per lo più con un foglio di alluminio, vengono applicate all'interno della caldaia. Lo strato di coibentazione termica può anche essere incollato alla lamiera del rivestimento e montato all'interno della caldaia direttamente sul cantiere.

Questo tipo di coibentazione termica non corrisponde più allo stato odierno della tecnica e non rispetta quasi mai le prescrizioni del settore energetico.

e) Eliminazione

In un prossimo futuro sarà opportuno dedicare la massima attenzione al problema dell'eliminazione. Le tasse per l'eliminazione di rifiuti i cui componenti costituiscono un blocco unico possono diventare una realtà anche nel caso degli scaldacqua, come lo è stato per i refrigeranti. È questo il motivo per cui il mercato produrrà anche scaldacqua i cui componenti, ossia anche il rivestimento e la coibentazione termica, saranno separabili.

2.6.6 Perdite d'energia degli scaldacqua/degli accumulatori

Dopo l'entrata in vigore, nel 1981, della Legge sull'energia nel canton Berna, rispettivamente dell'Ordinanza del 1982 concernente un impiego parsimonioso e razionale dell'energia (EnV) e dopo che, a causa di ciò, sono state prescritte norme concernenti gli scaldacqua isolati in fabbrica, il canton Berna ha adottato le misure corrispondenti per eseguire le prove e per l'omologazione degli scaldacqua e degli accumulatori dell'acqua calda.

Sotto la responsabilità dell'Ufficio per l'economia delle acque e dell'energia del canton Berna (WEA) sono state emanate le corrispondenti direttive di prova e rese note le esigenze da adempiere per la cosiddetta prova di omologazione degli scaldacqua e degli accumulatori dell'acqua calda.

Parecchi cantoni hanno adottato nelle loro legislazioni le norme energetiche prescritte dal canton Berna nel settore degli scaldacqua.

In rapporto con il Decreto federale sull'impiego parsimonioso e razionale dell'energia, del 14 dicembre 1990 (RS 730.0), anche l'Ufficio federale dell'energia (UFE) ha posto esigenze per l'ammissione di scaldacqua, accumulatori di acqua calda ed accumulatori termici.

L'Ordinanza sull'energia, del 22 gennaio 1992 (RS 730.01), che nel suo allegato 1 comprende le norme concernenti gli scaldacqua, gli accumulatori di acqua calda e gli accumulatori termici, è entrata in vigore il 1° marzo 1992, eccettuati l'art. 2 cpv.1 e 3 e gli art. 3 e 4. L'entrata in vigore dell'art. 2 cpv. 1 e 3 e degli art. 3 e 4 sarà fissata ulteriormente.

L'allegato 1, testo menzionato, è stato notificato all'Associazione svizzera per la normalizzazione (senza obiezioni da parte dell'AELS e della CEE, questo allegato dovrebbe entrare in vigore entro breve tempo).

Considerazioni più importanti in merito all'allegato 1

L'Ordinanza sulla limitazione delle perdite d'energia degli scaldacqua, degli accumulatori dell'acqua calda e degli accumulatori termici, emessa dal Dipartimento federale dei trasporti, delle comunicazioni e delle energie (basandosi sul Decreto sull'energia del 14 dicembre 1990) prescrive, tra l'altro:

- le esigenze minime, sotto l'aspetto energetico, poste agli scaldacqua, agli accumulatori dell'acqua calda ed agli accumulatori termici
- l'omologazione di apparecchi con una capienza variabile da 30 fino a 2000 litri (con coibentazioni termiche eseguite dal fabbricante oppure prefabbricate).

Perdite massime ammesse dovute all'approntamento (coibentazioni termiche eseguite dal fabbricante oppure prefabbricate)

Capienza dell'accumulatore in litri	Perdita max ammessa kWh/24 h	Capienza dell'accumulatore in litri	Perdita max ammessa kWh/24 h
30	0,78 (0,75)	1000	4,37 (4,70)
50	0,91 (0,90)	1100	4,50 (4,80)
100	1,25 (1,30)	1200	4,61 (4,90)
200	1,87 (2,10)	1300	4,68 (5,00)
300	2,50 (2,60)	1400	4,73 (5,05)
400	3,00 (3,10)	1500	4,76 (5,10)
500	3,25 (3,50)	1600	4,79 (5,12)
600	3,50 (3,80)	1700	4,82 (5,14)
700	3,76 (3,80)	1800	4,85 (5,16)
800	4,02 (4,30)	1900	4,88 (5,18)
900	4,20 (4,50)	2000	4,90 (5,20)

Le capienze intermedie devono essere interpolate linearmente.

Temperatura di prova 60°C, temperatura dell'aria ambiente 20°C, senza prelievo d'acqua (i valori tra parentesi si riferiscono al nuovo progetto dell'UFE del 4.6.92).

Scaldacqua, accumulatori dell'acqua calda ed accumulatori termici isolati sul posto

Per gli scaldacqua, gli accumulatori dell'acqua calda e gli accumulatori termici isolati sul posto e che funzionano con temperature d'esercizio inferiori a 100°C, la coibentazione termica non deve superare, su ogni lato, i coefficienti di trasmissione del calore k menzionati qui di seguito. Il coperchio del passo d'uomo e la flangia del registro di riscaldamento devono essere muniti di un isolamento del medesimo spessore del contenitore stesso.

Capacità dell'accumulatore in litri	Coefficiente di trasmissione del calore k in W/m ² K
fino a 400	0,35
> 400 fino a 2000	0,30
> 2000	0,25

Per il calcolo del coefficiente k deve essere utilizzata la conduttività termica del materiale d'isolamento ad una temperatura di 50°C.

Le perdite energetiche, rispettivamente le perdite di potenza pubblicate sono valori di laboratorio. Per i calcoli esse sono tuttavia altrettanto esatte delle ipotesi ammesse per quanto concerne la curva della temperatura negli scaldacqua. È tuttavia certo che i coefficienti sono in realtà inferiori a quelli misurati in laboratorio.

È relativamente facile spiegare perchè ciò succeda

1. La prova ha luogo misurando la perdita d'energia per la capienza globale di un serbatoio, ossia compresa la zona d'acqua fredda e di miscelazione. Ad ogni specialista salta tuttavia immediatamente all'occhio che la zona dell'acqua fredda, ossia l'acqua al di sotto del corpo riscaldante nel caso di uno scaldacqua su sostegni regolabili, non viene riscaldata e, di conseguenza, non può causare perdite d'energia.
2. La seconda ragione consiste nel fatto che nessun scaldacqua può funzionare per 24 ore ad una temperatura di 60°C senza che venga prelevata acqua calda. Ne risulta ancora una volta che le perdite d'energia teoriche misurate sono molto più elevate di quanto non avvenga in realtà.

Normalmente il primo prelievo di acqua calda avviene al più tardi in mattinata; il volume dell'acqua calda nello scaldacqua diminuisce, mentre il volume dell'acqua fredda aumenta e non si possono logicamente verificare perdite d'energia nella zona dell'acqua fredda.

Come nel caso della determinazione del fabbisogno di acqua calda hanno un influsso determinante molti altri fattori, come ad esempio la cerchia degli utenti, le abitudini di vita, la temperatura dell'acqua calda, la temperatura ambiente, ecc.

Le perdite di energia (perdite dovute ad inattività) della maggior parte degli scaldacqua sono al di sotto dei valori massimi ammessi e richiesti dall'Ufficio federale dell'energia.

2.6.7 Corpi riscaldanti per scaldacqua

Per quanto concerne gli scaldacqua elettrici si fa oggi una distinzione tra quattro varianti:

- corpo riscaldante tubolare (riscaldatore ad immersione)
- corpo riscaldante di ceramica in tubi ad immersione
- riscaldamento dall'esterno
- riscaldamento indiretto.

a) Corpo riscaldante tubolare

Il corpo riscaldante tubolare è stato sviluppato negli anni '30. Esso presentava dapprima una sezione ovale piatta che comprendeva da 2 a 3 resistenze riscaldanti inserite, nonché un raccordo ad un'estremità. Queste barre riscaldanti erano utilizzate soprattutto nelle lavatrici, negli apparecchi per grigliare, nelle camere calde, nei riscaldamenti elettrici, nonché come riscaldatori ad immersione nei laboratori di chimica. Alcuni anni più tardi hanno fatto la loro apparizione le barre riscaldanti rotonde, con un diametro di circa 6,5 ed 8,5 mm.

La spirale di riscaldamento è inserita in ossido di magnesio purissimo ad alta densità (MgO), con le caratteristiche seguenti:

- isolata elettricamente rispetto al rivestimento tubolare
- nessuna adduzione d'ossigeno
- nessuna ossidazione della resistenza riscaldante
- trasmissione notevole del calore dalla resistenza riscaldante al rivestimento tubolare tramite l'ossido di magnesio (MgO).

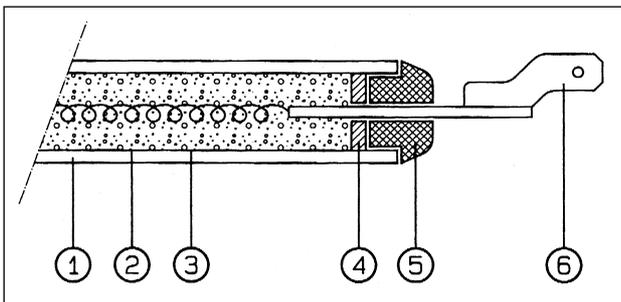


Figura 2.6.7.1: sezione di un corpo riscaldante tubolare

Vantaggi

- Incrostazioni minori a causa della dilatazione della barra riscaldante blindata al momento del riscaldamento ed al suo restringimento successivo al momento del raffreddamento.
- Il corpo riscaldante blindato presenta una massa esigua ed una convezione non è possibile tra la resistenza di riscaldamento ed il rivestimento tubolare.
- Il calore generato viene quindi trasmesso sempre direttamente all'acqua.
- Dimensioni della flangia minori che non nel caso di corpi riscaldanti di ceramica e, di conseguenza, perdite di energia minori.
- A causa della sua struttura la barra riscaldante blindata presenta una buona capacità di flessione a freddo, ciò che permette di adattare la sua forma a quella della base dello scaldacqua, riducendo così la zona di acqua fredda e di miscelazione.

Svantaggi

- Il carico elevato può causare rumore durante le fasi di riscaldamento dell'acqua.
- Per la sostituzione dei corpi riscaldanti è necessario vuotare il serbatoio

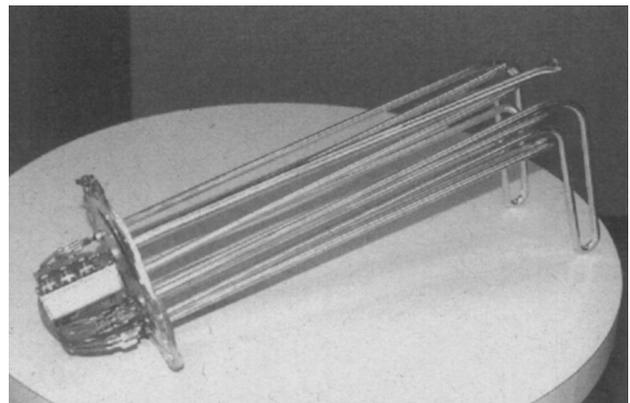


Figura 2.6.7.2: corpo riscaldante tubolare

b) Corpo riscaldante di ceramica in tubo ad immersione

Il corpo riscaldante di ceramica in tubo ad immersione è stato sviluppato alla fine del secolo scorso: non è compresso ed ha una forma di costruzione convenzionale. Parecchi elementi di ceramica, muniti di scanalature e della lunghezza di circa 50 mm sono affiancati l'uno all'altro e nelle scanalature vengono tirate le resistenze a spirale. Una barra centrale di acciaio resistente al calore tiene assieme il tutto. Il corpo riscaldante di ceramica realizzato in questo modo viene in seguito introdotto in un tubo di protezione (detto anche «tubo bollitore»), di un

diametro maggiore di circa 2 mm di quello del corpo di ceramica stesso. Questo tubo protettivo è, a sua volta, saldato alla flangia, avvolto attorno alla stessa oppure vi è incorporato.

Tutto il corpo riscaldante presenta, di conseguenza, una massa relativamente importante e quindi un'inerzia superiore a quella di un corpo riscaldante blindato. Il calore prodotto dalla spirale riscaldante riscalda l'aria che si trova nel tubo di protezione, rispettivamente l'acqua, per mezzo dello stesso tubo. Nel caso in cui la superficie del tubo sia incrostata, la trasmissione del calore dal tubo all'acqua è peggiore e l'aria che si trova nel tubo viene surriscaldata. A causa di ciò si manifesta una convezione maggiore all'interno del tubo ed aumenta la perdita di calore nello spazio di raccordo.

Vantaggi

- Per i motivi summenzionati sono necessarie superfici riscaldanti maggiori, ossia parecchi tubi ad immersione. Grazie alla superficie maggiore della flangia i lavori di manutenzione sono facilitati. A causa del carico relativamente basso non si producono rumori durante il riscaldamento.
- La struttura di questo corpo riscaldante permette di sostituire rapidamente elementi di ceramica difettosi nel tubo bollitore senza che sia necessario vuotare lo scaldacqua.

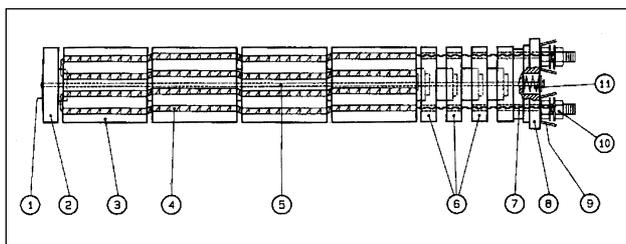


Figura 2.6.7.3: sezione di un corpo riscaldante di ceramica

Svantaggi

- A causa del debole carico superficiale le incrostazioni che si formano nel tubo ad immersione non possono staccarsi da sole come nel caso di un elemento riscaldante blindato e provocano quindi la formazione del cosiddetto «grappolo d'incrostazioni».
- Il calore generato dalla spirale di riscaldamento riscalda l'aria presente nel tubo di protezione, rispettivamente anche l'acqua, attraverso lo stesso tubo.
- Nel caso di superfici del tubo bollitore coperte d'incrostazioni, la trasmissione del calore dal tubo

all'acqua è peggiore e, di conseguenza, può surriscaldarsi l'aria presente nel tubo. Ne risulta una convezione maggiore all'interno del tubo ed un aumento delle perdite di calore attraverso la calotta di protezione, ciò che può causare un'incrinatura della resistenza di riscaldamento.

- Il minor carico specifico dei corpi riscaldanti di ceramica ed il loro inserimento in tubi ad immersione necessitano sempre di una flangia maggiore, ciò che causa perdite di calore maggiori, malgrado l'isolamento del corpo di ceramica con scanalature all'estremità della flangia.
- Zona maggiore di acqua fredda e di acqua di miscelazione, poiché la struttura dell'inserimento non può essere adattata in modo ottimale nel caso di flangia frontale, ossia di apparecchi su sostegni regolabili o ad incasso.

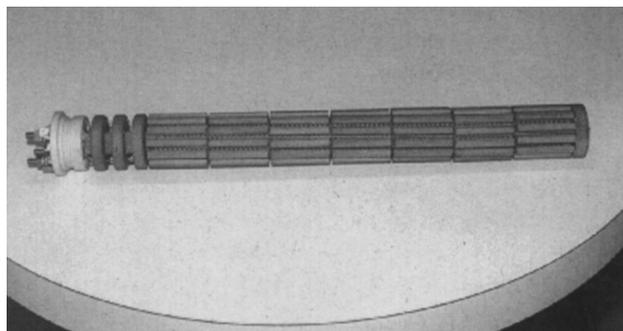


Figura 2.6.7.4: corpo riscaldante di ceramica

c) Riscaldamento dall'esterno

Per «corpi riscaldanti esterni» s'intendono ad esempio le lamine riscaldanti, i corpi riscaldanti cilindrici a base di micanite, le piastre di alluminio oppure i corpi riscaldanti colati, fissati alla parete esterna della caldaia dello scaldacqua mediante espansori.

Un riscaldamento esterno dello scaldacqua potrebbe essere considerato come una soluzione ottimale per quanto concerne i problemi di corrosione.

Una cattiva trasmissione del calore, perdite di calore maggiori, nonché costi elevati al momento della sostituzione di un corpo riscaldante difettoso non hanno ancora permesso fino ad oggi a questo tipo di riscaldamento d'imporsi sul mercato.

d) Riscaldamento indiretto

Per riscaldamento indiretto s'intende ad esempio una caldaia elettrica per il riscaldamento di un accumulatore di grandi dimensioni, mediante un circuito esterno ed una pompa di circolazione di carico.

2.6.8 Regolazione della temperatura

Conformemente alle prescrizioni vigenti, tutti i termostati devono essere muniti di una doppia sicurezza contro il surriscaldamento. Secondo le prescrizioni dell'ASE negli scaldacqua possono essere utilizzati soltanto i termostati che sono muniti di un limitatore attivo su tutte le fasi.

- a) Termostato con sensore con barra a dilatazione (230/400 V).
- b) Combinazione di termostato e limitatore con sensore a tubo capillare (230/400/3x400 V).
- c) Termostato con sensore a tubo capillare per pompa di carico, funzionamento a motore, ecc.

2.6.9 Problemi di corrosione nei corpi riscaldanti

Nel corso degli anni la composizione dell'acqua è viepiù peggiorata, ciò che esplica un effetto particolarmente negativo sulla resistenza alla corrosione degli elementi che costituiscono gli apparecchi. I corpi riscaldanti vengono quindi particolarmente strapazzati, giacché le incrostazioni, in combinazione con altre tracce di elementi come cloruri, nitrati, ecc., nonché la ruggine proveniente dalle tubazioni corrose dell'alimentazione dell'acqua, si depositano soprattutto nella zona dei corpi riscaldanti. I principali tipi di corrosione degli acciai inossidabili degli elettroliti sono:

a) corrosione generale

Si parla di «corrosione generale» quando tutta la superficie dell'acciaio è attaccata in modo uniforme.

b) Corrosione intercrystallina

Quando un attacco segue gli intergrani della struttura, si parla di «corrosione intercrystallina», detta anche «corrosione intergranulare».

c) Corrosione profonda

Vengono definiti come «corrosione profonda» gli attacchi locali, con un'estensione ridotta sulle superfici ma spesso di notevole profondità.

d) Tensocorrosione (tubo di protezione)

È definita come «tensocorrosione» la formazione di fessure nell'acciaio, come conseguenza dell'azione combinata di una sollecitazione di trazione e di un attacco elettrochimico.

e) Corrosione in fessura

Con il termine di «corrosione in fessura» vengono definiti gli attacchi locali che si manifestano sotto forma di strette fessure, con una diminuzione dell'adduzione di ossigeno.

f) Corrosione galvanica

Quando in un elettrolito un acciaio entra in contatto con un metallo più nobile, l'attacco che viene causato da tale contatto è definito come «corrosione galvanica».

g) Influsso della temperatura sulla corrosione

La tensocorrosione causata dall'azione dei cloruri è piuttosto rara a temperature inferiori ai 60°C. La sensibilità aumenta tuttavia fortemente con l'aumento della temperatura.

Il nichel è l'elemento di lega che riduce al massimo la sensibilità alla tensocorrosione in una soluzione di cloruri. Per prevenire completamente questo tipo di corrosione è tuttavia necessaria una percentuale di nichel di almeno 40%.

Sulla base di queste conoscenze è importante prestare la massima attenzione alla scelta dei materiali che vengono utilizzati nei corpi riscaldanti di uno scaldacqua.

2.7 Scelta del sistema

2.7.1 Criteri di scelta

La scelta degli apparecchi dipende direttamente dall'energia disponibile e dai vettori energetici che possono entrare in considerazione.

Gli apparecchi possono essere riscaldati direttamente o indirettamente.

Riscaldamento diretto significa:

l'apparecchio viene riscaldato direttamente da una fonte di energia termica (ad es. serpentina di riscaldamento elettrica incorporata nell'apparecchio, bruciatore a gas inserito nell'apparecchio, bruciatore a nafta fissato all'apparecchio, ecc.).

Riscaldamento indiretto significa:

l'apparecchio viene riscaldato mediante un termovettore che è a sua volta riscaldato da un vettore energetico in un generatore di calore separato (ad es. caldaia a gas, caldaia a nafta, caldaia a vapore, collettori solari, pompa di calore, teleriscaldamento, ecc.).

2.7.2 Fonti di energia termica

Per fonti di energia termica s'intendono i combustibili solidi, liquidi e gassosi, nonché la corrente elettrica e l'energia solare che producono calore mediante trasformazione dell'energia. Nel nostro caso per il riscaldamento dell'acqua potabile oppure di un vettore energetico.

2.7.3 Disponibilità

La disponibilità dell'energia dipende soprattutto dal suo modo di produzione e di distribuzione:

i combustibili come legna, carbone, petrolio e gas liquidi vengono generalmente immagazzinati dall'utente finale stesso durante un certo tempo o anche per tutta una stagione. La disponibilità resta quindi uguale durante almeno 24 ore, mentre le ore di consumo possono essere scelte liberamente in funzione dei fabbisogni dell'utente.

Il gas naturale, energia la cui disponibilità dipende in modo stretto dalle tubazioni di distribuzione, è spesso soggetto a limitazioni di capacità durante le ore di punta invernali. Per l'utente privato e per quello industriale è tuttavia garantita la fornitura regolare sull'arco delle 24 ore alle stesse condizioni. Nei momenti di punta i grandi utenti industriali devono invece optare per altre forme d'energia (ad es. olio combustibile).

L'energia solare può essere immagazzinata solo in modo limitato (collettore tubolare sotterraneo oppure accumulatore d'acqua calda adeguatamente grande). Alle nostre latitudini essa conviene per la preparazione dell'acqua calda, ma può parimenti fornire un contributo importante al riscaldamento dei locali, a condizione di utilizzarla in modo razionale.

L'elettricità non può affatto essere immagazzinata dall'utente stesso. Le centrali elettriche possono realizzare un equilibrio stagionale limitato per mezzo dei bacini di accumulazione. Poiché le centrali termiche e le centrali idroelettriche senza sbarramento possono fornire energia elettrica 24 ore su 24 su tutto l'arco di un anno, il consumo non dipende da un orario fisso deve aver luogo nei momenti di carico debole.

Il calore residuo è presente in molte situazioni. In tutti i casi dovrà essere esaminata la possibilità di sfruttare il calore residuo proveniente dai processi di raffreddamento, dalle acque di scarico, dall'aria, ecc. Il calore residuo con un livello di temperatura elevato è adatto nel migliore dei modi a contribuire (preriscaldamento) al funzionamento degli impianti per la produzione di acqua calda.

Per l'approvvigionamento di acqua calda i combustibili solidi entrano in considerazione solo in modo indiretto, in combinazione con il riscaldamento.

Contenuto d'energia	Potere calorifico lordo	Potere calorifico netto	
Propano C ₃ H ₈	100,9	92,91	in MJ / m ³
Butano (i) C ₄ H ₁₀	133,86	123,86	in MJ / m ³
Gas naturale «h» CH ₄	38,50-47,30	34,70-42,60	in MJ / m ³
Legna, secca	ca. 14,7		in MJ / kg
Olio comb. EL	≥ 42		in MJ / kg
Antracite	29,31-33,40		in MJ / kg
Energia solare	100 W fino 1 kW		kW / m ²

Tabella 2.7.3.1: fonti d'energia

2.7.4 Costi delle fonti d'energia

Nel settore dei costi si costatano da un lato differenze molto ampie di prezzi, di tariffe e di tasse tra i diversi fornitori d'energia, mentre dall'altro la spirale del rincaro e la politica economica internazionale creano fluttuazioni continue sul fronte dei prezzi.

Nel caso concreto sarà opportuno informarsi sui prezzi del giorno applicati dai fornitori d'energia che entrano in considerazione, come aziende elettriche, fornitori del gas, commercianti di olio combustibile, carbone, legna, ecc. Per poter eseguire i calcoli comparativi è quindi necessario informarsi sui prezzi delle fonti d'energia che interessano ed eseguire i calcoli sulla base degli stessi.

2.7.5 Vettori di energia termica

I vettori di energia termica sono mezzi liquidi o gassosi che cedono il loro calore ad un mezzo più freddo (ad es. acqua potabile) mediante trasmissione di calore per mezzo delle superfici di uno scambiatore di calore.

a) Vettori liquidi di energia termica

Tra di loro possono essere menzionati:

- acqua di riscaldamento con temperature fino a 110°C, con entalpie di circa 1,16 W/h per kg e K.
- Acqua bollente con temperature superiori a 110°C per una pressione corrispondente, con entalpie di circa 1,16 W/h per kg e K.
- Vapore acqueo, vapore a bassa pressione, temperatura di circa 100-110°C per una pressione di circa 0,05-0,5 bar.
Entalpia = 743 - 748 W/h per kg
- Prodotto di condensazione, analogo all'acqua per il riscaldamento, rispettivamente all'acqua bollente in funzione della temperatura e della pressione.

b) Vettori termici gassosi

- aria calda
- gas di scarico
- gas caldi emessi da macchine frigorifere.

Determinanti per l'utilizzazione del calore sono:

- la temperatura dei mezzi gassosi
- il volume ad una pressione determinata
- la capacità termica specifica in W/h per m³ e K.

3. Sistemi di distribuzione dell'acqua calda

3.1	Esigenze generali	48
3.1.1	Obiettivo	48
3.1.2	Esigenze idrauliche	48
3.1.3	Esigenze termiche e tecniche	48
3.1.4	Esigenze degli utenti	48

3.2	Descrizione dei sistemi	48
3.2.1	In generale	48
3.2.2	Sistema con tubazioni singole	48
3.2.3	Tubazioni di distribuzione senza circuito di circolazione	50
3.2.4	Tubazioni di distribuzione con circuito di circolazione	50
3.2.5	Riscaldamento complementare elettrico (nastro riscaldante)	51
3.2.6	Riscaldamento integrativo esterno della circolazione	52
3.2.7	Sistema di circolazione tubo contro tubo	52
3.2.8	Tubazioni singole o circolazione?	53

3.3	Misurazioni	54
3.3.1	In generale	54
3.3.2	Prescrizioni concernenti il conteggio dell'acqua calda	54
3.3.3	Conteggio	55

3.4	Scelta del sistema	56
3.4.1	In generale	56
3.4.2	Tipi di riscaldamento dell'acqua	56
3.4.3	Ubicazione dello scaldacqua	56
3.4.4	Composizione dell'acqua	56

3.5	Perdite d'energia	57
3.5.1	Perdite di calore	57
3.5.2	Anomalia della stratificazione	57
3.5.3	Circolazione	57
3.5.4	Nastro riscaldante	59
3.5.5	Tubazioni di derivazione	59

3. Sistemi di distribuzione dell'acqua calda

3.1 Esigenze generali

3.1.1 Obiettivo

Le tubazioni di distribuzione perseguono l'obiettivo di trasportare l'acqua calda accumulata negli scaldacqua verso tutti i punti di prelievo e cioè:

- in quantità sufficiente nei limiti delle perdite di pressione massime ammissibili
- ad una temperatura sufficiente, ossia con perdite di calore esigue.

3.1.2 Esigenze idrauliche

Esse possono essere adempiute come segue:

- determinazione del diametro delle tubazioni (secondo W3 1992), tenendo conto dei flussi volumetrici di punta, delle perdite di pressione ammissibili e della simultaneità
- scelta del sistema di distribuzione
- disposizione razionale delle tubazioni (nessuna deviazione).

3.1.3 Esigenze termiche e tecniche

Esse potranno essere adempiute come segue:

- scelta del sistema di distribuzione
- disposizione razionale delle tubazioni (nessuna deviazione)
- coibentazione termica redditizia delle tubazioni
- temperature dell'acqua calda ottimali ed adeguate alla sua utilizzazione
- comando e regolazione
- interruzione automatica della circolazione secondo le ordinanze sull'energia
- differenze di temperatura adeguate tra l'andata ed il ritorno per i sistemi di circolazione.

3.1.4 Esigenze degli utenti

L'acqua calda dovrebbe scorrere rapidamente dopo l'apertura del rubinetto per fare in modo che le perdite di energia siano minime. L'utente deve disporre della quantità di acqua calda necessaria.

In questo capitolo s'intende indicare mediante quali misure sia possibile adempiere concretamente alle esigenze.

3.2 Descrizione dei sistemi

3.2.1 In generale

Per principio si fa una distinzione tra i seguenti sistemi di distribuzione dell'acqua calda:

- sistemi con tubazioni singole
- tubazioni di distribuzione senza circuito di circolazione
- tubazioni di distribuzione con circuito di circolazione
- riscaldamento complementare elettrico (nastro riscaldante)
- sistema tubo contro tubo.

3.2.2 Sistema con tubazioni singole

Raccordo di ogni singolo punto di presa dell'acqua calda con una condotta propria a partire dall'uscita dello scaldacqua o della tubazione dell'acqua calda mantenuta calda (circolazione o nastro riscaldante). Nelle tubazioni singole l'acqua scorre solo al momento in cui viene aperto il rubinetto corrispondente.

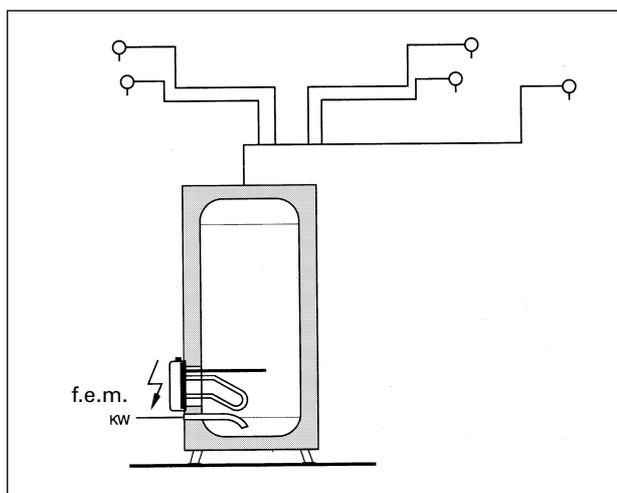


Figura 3.2.2.1: sistema tipico di condotte singole per case unifamiliari

La condotta di raccordo riempita d'acqua si raffredda dopo che è stato effettuato il prelievo. In caso di un nuovo prelievo dal rubinetto esce acqua fredda, prima che esso sia in grado di fornire acqua sufficientemente calda. Le perdite di calore che ne conseguono sono per questo motivo definite perdite di prelievo.

Esse dipendono da

- diametro, materiale e lunghezza della tubazione
- numero di prelievi al giorno
- intervalli tra un prelievo e l'altro.

Per quanto concerne la coibentazione termica riveste un ruolo importante la frequenza d'utilizzazione. Per le tubazioni delle economie domestiche che vengono utilizzate solo periodicamente (cucina, bagno, ecc.), una coibentazione termica è poco utile.

Per le tubazioni singole delle cucine aziendali e delle docce collettive, la coibentazione termica può essere considerata come razionale a causa delle frequenze elevate di utilizzazione e dalle grandi quantità d'acqua calda prelevate.

Settore di utilizzazione del sistema di tubazioni singole

Il sistema di tubazioni singole si è imposto notevolmente nelle case unifamiliari e nel caso delle tubazioni di distribuzione agli appartamenti della

case plurifamiliari. Esso è tuttavia limitato dalle barriere economiche e psicologiche costituite dalle perdite di prelievo e dagli intervalli di attesa che devono essere rispettati finché l'acqua calda scorra alla temperatura desiderata. Non è possibile indicare qui valori fissi, bensì fornire solo valori indicativi che dovranno essere interpretati come tali (cfr. tabella 3.2.2.2).

A questo punto occorre richiamare l'attenzione su un errore molto frequente, costituito da un distributore di tubazioni singole sovradimensionato e installato troppo lontano dallo scaldacqua.

Le tubazioni singole dovranno essere collegate nel punto più vicino possibile all'uscita dello scaldacqua. Il tratto tra l'uscita dello scaldacqua ed il distributore (sia che si tratti di raccordi a T oppure di blocchi di distribuzione prefabbricati) dovrà essere il più breve possibile e venire isolato mediante uno strato di almeno 40 mm di spessore. In caso contrario si manifesteranno perdite di calore e di prelievo che diminuiranno in modo considerevole i vantaggi del sistema di tubazioni singole.

Valori indicativi per il settore di utilizzazione delle condotte singole

Punti di presa	Valori di carico	Diametro delle tubazioni			Volume l/m			Tempo di prelievo ammissibile ca s SIA 385/3
		Fe	Cu	PER	Fe	Cu	PER	
Lavabo, bidè	1	1/2"	10/12	16	0,201	0,079	0,100	10
Lavello (Cu -6 m / PER -12 m)	2	1/2"	10/12	16	0,201	0,079	0,100	7
Lavello (Cu da 6 m / PER da 12 m)	2	1/2"	13/15	20	0,201	0,132	0,180	7
Docce di prestaz. medie (PER -8 m)	3	1/2"	13/15	16	0,201	0,132	0,100	10
Rubinetteria del bagno (PER -5 m)	4	1/2"	13/15	16	0,201	0,132	0,100	15-20
Rubinetteria del bagno (PER da 5 m)	4	1/2"	13/15	20	0,201	0,132	0,180	15-20
Doccia di grandi prest. 3/4"	8	3/4"	16/18	20	0,366	0,201	0,180	10

Tabella 3.2.2.2: valori indicativi per tubazioni singole

3.2.3 Tubazioni di distribuzione senza circuito di circolazione

Condotta di distribuzione collettiva derivata per due o parecchie prese di acqua calda. Questo tipo di distribuzione è raccomandato allorché le lunghezze delle tubazioni fino ai punti di presa non sono troppo grandi e non si verificano tempi d'attesa esageratamente lunghi, oppure se i punti di presa funzionano permanentemente oppure a brevi intervalli (ad es. aziende industriali, impianti di docce collettive, impianti di lavaggio).

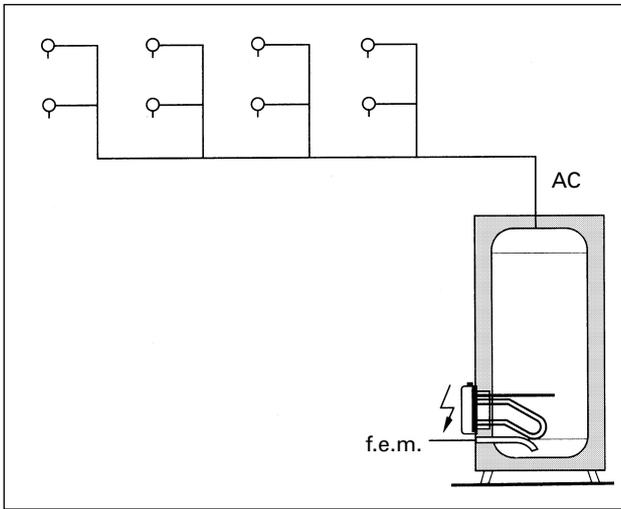


Figura 3.2.3.1: distribuzione senza circolazione

3.2.4 Tubazioni di distribuzione con circuito di circolazione

Condotta di distribuzione derivata per l'approvvigionamento con acqua calda di gruppi completi di prese d'acqua. L'acqua non prelevata è riciclata verso l'accumulatore.

Occorre qui distinguere tra le varianti seguenti:

Sistema di circolazione con distribuzione inferiore

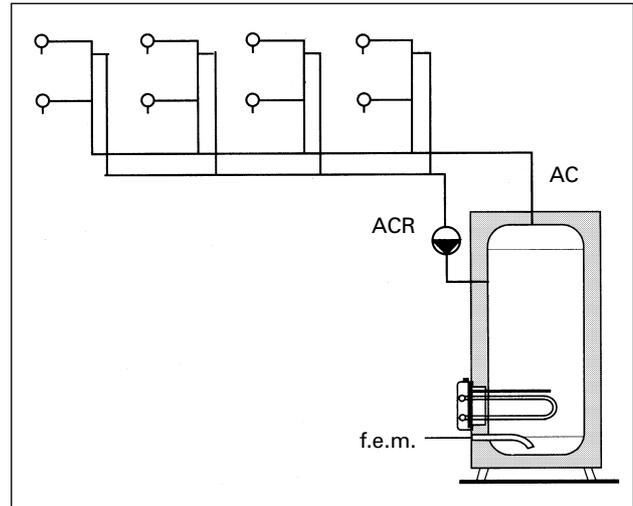


Figura 3.2.4.1: sistema di circolazione con distribuzione inferiore

Sistema di circolazione con distribuzione superiore

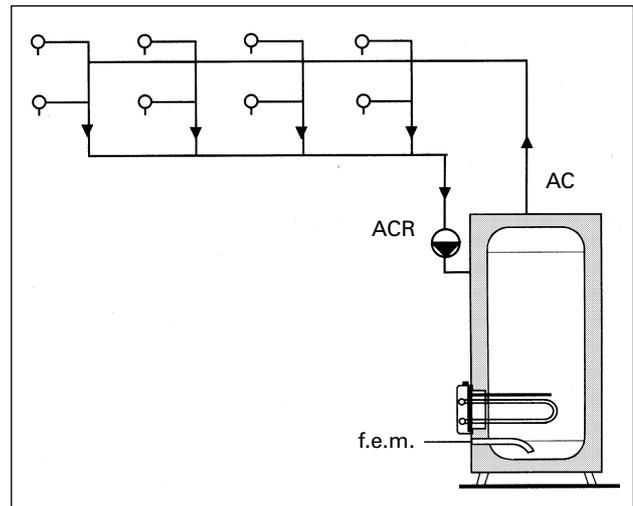


Figura 3.2.4.2: sistema di circolazione con distribuzione superiore

Combinazione di sistema di tubazioni singole e sistema di circolazione, con prese d'acqua alimentate da tubazioni singole a partire dalla tubazione dell'acqua calda con circolazione.

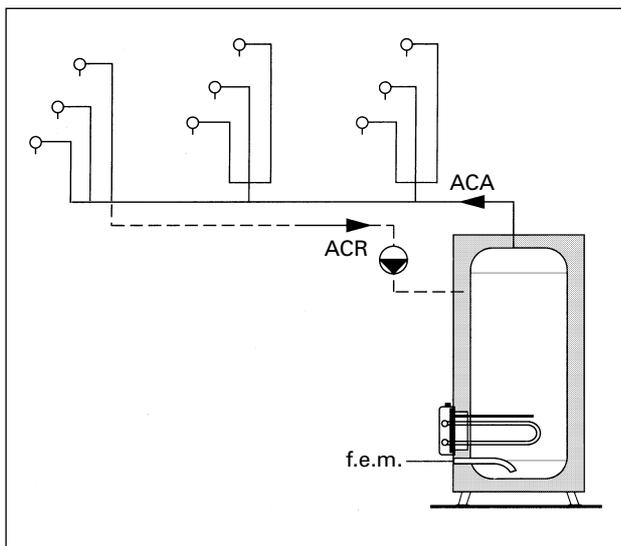


Figura 3.2.4.3: sistema combinato

Circolazione per gravità

La circolazione per gravità esiste oggi ancora in impianti esistenti che sono stati realizzati più di trenta anni fa. Le differenze di temperatura tra l'uscita dello scaldacqua fino all'entrata dell'acqua di circolazione nello scaldacqua possono variare da 5 fino ad un massimo di 10°C. Questa differenza di temperatura causa un'anomalia della stratificazione negli accumulatori. La velocità di flusso è inoltre troppo debole, ciò che può portare a problemi di corrosione nei tubi di ferro zincato.

Tali impianti non necessitano di alcuna pompa di circolazione, ma sono tuttavia sovradimensionati e presentano, di conseguenza, perdite di calore maggiori.

Circolazione per mezzo di pompe

La circolazione per mezzo di pompe costituisce una buona soluzione per impianti di dimensioni medie e grandi. Per impianti di dimensioni maggiori è assolutamente necessario eseguire un calcolo delle perdite di calore, del volume di portata e delle prevalenze, rispettivamente delle perdite di pressione.

Misure di risparmio - priorità nel sistema di circolazione

Il sistema di circolazione viene molto spesso accusato di essere uno sperperatore di energia. Questa impressione negativa è scaturita dall'osservazione di numerosi impianti inadeguati, ossia con diametri delle

tubazioni troppo grandi, tracciato irrazionale delle stesse, temperature troppo elevate, cattiva introduzione dell'acqua di circolazione nell'accumulatore dell'acqua calda, cattivo funzionamento della circolazione e soprattutto coibentazione termica totalmente insufficiente o mancante.

Se il sistema di circolazione è invece eseguito a regola d'arte sotto l'aspetto tecnico, la perdita di energia sarà ridotta in modo ragionevole.

Interruzione della circolazione

Mediante l'interruzione della circolazione è possibile risparmiare energia. Tale interruzione dovrebbe aver luogo durante un determinato lasso di tempo mediante un organo d'arresto automatico (nel canton Berna tale arresto deve essere di almeno 8 ore, giusta l'art. 24 dell'Ordinanza generale sull'energia del 17.2.1982). Dopo l'interruzione della circolazione l'acqua calda si raffredda ad una temperatura meno elevata in quanto durante l'intervallo d'interruzione non venga eseguito un prelievo di acqua calda. Al momento della ripresa del funzionamento della pompa di circolazione, l'acqua raffreddata è portata nello scaldacqua dove può creare un abbassamento corrispondente della temperatura. È questo il motivo per cui la circolazione dovrebbe essere attivata ancora durante la fase di riscaldamento oppure l'acqua dovrebbe essere riscaldata in modo integrativo all'esterno dell'accumulatore.

3.2.5 Riscaldamento complementare elettrico (nastro riscaldante)

Principio del nastro riscaldante

L'essenziale consiste nel fatto che le perdite di calore delle tubazioni di distribuzione vengono in primo luogo compensate dal nastro riscaldante elettrico. Il trasferimento del calore dallo scaldacqua avviene solo in occasione di prelievi di acqua calda. In tale caso si può rinunciare alla tubazione di circolazione.

Struttura del nastro riscaldante

Il nastro riscaldante autoregolante consiste di un nastro sintetico semiconduttore in cui sono inseriti parallelamente due cavetti di rame ad una distanza di 5 - 15 mm. La materia sintetica semiconduttrice costituisce l'elemento riscaldante, mentre i cavetti di rame paralleli servono da conduttori elettrici. L'elemento riscaldante è isolato elettricamente da un rivestimento termoplastico e provvisto in seguito di una treccia di rame zincata. Tale treccia di rame serve alla messa a terra elettrica del nastro riscaldante, permettendo una protezione perfetta delle persone, adempiendo simultaneamente al compito di protezione meccanica.

Autoregolazione

Il nastro sintetico semiconduttore costituisce l'elemento riscaldante. Esso è composto da un polimero speciale riempito di grafite. La proporzione percentuale e la ripartizione della grafite stabiliscono la resistenza elettrica. Quando la temperatura aumenta, aumenta fortemente anche la resistenza, fino ad un massimo, determinato dalla struttura del nastro riscaldante, oltre il quale viene assorbita una quantità minima di corrente elettrica, ossia il nastro non riscalda più.

Per gli approvvigionamenti di acqua calda sono a disposizione diversi prodotti:

- nastri riscaldanti con una temperatura di mantenimento regolata in modo fisso (ad es. 45 + 55°C)
- nastri riscaldanti con temperature di mantenimento variabili (regolatore di potenza munito di un comando pulsante che risparmia energia).

Modo di funzionamento

Su qualsiasi punto della superficie del nastro riscaldante la sua potenza calorifica si adatta alle condizioni locali. Se non v'è un prelievo d'acqua e la tubazione comincia a raffreddarsi, la potenza del nastro riscaldante aumenta a causa della modificazione della sua resistenza elettrica. Si stabilisce quindi uno stato di equilibrio che, a seconda del dimensionamento, è situato a circa 3-5°C al di sotto della temperatura dello scaldacqua. Quando ha luogo un prelievo di acqua calda, dall'accumulatore scorre acqua verso il punto di presa. L'acqua dell'accumulatore, leggermente più calda, fa aumentare la resistenza del nastro riscaldante e diminuire la potenza calorifica.

Fabbisogno energetico

Per una tubazione munita di una coibentazione termica con un coefficiente k di 0,34 W/mK e con una temperatura ambiente di 12°C, la potenza assorbita da un nastro riscaldante con una temperatura di mantenimento di 55°C è di 9,2 W/m. In questo modo sono coperte esclusivamente le perdite dovute al raffreddamento.

Misurazioni del consumo hanno dimostrato che con un nastro riscaldante il dispendio d'energia è notevolmente minore che non con una circolazione garantita da una pompa. Ciò soprattutto perché la pompa e la doppia tubazione (ritorno) significano un grosso dispendio supplementare di energia.

Per quanto concerne l'efficacia dell'energia ciò è tuttavia valido soltanto nel caso di sistemi nei quali le perdite di calore vengono comunque coperte con energia elettrica.

Nel caso di un impiego di energie fossili, quali olio combustibile oppure gas, la differenza deve essere calcolata in modo esatto.

3.2.6 Riscaldamento integrativo esterno della circolazione

Qualora nel caso di scaldacqua elettrici non fosse possibile rinunciare ad una circolazione, esiste la possibilità di riscaldare la stessa all'esterno.

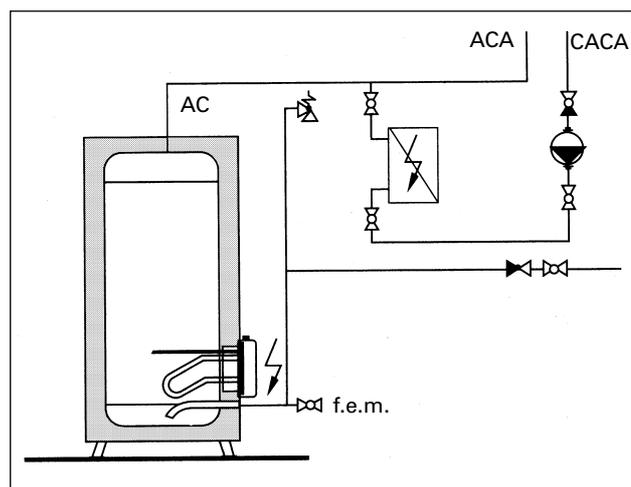


Figura 3.2.6.1: riscaldamento integrativo esterno della circolazione

Questa soluzione è adatta particolarmente nei due casi seguenti:

- risanamenti d'impianti esistenti, nei quali le tubazioni non sono accessibili per l'installazione di un nastro riscaldante
- se il calore è comunque a disposizione (calore residuo, riscaldamento, ecc.).

3.2.7 Sistema di circolazione tubo contro tubo

Quale ulteriore variante di un impianto per la distribuzione dell'acqua calda atto al risparmio energetico, nel 1984 è stato presentato per la prima volta il cosiddetto sistema di circolazione tubo contro tubo. Questo sistema viene utilizzato in alcune regioni della Svizzera.

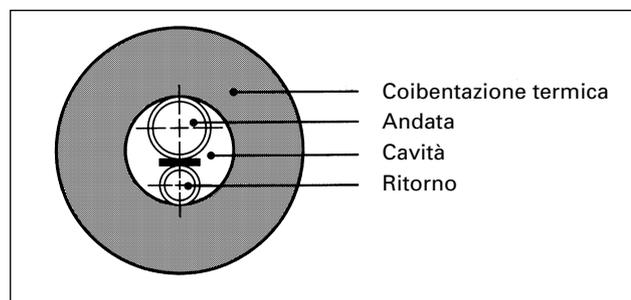


Figura 3.2.7.1: sistema tubo contro tubo

Il principio consiste nel fatto che la tubazione di circolazione, munita di speciali tipi di fissaggio dei tubi, viene montata parallelamente all'andata dell'acqua calda con soltanto un piccolo spazio intermedio tra le due. Le due tubazioni strettamente parallele permettono un miglior isolamento di ambedue in uno stesso involucro. Dall'esterno è visibile una sola tubazione.

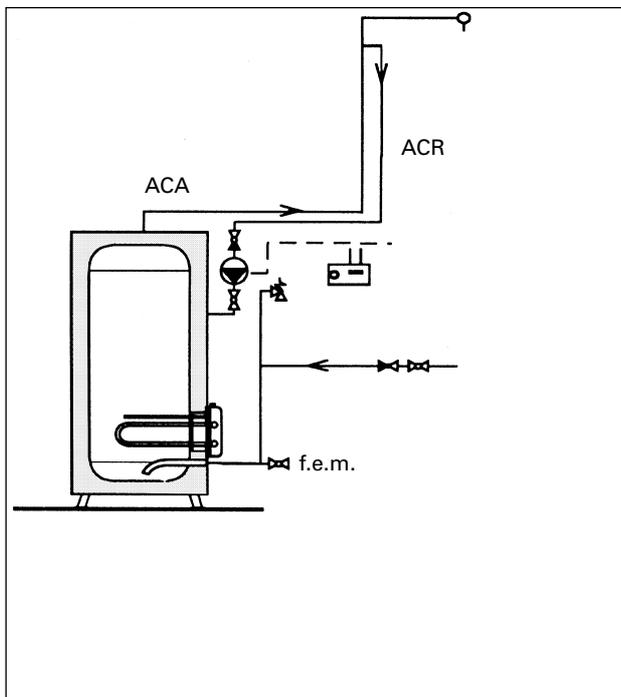


Figura 3.2.7.2: impianto con sistema tubo contro tubo

3.2.8 Tubazioni singole o circolazione?

Questo è il problema che si pone per certe case unifamiliari. Nel caso concreto esso non può essere risolto da un profano ma la sua soluzione dovrà essere basata su un paragone eseguito a regola d'arte.

Determinante è l'ubicazione dei punti di presa dell'acqua calda nell'edificio e le loro distanze rispettive fino allo scaldacqua. Qualora i locali sanitari fossero sistemati in modo concentrato al piano terreno, direttamente sopra lo scaldacqua installato nel sottosuolo, è chiaro che occorrerebbe scegliere le tubazioni singole.

Se si tratta invece di una sistemazione decentralizzata dei locali sanitari, come avviene nella maggioranza dei casi, una risposta non è così semplice come generalmente si crede. Nel caso di una tubazione della circolazione dimensionata a regola d'arte, di una limitazione adeguata della temperatura e di una coibentazione efficace, le perdite di calore della circolazione sono relativamente piccole. Nel caso dello scaldacqua ad accumulazione (anomalie della stratificazione), l'aspetto tecnico costituisce un ulteriore parametro importante che può influire positivamente sulla decisione di rinunciare ad una circolazione.

Nel caso di uno scaldacqua elettrico, in cui tutto il fabbisogno giornaliero è coperto mediante un riscaldamento notturno, occorre rinunciare ad una circolazione.

Se si dispone tuttavia permanentemente di energia, la decisione dipenderà anche, in modo ampio, da considerazioni economiche oppure dall'efficacia dell'energia.

3.3 Misurazioni

3.3.1 In generale

Con l'entrata in vigore del conteggio individuale delle spese di riscaldamento e dell'acqua calda è possibile raggiungere 3 obiettivi principali:

1. risparmiare energia allo scopo di contribuire alla protezione dell'ambiente ed aver riguardo parimenti per le risorse.
2. Conteggio più equo basato sul principio della causalità.
3. Informazione dei locatari per mezzo di un conteggio più trasparente.

Attenzione!

Giusta il Decreto sull'impiego parsimonioso e razionale dell'energia (del 14 dicembre 1990, entrato in vigore il 1° maggio 1991) a partire da 5 utenti in tutta la Svizzera devono essere allestiti conteggi dei costi dell'acqua calda a dipendenza del consumo. Ogni cantone è abilitato ad inasprire questa prescrizione (nel canton Berna a partire da 4 utenti).

Nel canton Vaud sono state eseguite misurazioni del consumo di acqua calda in circa 28'000 appartamenti. Si è così potuto constatare che

- 75% circa dell'acqua calda è consumata da una metà soltanto degli appartamenti
- il rimanente 25% dei locatari parsimoniosi paga fino a 7 volte di troppo per il proprio consumo di acqua calda.

Per concludere

È impossibile fare una prognosi in merito ad eventuali risparmi energetici. Contrariamente a quanto avviene per il riscaldamento, le «abitudini personali di comfort» figurano in primo piano per quanto concerne il consumo di acqua calda.

Il consumo di energia potrebbe essere ulteriormente ridotto se le distribuzioni dell'acqua calda fossero concepite in modo ottimale. In tal caso occorre adempiere le condizioni seguenti:

- comfort: temperatura regolare, flusso volumetrico ragionevole, tempi d'attesa più brevi possibili
- tecnica: dispendio minimo di energia, nessun danno dovuto alla corrosione
- redditività: costi globali minimi, ammortamento mediante misure di risparmio energetico.

Sfortunatamente esistono ancora sistemi funzionanti a gravità, con temperature degli scaldacqua troppo elevate. Tuttavia anche i sistemi esistenti di circolazione per mezzo di pompe, sovradimensionati o perfino non regolati, costituiscono dei veri e propri «divoratori di energia».

Obiettivi

Progettazione:

disposizione concentrata dei locali provvisti di acqua (accanto e l'uno sopra l'altro).

Disposizione:

«trasporto a freddo dell'energia», ossia preriscaldamento centralizzato ad esempio da 10°C a 45°C e riscaldamento integrativo decentralizzato nel caso di singoli utenti in edifici amministrativi.

Esecuzione:

sistemi di distribuzione dell'acqua calda ben isolati e ben regolati, conteggio individuale dei costi dell'energia.

Utilizzazione:

spiegazioni per gli utenti concernenti il «risparmio energetico», ossia

- controllo delle vecchie abitudini, comprese discussioni in famiglia (fattore d'educazione)
- fare la doccia invece del bagno (consumo d'energia consapevole)
- manutenzione dell'impianto, ad esempio disincrostazione, rubinetterie moderne
- coibentazione termica migliore negli impianti di distribuzione dell'acqua calda
- disinserimento dello scaldacqua in caso di assenza per vacanze (vale soprattutto anche nel caso di appartamenti secondari con utilizzazione durante il fine settimana).

3.3.2 Prescrizioni concernenti il conteggio dell'acqua calda

Quale base valgono le direttive del canton Berna per il conteggio dei costi di riscaldamento dipendente dal consumo. Tali prescrizioni valgono anche per altri cantoni nei quali, per motivi di sicurezza, occorrerebbe considerare anche le ordinanze corrispondenti. Quale base per la ripartizione dei costi del conteggio dipendente dall'utilizzazione vale il Decreto federale sull'impiego parsimonioso e razionale dell'energia del 14 dicembre 1990 e la corrispondente Ordinanza sull'energia del 22 gennaio 1992.

Il conteggio singolo è basato su quanto segue: esso è valido nelle nuove costruzioni (ad es. canton Berna, a partire da 4 utenti); nel caso di edifici esistenti esso deve essere introdotto qualora contemporaneamente ad un risanamento devono anche essere rinnovate le installazioni delle tubazioni. Il contatore dell'acqua calda (consumo in m³) deve essere situato dopo l'eventuale uscita dal sistema (sistema non circolante);

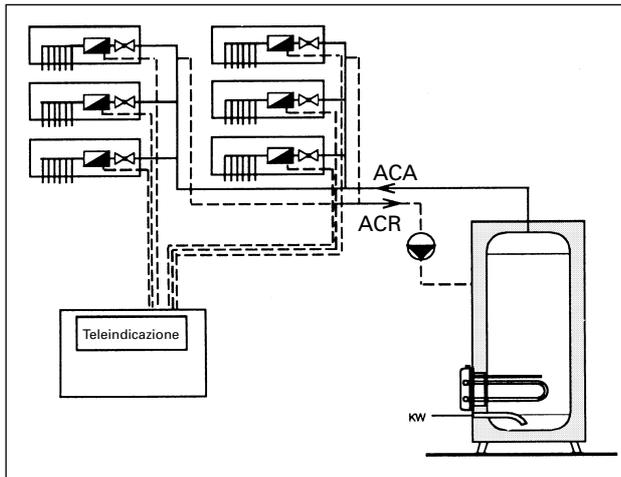


Figura 3.3.2.1: concetto di misurazione dell'acqua calda

l'ubicazione, qualora possibile, deve essere situata all'esterno dell'appartamento (in pratica non realizzabile, è quindi necessaria la lettura a distanza); la rubinetteria deve essere situata prima e dopo il contatore per le revisioni; il contatore è soggetto al controllo dell'Ufficio federale di metrologia.

Eccezione: non è prescritto l'impiego di un contatore dell'acqua calda per gli scaldacqua singoli (elettrici o a gas) utilizzati negli appartamenti stessi.

Raccomandazione: nella tubazione degli impianti centralizzati per il riscaldamento dell'acqua calda dovrebbe essere inserito un contatore dell'acqua fredda, affinché all'infuori del periodo di riscaldamento possa essere stabilita la percentuale di energia per l'acqua calda. I bruciatori a nafta esistenti (in parte anche bruciatori a due combustibili olio/gas) devono essere equipaggiati di contatori per l'olio e di contatori delle ore d'esercizio.

Scadenze

Negli edifici esistenti il conteggio per il consumo dell'acqua calda e di riscaldamento a dipendenza del consumo deve essere introdotto gradatamente. Occorre in questo caso rispettare le disposizioni cantonali.

3.3.3 Conteggio

Nel caso di una disposizione decentralizzata degli scaldacqua il consumo di elettricità viene misurato con il contatore dell'appartamento.

In molti casi l'acqua è riscaldata completamente o parzialmente mediante una caldaia. In tale caso le spese globali d'esercizio saranno dapprima ripartite tra spese di riscaldamento e spese di produzione dell'acqua calda.

Per determinare il consumo d'energia legato alla produzione d'acqua calda sarà necessario determinare il consumo all'infuori del periodo di riscaldamento, misurandolo con la maggior precisione possibile e convertendolo nel valore annuo, tenendo conto, di volta in volta, del grado di utilizzazione.

Modo di conteggiare i costi dell'acqua calda:

consumo d'energia per l'acqua calda <hr style="width: 80%; margin: 0;"/> consumo globale d'energia	x costi globali d'esercizio
--	-----------------------------

Osservazione:

gli impianti con caldaia di riscaldamento combinata e le tubazioni di circolazioni lunghe e mal isolate in edifici con una buona coibentazione termica creano una percentuale molto alta di costi dell'acqua calda.

Per ripartire i costi dell'acqua calda è determinante sapere se il consumo della stessa da parte dei diversi utenti è stato misurato oppure no.

Senza misurazione si raccomanda di suddividere le spese in funzione della superficie abitabile (m²). La ripartizione in funzione del numero delle persone per economia domestica oppure dei punti di presa dell'acqua calda è meno razionale. Per gli utenti speciali, ad esempio i parrucchieri, sarà necessaria in modo assoluto l'installazione di un contatore dell'acqua. A causa delle perdite dovute all'approntamento, mediante una misurazione si dovrebbe stabilire una percentuale dei costi di base propri del sistema. La ripartizione avrà luogo per m² di superficie abitabile. La percentuale dei costi di base varia ad esempio tra

- il 25 ed il 30% nel caso di un riscaldamento economico dell'acqua con regolazione della carica, tubazioni di distribuzione ben isolate ed interruzione della circolazione

e

- fino al 50% nel caso di una caldaia combinata a nafta, tubazioni di distribuzione insufficientemente isolate e nessuna interruzione della circolazione. Il saldo dei costi dell'acqua calda a dipendenza dal consumo sarà ripartito in seguito secondo la misurazione effettuata.

Capitalizzazione

Gli investimenti successivi necessari per l'introduzione del conteggio individuale delle spese di riscaldamento e dell'acqua calda possono essere addossati ai locatari. Occorrerà tuttavia rispettare le norme legali in materia di locazione.

3.4 Scelta del sistema

3.4.1 In generale

La scelta del sistema di distribuzione è determinata dai parametri seguenti:

- tipo di riscaldamento dell'acqua
- ubicazione dello scaldacqua rispetto ai punti di presa
- qualità dell'acqua.

3.4.2 Tipi di riscaldamento dell'acqua

Il fatto che l'energia sia a disposizione permanentemente oppure soltanto ad ore fisse (carica notturna), da un lato esercita un influsso sulla scelta dello scaldacqua e dall'altro su quella del sistema di distribuzione. Distinguiamo essenzialmente tra:

- scaldacqua ad accumulazione per la copertura di parecchi giorni (ad es. scaldacqua solare)
- scaldacqua ad accumulazione per la copertura del fabbisogno giornaliero
- scaldacqua ad accumulazione per la copertura di una parte del fabbisogno giornaliero
- scaldacqua istantanei.

3.4.3 Ubicazione dello scaldacqua

Per gli impianti dell'acqua calda con approvvigionamento individuale (scaldacqua all'interno dell'appartamento) oppure per singoli punti di presa, nella maggior parte dei casi è preso in

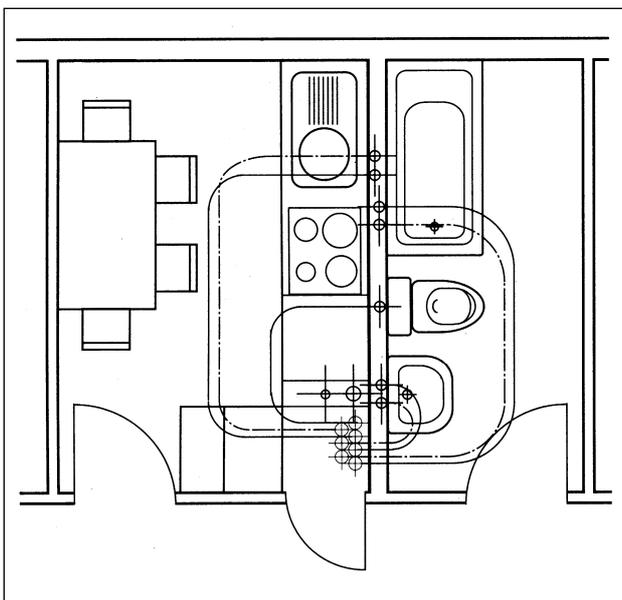


Figura 3.4.2.1: disposizione ideale dei locali provvisti di acqua

considerazione soltanto un sistema con tubazioni individuali.

In questo caso è importante che il comfort non venga diminuito esageratamente a causa di tempi di prelievo troppo lunghi.

Nel caso di scaldacqua centralizzati è opportuno, per motivi di comfort, coprire le perdite dovute al raffreddamento. Nel caso di tali misure entrano in linea di conto i sistemi di distribuzione seguenti:

1. sistema di circolazione con riscaldamento integrativo nello scaldacqua
2. sistema di circolazione con riscaldamento integrativo esterno
3. sistema di distribuzione con nastro riscaldante.

Esistono casi nei quali l'intensità dell'utilizzazione, ad esempio cucine professionali, docce collettive, ecc. permette senz'altro l'impiego di tubazioni di derivazione con un contenuto d'acqua relativamente elevato, senza che le perdite dovute al raffreddamento debbano essere coperte. Occorre inoltre sforzarsi di limitare ad una lunghezza minima le tubazioni mantenute calde.

3.4.4 Composizione dell'acqua

La qualità dell'acqua esercita un influsso notevole sulla scelta del materiale utilizzato per il sistema di distribuzione dell'acqua calda. La valutazione dell'analisi dell'acqua è decisiva:

- a causa dei rischi di corrosione occorre utilizzare tubazioni realizzate con materiali speciali?
- L'acqua necessita di un trattamento successivo?

L'influsso della qualità dell'acqua sull'accumulatore dell'acqua calda è il seguente:

- scelta del materiale in funzione dei rischi di corrosione e della temperatura
- scelta dello strato di protezione anticorrosiva dell'accumulatore
- scelta di uno scambiatore di calore adeguato, in funzione del pericolo d'incrostazioni.

3.5 Perdite d'energia

3.5.1 Perdite di calore

Una percentuale notevole delle perdite è da imputare a perdite nelle tubazioni (25% e più). La percentuale che può essere imputata allo scaldacqua è minore (8%, secondo la Legge cantonale sull'energia del canton Berna).

È questo il motivo per cui la progettazione della tubazione di distribuzione è particolarmente importante.

Con il termine di «perdite d'energia» s'intende quanto segue:

- perdite di calore delle tubazioni di circolazione
- perdite di calore dovute al riscaldamento diretto per mezzo di un nastro riscaldante
- raffreddamento delle condotte di derivazione
- perdite della rubinetteria.

3.5.2 Anomalia della stratificazione

Come conseguenza delle perdite di calore ed a causa della miscelazione nell'accumulatore, la stratificazione è perturbata, ciò che diminuisce la quantità possibile che può essere prelevata normalmente.

Oltre alle anomalie della stratificazione provocate dai fenomeni descritti al capitolo 2, anche i disturbi che si manifestano durante un servizio normale (prelievo, circolazione) costituiscono una causa frequente di queste perdite. Le cause più usuali sono le seguenti:

- influsso di una velocità d'entrata troppo elevata dell'acqua fredda
- tubazioni di circolazione mal isolate
- disposizione errata della rubinetteria
- misurazione errata delle tubazioni di circolazione
- dimensionamento errato della pompa di circolazione
- regolazione errata oppure nessuna regolazione delle circolazioni.

Partendo dal presupposto che nel caso degli accumulatori moderni dell'acqua calda possono essere eliminati in ampia misura i difetti di costruzione, le perdite d'energia possono essere ridotte ad un minimo tollerabile qualora si tenga conto dei principi seguenti:

- tubazioni d'entrata sufficientemente grandi
- utilizzare solo le tubazioni necessarie
- esistenza di deflettori di lamiera
- posizioni esatte delle rubinetterie, ecc.

3.5.3 Circolazione

Si conoscono generalmente due sistemi usuali di circolazione dell'acqua calda:

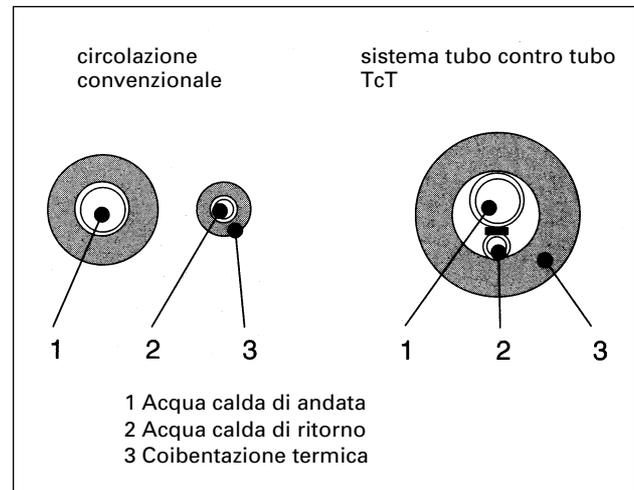


Figura 3.5.3.1: sezione dei sistemi di circolazione

Con questi sistemi la perdita di calore viene compensata indirettamente dallo scaldacqua, ossia la perdita è compensata mediante preriscaldamento o riscaldamento integrativo nello scaldacqua stesso. Per principio le circolazioni sono convenienti solo laddove l'energia è sempre a disposizione per la copertura delle perdite di calore (gas, olio combustibile, calore residuo). Gli scaldacqua che funzionano durante tutta la notte per coprire il fabbisogno giornaliero non devono essere installati con una circolazione, ciò che eserciterebbe un influsso molto negativo sulla stratificazione nell'accumulatore.

Esistono tuttavia soluzioni tali da permettere di compensare le perdite di calore mediante un riscaldamento integrativo all'esterno dell'accumulatore:

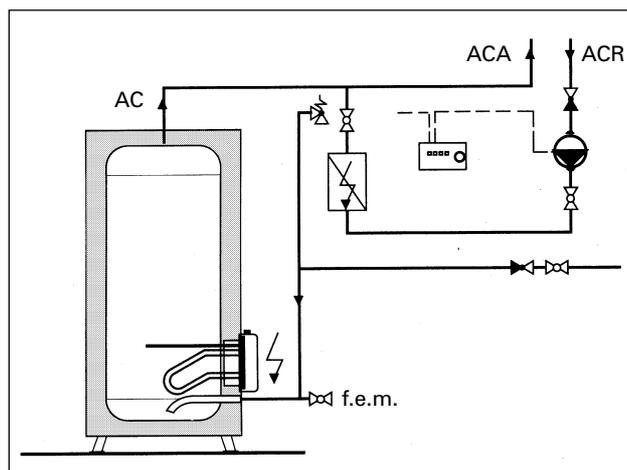


Figura 3.5.3.2: riscaldamento integrativo (sistema di circolazione)

Con queste soluzioni è risolto il problema dell'anomalia della stratificazione.

Per quanto concerne le perdite di calore, le tubazioni dell'acqua calda devono essere trattate come l'accumulatore dell'acqua calda stesso (coibentazione termica).

Le perdite d'energia ammissibili e le misure da adottare sono stabilite dalla maggior parte delle leggi sull'energia; ad esempio la Legge sull'energia del canton Berna (tabella 3.5.3.4).

La qualità dell'isolamento sarà concepita in modo da mantenere la perdita di calore media a circa 7 W/m.

Una tubazione di circolazione di una lunghezza di 150 m presenta quindi una perdita di calore permanente di circa 1 kW durante l'esercizio. Ciò corrisponde ad una quantità di circa 430 litri di acqua calda a 60°C durante 24 ore. La circolazione dovrebbe in qualsiasi caso essere interrotta durante le ore nelle quali si registra un esercizio ridotto.

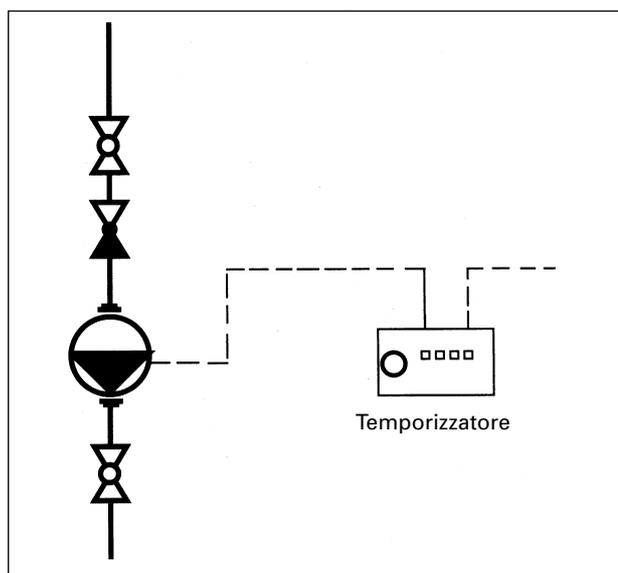


Figura 3.5.3.3: rappresentazione schematica di un'interruzione della circolazione

Diametro nominale pollici		10 3/8"	15 1/2"	20 3/4"	25 1"	32 5/4"	40 11/2"	50 2"	65 21/2"	80 3"	100 4"	125 5"	150 6"	175 7"	200 8"
Differenza di temperatura in K	Ore di funzionamento in h/a	Lo spessore minimo dell'isolamento per le tubazioni dell'acqua calda di 1/2" è di 40 mm													
40	3/8" fino a 11/2"	40 mm													
	4000	30	30	30	30	30	30	40	50	50	60	80	80	80	80
	6000	30	30	40	40	40	40	50	50	50	60	80	80	80	80
60	4000	30	30	40	40	40	40	50	50	50	60	80	80	80	80
	6000	40	40	40	50	50	50	60	60	60	80	80	80	80	80
	8760	50	50	50	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100
80	4000	40	40	40	50	50	50	60	60	60	60	80	80	80	80
	6000	40	50	50	60	60	60	60	80	80	80	80	100	100	100
	8760	60	60	60	60	80	80	80	100	100	100	100	120	120	120

Tabella 3.5.3.4: spessori minimi dell'isolamento per il riscaldamento e gli impianti sanitari

Le perdite d'energia delle tubazioni mantenute costantemente calde dipendono dai fattori seguenti:

- differenza di temperatura tra il mezzo e l'ambiente
- diametro delle tubazioni
- materiale e spessore dell'isolamento
- qualità d'esecuzione dell'isolamento (tenuta ermetica all'aria)
- lunghezza delle tubazioni
- ore di funzionamento dell'impianto.

Per quanto concerne l'idraulica occorre fare in modo che le tubazioni di circolazione siano dimensionate in modo che la stratificazione negli accumulatori sia perturbata solo debolmente, ossia:

- nessuna differenza di temperatura tra l'andata ed il ritorno
- debole velocità di circolazione (ca 0,5 m/s)
- disposizione corretta della presa di ritorno della circolazione (il più alto possibile)
- ottimizzazione della pompa di circolazione (debole consumo di corrente).

3.5.4 Nastro riscaldante

Nel caso degli accumulatori dell'acqua calda che vengono ad esempio riscaldati durante la notte per coprire tutto il fabbisogno giornaliero, l'impiego di un nastro riscaldante autoregolante costituisce un'ulteriore possibilità di compensazione delle perdite.

I nastri riscaldanti elettrici autoregolanti permettono di mantenere le tubazioni dell'acqua calda alla temperatura desiderata:

- riscaldamento soltanto elettrico (energia diurna)
- viene soppressa la tubazione di ritorno mantenuta calda (meno fabbisogno di spazio e di energia)
- in funzionamento soltanto durante il ristagno dei sistemi dell'acqua calda.

La perdita d'energia che deve essere coperta durante la fase di ristagno ammonta a circa 7-9 W/m, a seconda delle dimensioni e della temperatura ambiente.

3.5.5 Tubazioni di derivazione

(sistema di prelievo individuale)

Le tubazioni d'alimentazione possono essere utilizzate nella disposizione seguente:

- scaldacqua nelle vicinanze dell'utilizzatore
- tubazione di derivazione fortemente utilizzata (ad es. docce collettive).

Settori d'impiego di questo sistema:

- case unifamiliari
- appartamenti con accumulatore individuale
- punti di presa raggruppati, come ad es. impianti per campeggi, guardaroba, scuole, ecc.
- punti di presa con grandi quantità di acqua e debole frequenza d'utilizzazione.

Sarà necessario rispettare i termini di attesa seguenti per il prelievo del contenuto delle tubazioni (secondo SIA 385/3):

- | | |
|--------------------|---------|
| - lavelli (cucina) | 7 s |
| - lavabi | 10 s |
| - docce | 10 s |
| - vasche da bagno | 15-20 s |

Occorre dedicare un'attenzione del tutto particolare ai punti di presa soggetti a condizioni speciali, come ad esempio lavabi negli studi dei medici, docce nei saloni di parrucchiere, ecc.

Occorre ora chiedersi se per le tubazioni singole sia necessaria una coibentazione termica.

A seconda dell'importanza delle tubazioni, i prelievi che hanno luogo molto rapidamente sull'arco di alcuni minuti possono essere considerati come un prelievo solo. Interruzioni più lunghe causano raffreddamenti a temperature che non possono più essere considerate come «calde». In tale caso è poco razionale eseguire una coibentazione termica delle tubazioni.

Nel caso delle tubazioni di grande portata, utilizzate molto spesso oppure praticamente in modo permanente (ad es. cucine professionali), si raccomanda l'esecuzione di una coibentazione termica. I distributori saranno protetti dalle perdite di calore, sia nel caso in cui siano raccordati ad un accumulatore, sia a tubazioni di distribuzione mantenute calde. Con distributori posti sopra l'accumulatore, le perdite di calore possono inoltre provocare una circolazione interna che, a sua volta, perturba la stratificazione dell'accumulatore.

4. Erogazione dell'acqua calda / consumo

4.1	Comfort	62
4.1.1	Concetto di comfort	62
4.1.2	Disponibilità	62
4.1.3	Portata	62
4.1.4	Temperature	63
4.1.5	Composizione dell'acqua	63

4.2	Rubinetteria	63
4.2.1	Tipi di rubinetteria	63
4.2.2	Comando della rubinetteria	64

4. Erogazione dell'acqua calda / consumo

4.1 Comfort

4.1.1 Concetto di comfort

Comfort = l'insieme delle comodità materiali che rendono confortevole un ambiente o un mezzo di trasporto (Fernando Palazzi, Gianfranco Folena, Dizionario della lingua italiana, Torino 1992).

In relazione con l'approvvigionamento di acqua calda possono essere utilizzati i criteri seguenti per la definizione del comfort:

- disponibilità
- portata
- temperatura
- qualità dell'acqua
- comando della rubinetteria.

Il concetto di comfort non costituisce una grandezza uniforme, ma è determinato dalla valutazione dei singoli criteri. Nel corso del tempo la valutazione di questi criteri può venire influenzata da altri fattori e, di conseguenza, essere soggetta ad una modificazione. Per case d'abitazione con buona coibentazione termica un tale fattore può ad esempio essere costituito dalla percentuale del consumo d'energia, che sarà chiaramente maggiore di quanto non lo sia in una casa più vecchia e con una cattiva coibentazione termica. La percentuale di consumo darà così più facilmente nell'occhio e servirà da incitamento al risparmio.

Affinché l'evoluzione del consumo di energia possa aver luogo in una direzione ben determinata (minimizzazione), il concetto di comfort individuale deve essere definito nuovamente per quanto concerne la sua correlazione con l'acqua calda.

Il presupposto di una nuova definizione del concetto di comfort e, di conseguenza, di una modificazione del comportamento degli utenti, consiste nel conoscere i fattori concernenti i criteri essenziali di comfort. Ciò a causa del fatto che per ignoranza di tali correlazioni si giunge spesso ad un consumo di energia inutile.

Non tutti i criteri di comfort elencati possono essere influenzati in modo considerevole dal comportamento degli utenti. Qui di seguito tratteremo quindi solo i criteri più importanti.

4.1.2 Disponibilità

Come risulta chiaramente nel capitolo relativo, il dispendio d'energia necessario per la preparazione dell'acqua calda dipende essenzialmente dai componenti utilizzati e può quindi essere ottimizzato.

L'acqua calda costantemente disponibile in quantità sufficiente crea, a dipendenza del tipo di preparazione, perdite corrispondenti dovute all'approntamento.

Nel caso di una buona coibentazione termica dell'accumulatore le perdite d'energia attraverso l'involucro dell'accumulatore dell'acqua calda rappresentano soltanto circa 4-8% del dispendio totale di energia per l'acqua calda.

4.1.3 Portata

Con la rubinetteria completamente aperta, il flusso volumetrico dipende dalla pressione di scorrimento e dalla sezione dell'apertura e può, di conseguenza, variare notevolmente con la stessa rubinetteria e nello stesso edificio. Utilizzando un'apertura di scarico adeguata, il flusso volumetrico può essere ridotto in modo notevole mediante una buona miscelazione dell'aria e dell'acqua. Ciò presuppone strutture di buona qualità nel caso di aperture di scarico (ad es. teste calde delle docce).

La valutazione di diverse analisi dimostra che con una rubinetteria moderna è sufficiente un piccolo flusso volumetrico.

L'utilizzazione di limitatori di portata, funzionanti in modo indipendente dalla pressione, per la riduzione del flusso volumetrico costituisce quindi un mezzo atto a ridurre un flusso volumetrico in pratica troppo elevato e diminuire in questo modo anche il consumo di acqua e d'energia.

Esempio

Lavabo = 6 l/min (1 UR)

Doccia = 12 l/min (2 UR invece di 3 UR in W3)

UR = unità di raccordo = 0,1 l/s

W3 = direttive per l'installazione d'impianti dell'acqua

Prima di utilizzare tali limitatori di portata negli impianti esistenti occorre verificare la loro funzionalità ed il loro effetto sulla rete di distribuzione.

4.1.4 Temperature

La sensazione procurata da una temperatura dell'acqua calda gradevole dipende essenzialmente dall'uso che viene fatto dell'acqua e, in misura minore, anche dalla stagione.

Per l'igiene del corpo è desiderabile una temperatura utile (temperatura della miscela di acqua) di circa 37-45°C. Per i lavori di pulizia è raccomandabile una temperatura variabile da 50 a 55°C.

Le perdite d'energia di un accumulatore e di un sistema di distribuzione sono praticamente proporzionali alla differenza di temperatura tra l'acqua calda e l'ambiente. Un avvicinamento della temperatura dell'accumulatore alla temperatura utile desiderata richiede, in determinate condizioni, un aumento del volume dell'accumulatore. Con una medesima coibentazione termica del serbatoio, le perdite dovute all'approntamento che ne risultano sono minori di circa il 10%, malgrado la maggior superficie dell'accumulatore.

Nei lavabi muniti di miscelatori monocomando ci si può attendere un ulteriore risparmio energetico, poiché la temperatura dell'acqua miscelata è corrispondentemente minore, a causa della bassa temperatura dell'accumulatore nel caso di una posizione prevalentemente media del miscelatore monocomando. È tuttavia necessario che quest'ultimo venga utilizzato correttamente.

L'avvicinamento della temperatura dell'accumulatore alla temperatura utile causa velocità di scorrimento notevolmente maggiori che non nel caso di temperature più elevate dell'acqua calda. È tuttavia necessario, se del caso, preoccuparsi del problema costituito dalle «legionelle».

4.1.5 Composizione dell'acqua

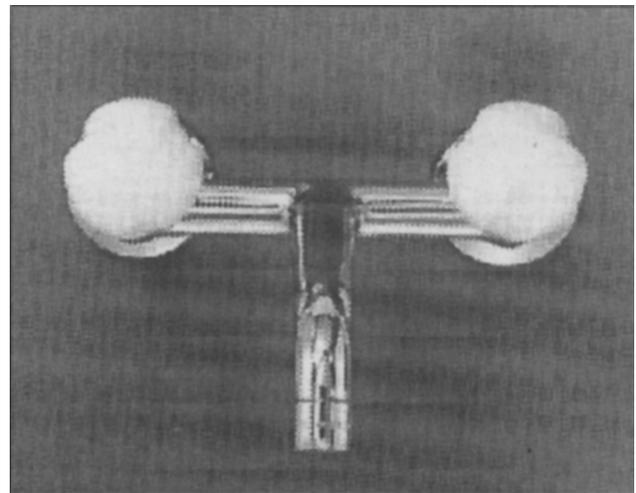
Le aziende dell'acqua potabile garantiscono una qualità sufficientemente buona dell'acqua, anche se le condizioni continuano a peggiorare ed i costi aumentano. Nella rete di distribuzione interna l'igiene può essere influenzata in modo favorevole dall'utente mediante una manutenzione opportuna e l'impiego di una rubinetteria adeguata. Questo criterio non è importante per quanto concerne il consumo d'energia.

4.2 Rubinetteria

4.2.1 Tipi di rubinetteria

Il consumo d'acqua e d'energia può essere ridotto qualora i diversi tipi di rubinetteria vengano utilizzati conformemente ai loro vantaggi.

Batteria normale a muro



4.2.1.1: batteria a muro

Miscelatore monocomando moderno

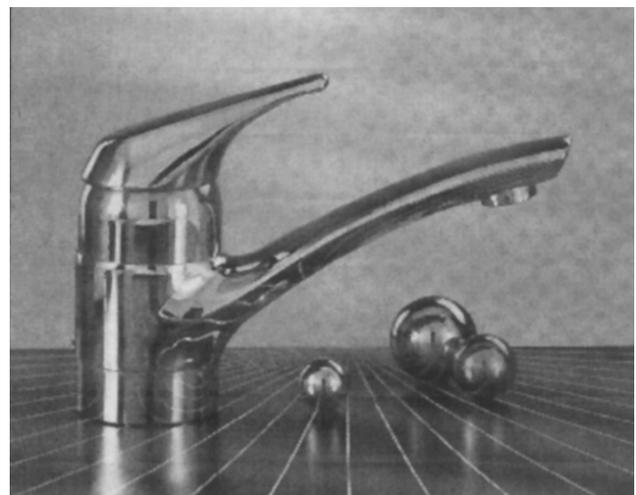


Figura 4.2.1.2: miscelatore monocomando

Miscelatore termico

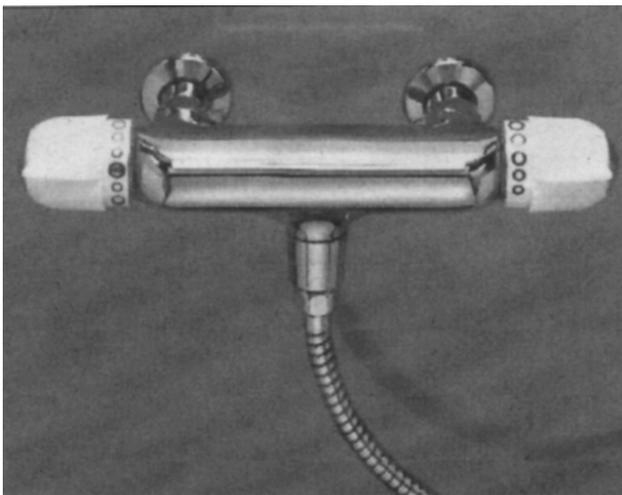


Figura 4.2.1.3: miscelatore termico

La tabella seguente indica che il consumo d'energia per l'acqua calda

- è del 19% maggiore con un miscelatore con due rubinetti per bagno/doccia che non nel caso di un miscelatore termico (consumo supplementare d'energia di ca 200 kWh/a)
- è del 56% maggiore con un miscelatore con due rubinetti per lavabo che non con rubinetterie senza contatto (consumo supplementare d'energia di ca 150 kWh/a).

Rubinetteria	Acqua calda (l)	%	Acqua miscelata (l)	%	Temp. media (°C)
Bagno:					
miscelatore termico	64	100	108	100	38,7
miscelatore monocomando	69	108	114	106	39,7
miscelatore con due rubinetti	76	119	122	113	39,9
Lavabo:					
rubinetteria senza contatto	16	100	30	100	36,3
miscelatore monocomando	20	125	39	130	35,5
miscelatore termico	23	143	48	160	34,2
miscelatore con due rubinetti	25	156	47,5	158	36,0

Tabella 4.2.1.4: influsso della rubinetteria sul consumo d'energia. Base: acqua calda a 55°C, acqua fredda a 15°C.

Tipo di rubinetteria	Consumo d'energia	Consumo d'acqua	Costi	Osservazioni
Miscel. con due rubinetti	elevato	elevato	bassi	semplice
Miscel. monocomando	basso	medio	normali	redditizio
Miscel. termico	medio	elevato	elevati	confortevole
Rubinett. senza contatto	esiguo	piccolo	elevati	igienico

Tabella 4.2.1.5: matrice d'analisi per lavabi

4.2.2 Comando della rubinetteria

Il numero elevato delle rubinetterie offerte soddisfa i desideri estetici più variati. L'utilizzazione delle rubinetterie non sembra tuttavia essere adeguata ad ogni scopo. Per motivi eminentemente pratici, chi usa prevalentemente la mano destra aziona spesso inutilmente il rubinetto dell'acqua calda, nel caso di un miscelatore a due rubinetti, oppure lascia la leva del miscelatore monocomando nella sua posizione media, benché spesso la quantità prelevata non sia maggiore di quella necessaria per raggiungere la temperatura desiderata.

Considerando attentamente l'ergonomia di diverse rubinetterie sotto l'aspetto del consumo inutile d'acqua calda (miscelatori monocomando, rubinetteria elettronica, rubinetteria senza contatto), sarebbe certamente possibile ottenere risultati positivi. In ogni caso ci si accorge che rispetto alla quantità d'acqua calda effettivamente utilizzata, un'importante percentuale d'energia va spesso persa in modo inutile a causa del raffreddamento.

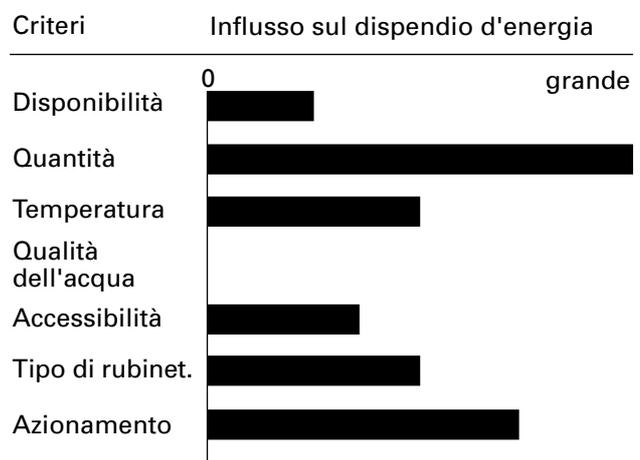


Tabella 4.2.2.1: matrice comfort/energia

5. Calcolo d'impianti di produzione dell'acqua calda

5.1	Scaldacqua	66
5.1.1	Accertamento del fabbisogno	66
<hr/>		
5.2	Tubazioni	70
5.2.1	In generale	70
5.2.2	Istallazioni normali	70
5.2.3	Istallazioni speciali	70
5.2.4	Circolazione	72

5. Calcolo d'impianti di produzione dell'acqua calda

5.1 Scaldacqua

5.1.1 Accertamento del fabbisogno

Il fabbisogno di acqua calda non costituisce una grandezza fissa! Per oggetti normali tale fabbisogno può essere letto con precisione sufficiente nelle tabelle della bibliografia specializzata.

Possono essere considerati come troppo grandi gli accumulatori che non sono troppo piccoli al momento delle punte di carico annue!

Fabbisogno dell'utente

Per quali motivi viene utilizzata l'acqua calda?

- Igiene (igiene del corpo)
- preparazione dei cibi
- lavori di pulitura generali.

Il consumo dipende dai fattori seguenti:

- esigenze degli utenti
- volontà oppure obbligo di limitare il consumo (le pigioni elevate, ad es., indeboliscono la motivazione al risparmio)
- livello di sistemazione dell'impianto, dimensioni delle teste calde delle docce, numero dei punti di presa, tipo di rubinetteria.

Il consumo giornaliero

La tabella seguente, concernente il fabbisogno di acqua calda (cfr. appendice capitolo 11) è tratta dal manuale SI 5 edito dall'Associazione svizzera dei tecnici sanitari e del riscaldamento. Essa si basa sui risultati delle misurazioni eseguite in edifici esistenti, nonché su valori sperimentali. Le cifre concedono un'ampia libertà d'azione per quanto concerne la valutazione delle misurazioni. Per quali impianti occorre utilizzare i valori superiori e per quali quelli inferiori?

Esempio

L'accumulatore di un appartamento di due locali occupato da una sola persona deve coprire i fabbisogni di punta seguenti [l/giorno a 60°C]:

cucina	30 l/giorno
igiene generale	10 l/giorno
doccia rapida + bagno completo	90 l/giorno
Totale	<u>130 l/giorno</u>

Questa punta di consumo si manifesta forse una volta alla settimana. Il consumo giornaliero medio è dell'ordine di 50 litri. Quanto maggiore è il numero di unità (persone, appartamenti) che dipendono dallo stesso accumulatore, tanto più vicino alla

media sarà il volume globale dell'accumulatore stesso.

Un accumulatore centralizzato per 20 appartamenti di due locali non necessita quindi di una capienza di

$$20 \times 130 \text{ litri} = 2600 \text{ litri}$$

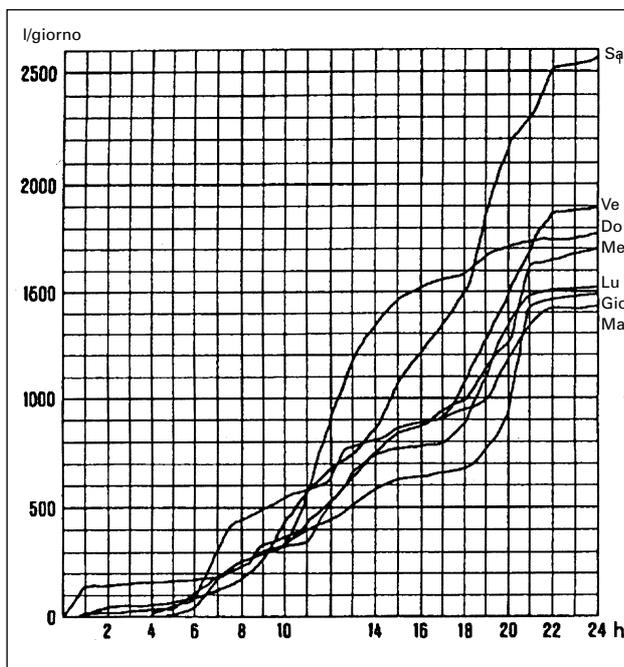
bensì piuttosto di

$$20 \times 50 \text{ litri} = 1000 \text{ litri}$$

Nel caso di abitazioni e, ad esempio, nel settore alberghiero si può fare una distinzione in funzione di un livello semplice, medio ed elevato. Le classificazioni a seconda del comfort implicherebbero tuttavia la necessità di dover tener conto degli stessi criteri. Si dovrà perciò ricorrere piuttosto ad un'interpretazione in funzione del numero di unità collegate. L'utilizzazione simultanea probabile da parte di un numero elevato di utenti allacciati ha un effetto d'equilibrio al momento delle punte, come ciò è il caso per l'approvvigionamento del gas, dell'acqua e dell'elettricità, nonché per l'evacuazione delle acque di scarico.

Curva giornaliera di consumo

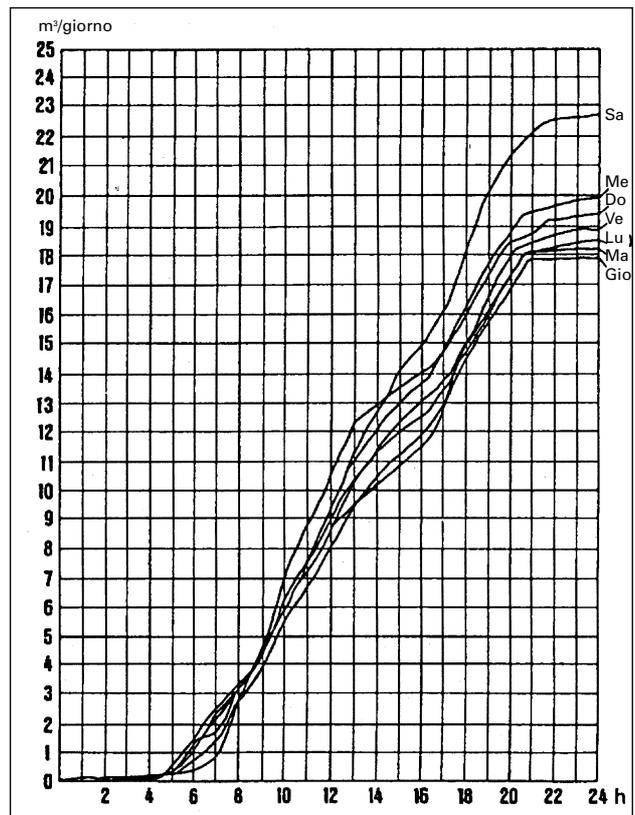
Il diagramma indica il consumo cumulativo d'acqua calda in una casa plurifamiliare con un equipaggiamento sanitario di livello medio. Si tratta di 18 appartamenti con un totale di 47 locatari.



Il diagramma permette di leggere i valori seguenti:

- fabbisogno giornaliero max., in totale 2550 l = 54 l per persona ed al giorno
- fabbisogno giornaliero medio 1770 l = 38 l per persona ed al giorno
- massimo fabbisogno orario (giovedì dalle ore 20.00 alle 21.00) 500 l/h
- differenza tra il fabbisogno minimo e quello massimo 78%

In una casa d'abitazione con 400 locatari ripartiti in 145 appartamenti; misurazione effettuata a Ginevra-Le Lignon.



Il diagramma permette di leggere i valori seguenti:

- fabbisogno giornaliero max., in totale 22'700 l = 57 l per persona ed al giorno
- fabbisogno giornaliero medio 19'400 l = 48 l per persona ed al giorno
- massimo fabbisogno orario (giovedì dalle ore 09.00 alle 10.00) 2300 l/h
- differenza tra il fabbisogno minimo e quello massimo 27%

Da questi due esempi si può dedurre quanto segue:

quanto più elevato è il numero degli utenti, tanto minore è la differenza tra il consumo massimo e quello minimo.

Per l'accertamento del fabbisogno di acqua calda è importante sapere quali grandezze sono desiderate effettivamente.

Esse sono le seguenti:

- il fabbisogno minimo nK al di sotto del quale non si può scendere al momento del dimensionamento dell'impianto
- il fabbisogno medio mK quale base per i calcoli di redditività
- il fabbisogno di punta hK per il calcolo della potenza dello scaldacqua.

Le cifre qui di seguito si basano su misure effettuate durante il consumo.

Per il calcolo della redditività è importante tener conto delle assenze degli utenti, delle vacanze scolastiche, ecc. Nel caso degli appartamenti si terrà ad esempio conto di circa 340-350 giorni; nel caso di case per anziani, invece, di 365 giorni.

Misure effettuate in circa 28'000 appartamenti nel canton Vaud hanno fornito come risultato un consumo medio di acqua calda di 74 l/giorno per ogni appartamento. Tali cifre non sono tuttavia importanti per quanto concerne la costruzione dell'impianto di approvvigionamento di acqua calda, ma possono essere utilizzate per i calcoli di redditività.

In diverse ordinanze sull'energia, rispettivamente nella norma SIA 384/1, si esige che la capienza dell'impianto di produzione dell'acqua calda corrisponda al volume del fabbisogno giornaliero; al momento del dimensionamento si terrà conto contemporaneamente di eventuali perdite del sistema di distribuzione.

Estratto delle tabelle concernenti il fabbisogno di acqua calda

Tipo di edificio	Attribuzione Osservazioni	Unità	Acqua calda a 60°C in l/giorno		
			nK	mK	hK
Casa unifamiliare	livello semplice	P	30	35	40
Appartamento in condominio	livello medio	P	35	40	50
Casa plurifamiliare	costruzione di appart. in gen.	P	30	35	45
Tea-room	occupazione forte	S	20	30	40
Albergo	livello semplice	B	40	50	70
Casa per anziani	livello semplice	B	30	40	50
Ospedale	medio	B	70	80	100
Ristorante	pasti con tre portate	E/M	8	10	12
			Acqua calda a 45°C in l		
Docce	scolari	D/P	30	35	40
Docce	sportivi	D/P	50	60	70
Docce per operai di fabbrica	lavoro poco sporco	D/P	45	50	60
Docce per operai di fabbrica	lavoro molto sporco	D/P	50	60	70
Bagno	vasca normale	B/P	120	150	180
Bagno	grande vasca	B/P	150	180	200
Vasca per idroterapia		B/P	250	300	400

Figura 5.1.1.1: tabella del fabbisogno di acqua calda

Esempio di un complesso di abitazioni

Onde poter illustrare l'evoluzione di una soluzione dobbiamo basarci su un esempio.

Complesso di case plurifamiliari

Casa	Appartamenti	Camere	Totale dei locatari
1	10	40	40
2	14	53	53
3	8	32	32
Totale	32	125	125

Fabbisogno di acqua calda al giorno

Litri al giorno a 60°C / livello medio	Min.	Media	Max.
per persona	30	40	50
3 persone (appartamento di 3½ locali)	90	120	150
4 persone (appartamento di 4½ locali)	120	160	200
5 persone (appartamento di 5½ locali)	150	200	250

(questi valori non devono essere utilizzati per il dimensionamento di scaldacqua singoli)

Per edificio

	Min.	Media	Max.
Edificio 1 10 appartamenti di 4½ locali = 40 persone	1200	1600	2000
Edificio 2 11 appartamenti di 4½ locali = 44 persone 3 appartamenti di 3½ locali = 9 persone Totale = 53 persone	1590	2120	2650
Edificio 3 4 appartamenti di 5½ locali = 20 persone 4 appartamenti di 3½ locali = 12 persone Totale = 32 persone	960	1280	1600
Totale del fabbisogno giornaliero di acqua calda	3750	5000	6250

È possibile determinare il numero di persone in modo molto semplice. Nella costruzione di appartamenti si eseguono i calcoli, per principio, sulla base di una persona per locale. Visto che non esistono mezze persone, i mezzi locali sono, di conseguenza, da trascurare.

Il dimensionamento degli scaldacqua per gli appartamenti è semplice.

Dimensioni dell'appartamento	Numero di persone	Fabbisogno di acqua calda a 60°C in l/giorno		
		nK	mK	hK
Appartamento di 1 locale	1	50	70	95
Appartamento di 2 locali	1-2	70-95	95-120	120-200
Appartamento di 3 locali	2-3	95-120	120-200	200-250
Appartamento di 4 locali	3-4	120-250	250-300	300-500
Appartamento di 5 locali	4-5		200-500	
Appartamento di 6 locali	5-6		400-600	

Tabella 5.1.1.2: determinazione del fabbisogno di acqua calda

Fabbisogno annuo di acqua calda

Per l'accertamento dei costi dell'energia termica devono essere utilizzati i valori seguenti: fabbisogno di acqua calda medio per persona 40 l al giorno a 60°C per circa 300-320 giorni all'anno ossia circa 12 m³/anno.

- appartamento con 3 persone circa 36 m³/anno
- appartamento con 4 persone circa 48 m³/anno
- appartamento con 5 persone circa 60 m³/anno

Queste cifre corrispondono ad un consumo medio giornaliero (365 giorni) per persona di circa 33 litri a 60°C. Paragonato alle misurazioni del consumo summenzionate ciò costituisce quasi il doppio. Nel presente caso non si terrà tuttavia conto di queste cifre, giacché il consumo medio diminuisce quando il numero degli appartamenti aumenta.

5.2 Tubazioni

5.2.1 In generale

Le dimensioni delle tubazioni hanno solo un influsso minimo sul consumo di energia di un impianto per la produzione di acqua calda.

Le circolazioni mediante pompa possono invece comportare un consumo d'energia supplementare considerevole nel caso di un cattivo dimensionamento. Nel presente capitolo ci dedicheremo in modo particolare al calcolo delle circolazioni.

Per il dimensionamento delle tubazioni si fa una differenza tra

- installazioni normali
- installazioni speciali.

5.2.2 Installazioni normali

Per installazioni normali s'intendono le installazioni i cui punti di presa, indipendentemente dal loro numero, non presentano flussi volumetrici d'uscita importanti oppure una percentuale elevata di prelievi simultanei. Nelle tabelle speciali delle direttive W3 1992 per la posa d'installazioni dell'acqua calda vengono determinati e sommati i valori di raccordo delle diverse rubinetterie, rispettivamente dei diversi apparecchi.

Le tabelle specifiche concernenti i materiali definiscono le dimensioni delle tubazioni di distribuzione. Le tabelle per le installazioni normali tengono conto in modo completo dei casi d'impiego contemporaneo degli apparecchi.

5.2.3 Installazioni speciali

Le installazioni speciali sono le installazioni che comportano una o parecchie delle condizioni aggiuntive seguenti:

- grado di utilizzazione elevato e contemporaneo (docce in palestre)
- punti di presa che restano aperti per lungo tempo (utenti permanenti)
- punti di presa con flussi volumetrici di uscita elevati che superano il quadro delle tabelle di dimensionamento delle installazioni normali.

Il dimensionamento di un'installazione speciale esige calcoli complessi e precisi qualora si voglia garantire un funzionamento ottimale dell'impianto. In questo caso sono determinanti i punti seguenti:

- il flusso volumetrico durante l'utilizzazione massima (flusso volumetrico di punta).

- La perdita di pressione massima tra il contatore dell'acqua oppure la valvola di riduzione della pressione ed il punto di presa più lontano può essere al massimo di 1,5 bar.
- La pressione di scorrimento minima nel punto di presa più alto, rispettivamente nel punto di presa più distante è di 1 bar.
- Il diametro interno minimo del tubo è di 10-16 mm, a seconda del materiale.
- La velocità di scorrimento nei tubi dovrebbe variare da 1,5 a 2,0 m/s.

Tabella: valori di raccordo delle rubinetterie e degli apparecchi

Utilizzazione	Flusso volumetrico d'uscita per raccordo		Flusso volumetrico d'uscita per raccordo UR
	l/s	l/min	
Lavabi, bidè, lavabi a canale, sciacquoni	0,1	6	1
Lavelli, vaschette di smaltimento, lavabi murali in scuole, docce per saloni di parrucchiere, lavastoviglie domestiche, scaldacqua istantanei a gas, vasche di lavaggio	0,2	12	2
Rubinetterie per docce di potenza media, scaldacqua istantanei a gas	0,3	18	3
Lavelli di grandi dimensioni, vaschette di smaltimento indipendenti, vaschette di smaltimento murali, rubinetterie di bagni, lavatrici automatiche fino a 6 kg, scaldacqua istantanei a gas, orinatoi con risciacquatura automatica	0,4	24	4
Rubinetti per giardini ed autorimesse	0,5	30	5
Raccordi 3/4" - lavelli per cucine di grandi dimensioni - vasche da bagno di grande capienza - docce	0,8	48	8

Tabella 5.2.3.1: determinazione delle unità di raccordo dei diversi utilizzatori secondo le direttive per la posa di installazioni idrauliche W3, edizione 1992

Tabella 2a: unità di raccordo e diametro per

tubi di acciaio zincato DIN 2440/44

N° max. di UR	6	16	40	160	300	600	1600
DN (mm)	15	20	25	32	40	50	65
Tubi filettati (pollici)	1/2"	3/4"	1	1 1/4"	1 1/2"	2	2 1/2"
Di (mm)	16	21,6	27,2	35,9	41,8	53	68,8

Esempio 5.2.3.2: tabella di dimensionamento secondo le UR giusta le direttive W3. Esistono tabelle identiche per altri materiali per le tubazioni

5.2.4 Circolazione

Vi sono alcune incertezze per quanto concerne il dimensionamento delle tubazioni di circolazione. Le dimensioni delle tubazioni di andata sono determinate di norma secondo W3d. Le tubazioni di ritorno vengono tuttavia spesso calcolate secondo le cosiddette «regole empiriche». Oggi, tuttavia, ogni circolazione dovrebbe essere calcolata e regolata. In tale caso hanno un'importanza essenziale i parametri seguenti:

- velocità
- perdita di pressione
- scelta della pompa
- perdita di calore
- diminuzione della temperatura.

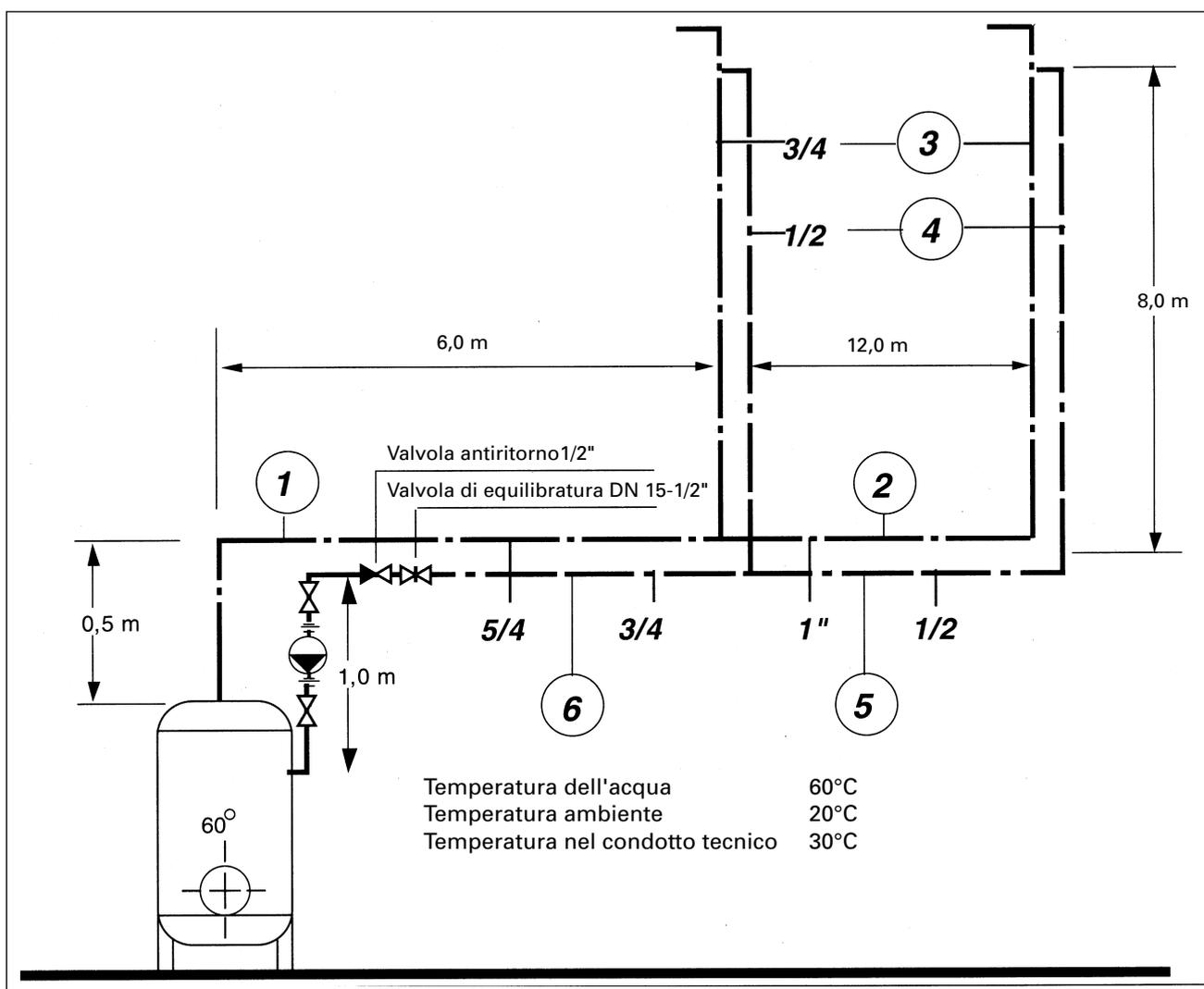


Figura 5.2.4.1: esempio di un impianto semplice con circolazione

Velocità

Nelle direttive concernenti l'acqua, nonché nell'ambito di diversi seminari concernenti la corrosione, si rammenta che le velocità di scorrimento nelle tubazioni dell'acqua devono essere situate tra 0,5 e 1,5 m/s, a dipendenza del materiale di cui è fatta la tubazione stessa.

Per il dimensionamento di tubazioni di circolazione si partirà quindi evidentemente dalla velocità di scorrimento! Una velocità di circolazione di circa 0,5 m/s garantisce:

- una portata sufficiente per quanto concerne l'igiene e la corrosione
- perdite di pressione esigue e, di conseguenza, deboli potenze delle pompe.

In tutti i tratti dei ritorni devono essere raggiunte le velocità minime! Le tubazioni di andata vengono risciacquate durante i prelievi.

Con una condotta di ritorno di 1/2" (diametro minimo secondo W3d) si ottiene così un flusso volumetrico di 4,8 l/min. Qualora due ritorni vengano riuniti, nella tubazione di ritorno comune il flusso volumetrico si raddoppia a 9,6 l/min, ciò che richiederà una tubazione di 3/4" per la velocità necessaria di 0,5 m/s. In questo modo è facile determinare la portata delle pompe.

Perdita di pressione

Il calcolo delle perdite di pressione ha luogo, come per tutte le tubazioni dell'acqua e del gas, sulla base della lunghezza delle tubazioni stesse, delle perdite di carico singole e del flusso volumetrico secondo le tabelle concernenti le perdite di pressione.

Queste perdite di pressione permettono di determinare la prevalenza della pompa di circolazione. Nel caso di perdita di pressione globale, le tubazioni di andata di grande diametro e con un piccolo flusso volumetrico rappresentano soltanto circa il 10% delle perdite globali.

Tr. n.	Dim. pollici	Lungh. (m)	PCS (%)	L totale (m)	Flusso vol. (dm ³ /s)	P diff./m (mbar/m)	P diff. tot. (mbar)
1	5/4	6,5	60	10,40	0,1608	0,13	1,35
2	1	12,0	60	19,20	0,0804	0,14	2,69
3	3/4	8,0	60	12,80	0,0804	0,45	5,76
4	1/2	8,0	60	12,80	0,0804	2	25,60
5	1/2	12,0	60	19,20	0,0804	2	38,40
6	3/4	7,0	100	14,00	0,1608	1,7	23,80
Totale delle perdite di pressione (mbar)							98,00

Tabella 5.2.4.2: calcolo delle perdite di pressione per la determinazione dei dati della pompa

Scelta della pompa

Le caratteristiche della pompa vengono calcolate a partire dalla portata della pompa stessa e dalla perdita di pressione. Ad esempio: portata 0,58 m³/h; perdita di pressione 112 mbar = 1,1 m.

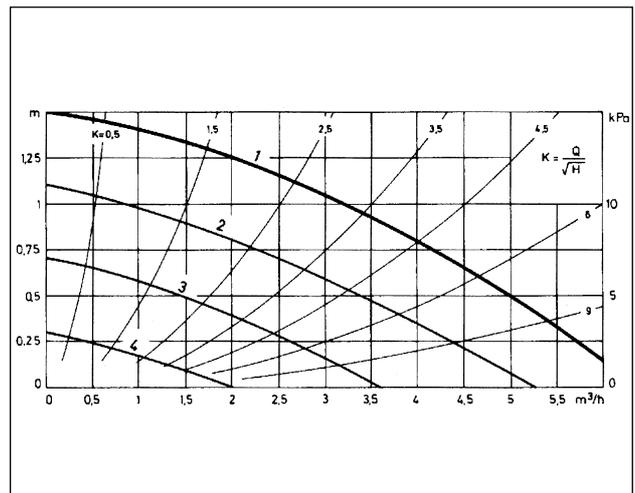


Figura 5.2.4.3: esempio di un diagramma del rendimento delle pompe per la scelta della pompa

Perdite di calore

Per procedere ad una determinazione approssimativa delle perdite di calore si può partire da una temperatura dell'acqua di 60°C (oppure da un altro valore nominale dell'accumulatore). La differenza dovuta ad un raffreddamento progressivo della tubazione non entra in linea di conto rispetto ad altre imprecisioni del calcolo (temperatura ambiente, temperatura esatta dell'accumulatore, valori esatti d'isolamento).

Tr. n.	Dim. pollici	L (m)	TAC (°C)	T est. (°C)	T diff. (°C)	Q 1 (W/mK)	Q 2 (W/m)	Q tot. (W)
1	5/4	6,5	60	20	40	0,177	7,08	46,02
2	1	12,0	60	20	40	0,155	6,20	74,40
3	3/4	16,0	60	30	30	0,136	4,08	65,28
4	1/2	16,0	60	30	30	0,121	3,63	58,08
5	1/2	12,0	60	20	40	0,121	4,84	58,08
6	3/4	7,0	60	20	40	0,136	5,44	38,08
L tot.		69,5	Perdita di calore tot. (W)		340			

Tabella 5.2.4.4: calcolo delle perdite di calore per determinare la diminuzione della temperatura tra l'andata ed il ritorno

Diminuzione della temperatura

La diminuzione della temperatura risulta da:

- perdite globali di calore della tubazione di circolazione
- flusso volumetrico totale.

Per gli impianti di piccole e di medie dimensioni (con il presupposto di una buona coibentazione termica) si può utilizzare, come punto di riferimento generale, un raffreddamento di circa 0,1 K per 10 m di tubazione. Per un impianto con una tubazione di circolazione di 100 m (andata e ritorno) risulta quindi una diminuzione della temperatura di 1 K.

Formula per il calcolo della diminuzione della temperatura:

$$T_{\text{diff}} = \frac{Q_{\text{totale}}}{\text{Flusso vol.} \times c} = \frac{\text{J/s}}{(\text{kg/s}) \times (\text{J/kg K})} = \frac{\text{J s kg K}}{\text{s kg J}} = \text{K}$$

$$\frac{340 \text{ (J/s)}}{0,1608 \text{ (kg/s)} \times 4130 \text{ (J/kg K)}} = 0,512 \text{ K}$$

Formula 5.2.4.5: calcolo della diminuzione della temperatura tra l'andata ed il ritorno

6. Trattamento successivo dell'acqua

6.1	In generale	76
6.1.1	Motivi	76
6.1.2	Analisi dell'acqua	76
6.1.3	Concetti fondamentali	76
6.1.4	Valutazione approssimativa	78

6.2	Procedimenti di trattamento successivo dell'acqua	79
6.2.1	Principio	79
6.2.2	Vista d'insieme dei procedimenti di trattamento successivo dell'acqua	79
6.2.3	Procedimenti fisici	80
6.2.4	Impianti di dosatura	80
6.2.5	Addolcimento	80
6.2.6	Impianto di dissalazione	81
6.2.7	Riassunto	81

6. Trattamento successivo dell'acqua

6.1 In generale

6.1.1 Motivi

L'acqua piovana, origine dell'acqua potabile, assorbe una parte dei gas contenuti nell'aria (ossigeno, anidride carbonica, anidride solforosa, ecc.) e per tale motivo diventa aggressiva (acida, corrosiva).

Filtrando attraverso la superficie del terreno oppure scorrendo sulla stessa, a causa delle sue proprietà corrosive l'acqua piovana scioglie le rocce ed i composti metallici, arricchendosi in questo modo di sostanze organiche ed inorganiche.

Con un dispendio elevato, nelle stazioni di produzione dell'acqua potabile è possibile diminuire la percentuale di impurità contenute nell'acqua, migliorandone la qualità mediante flocculazione, ozonizzazione, adsorbimento sul carbone attivo e filtrazione.

Le precipitazioni fastidiose di calcare oppure una limitazione nella scelta del materiale per la diminuzione del rischio di corrosione sono le conseguenze degli andamenti ai quali abbiamo accennato in precedenza.

In ultima analisi si pone anche il problema della necessità di un eventuale trattamento successivo dell'acqua per poter garantire la sicurezza dell'impianto, la sua durata di vita, nonché la qualità dell'acqua stessa.

La necessità di utilizzare o meno un procedimento per il trattamento dell'acqua dipende dai criteri seguenti:

- una valutazione approfondita, fatta da specialisti, dell'analisi chimica dell'acqua
- le misure preventive adottate per la limitazione della temperatura dell'acqua, la scelta del materiale e le velocità di scorrimento
- un'installazione degli impianti eseguita a regola d'arte
- il rispetto delle leggi e delle prescrizioni ufficiali.

6.1.2 Analisi dell'acqua

Un'analisi dettagliata dell'acqua fornita durante la maggior parte dell'anno può essere richiesta all'azienda dell'acqua potabile competente oppure essere affidata, come mandato, ad un laboratorio del ramo (chimico cantonale, EMPA, ecc.).

L'analisi dell'acqua dovrebbe essere recente (meno di sei mesi) ed essere eseguita tenendo conto dei punti seguenti:

Durezza totale	cloruri Cl^-
Durezza temporanea	solforati SO_4^{2-}
Anidride carbonica libera CO_2	nitriti NO_2^-
Saturazione dell'ossigeno	pH
Conduttività $\mu\text{S/cm}$	temperatura del campione

Tabella 6.1.2.1: componenti dell'analisi dell'acqua

6.1.3 Concetti fondamentali

La durezza totale corrisponde alla somma di tutti gli ioni di calcio, di magnesio ed altri ioni simili. Gli ioni di calcio e di magnesio sono combinati prevalentemente con anidride solforosa, ma anche con cloruri, solfati e nitriti.

La durezza temporanea (dovuta alla presenza in soluzione di idrogeno carbonato di calcio) comprende gli ioni di calcio e di magnesio combinati all'anidride carbonica sotto forma di bicarbonati. Il grado di durezza temporanea dipende dall'anidride carbonica libera combinata con l'acqua e, in misura minore, dalla salinità dell'acqua. Riscaldando l'acqua cambiano le condizioni d'equilibrio: quando la temperatura dell'acqua aumenta, aumenta anche la mancanza di anidride carbonica. Di conseguenza i bicarbonati solubili si trasformano in carbonati insolubili, cedendo anidride carbonica ed acqua (finché non sia ristabilito un nuovo equilibrio). I carbonati precipitano sotto forma di calcare.

La durezza temporanea è frequentemente indicata dalla capacità acida $\text{Ks}_{4,3}$ (il valore $\text{Ks}_{4,3}$ è uguale alla durezza temporanea in °fH, divisa per 5).

La durezza permanente comprende gli ioni di calcio e di magnesio combinati con ioni di cloruri, solfati, nitriti e silicati. Mediante riscaldamento può essere raggiunto il limite di solubilità di questi sali nell'acqua. La parte corrispondente alla

soprasaturazione si cristallizza sotto la forma della cosiddetta «incrostazione della caldaia» sulle superfici fortemente riscaldate.

Salinità dell'acqua: oltre ai sali alcalino-terrosi sciolti nell'acqua (sali di calcio e di magnesio), quasi tutte le acque contengono anche sali alcalini (sodio, potassio). La somma dei sali alcalini ed alcalino-terrosi corrisponde al tenore globale di sale suddiviso in cationi totali ed anioni totali.

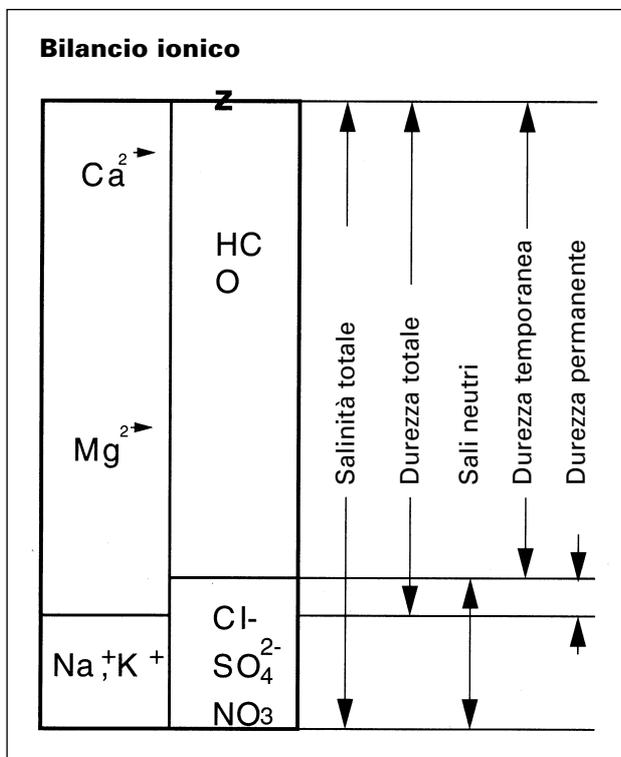


Figura 6.1.3.1: bilancio ionico

Il valore pH è una misura della concentrazione degli ioni d'idrogeno (H^{+}) ed indica se l'acqua presenta un carattere acido (eccesso di ioni H^{+} rispetto agli ioni OH^{-}), neutro o alcalino (eccesso di ioni OH^{-}).

Il valore pH dell'acqua neutra varia da 7,47 a 6,51, con una variazione della temperatura dell'acqua ad esempio da $0^{\circ}C$ a $60^{\circ}C$.

Il valore pH dipende tuttavia anche dalla durezza temporanea e dal tenore di anidride carbonica dell'acqua.

L'acqua acida è aggressiva, mentre l'acqua alcalina, a causa della sua carenza di anidride carbonica, tende a far precipitare calcare.

Per la valutazione delle possibilità di formazione di una patina protettiva sulle superfici metalliche, rispettivamente del pericolo di corrosione, è stato recentemente introdotto anche il cosiddetto indice di saturazione (IS).

L'indice di saturazione è costituito dalla differenza tra il valore pH misurato ed il valore pH d'equilibrio:

IS = 0 = acqua con equilibrio calcio-carbonico

IS > 0 = acqua con tendenza al deposito di calcare

IS < 0 = acqua aggressiva.

Per quanto concerne l'anidride carbonica si fa una distinzione tra anidride carbonica libera ed anidride carbonica combinata chimicamente. Alla durezza temporanea può corrispondere un determinato tenore di anidride carbonica libera (anidride carbonica d'equilibrio). Tutta l'anidride carbonica libera è, per principio, aggressiva nei confronti dei metalli. L'anidride carbonica libera che supera il tenore d'equilibrio dell'anidride carbonica stessa è aggressiva nei confronti del calcare, ma può anche contribuire alla diminuzione del rischio di precipitazione di calcare allorché l'acqua si riscalda.

Queste relazioni possono essere valutate sulla base del diagramma di Tillmann.

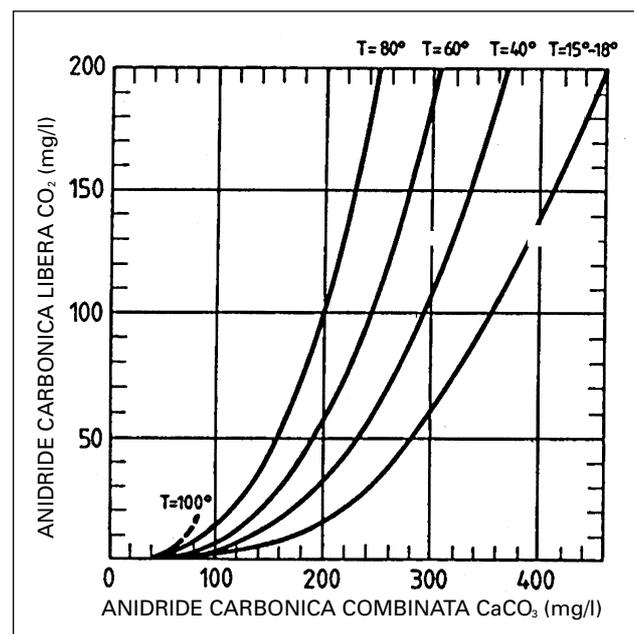


Figura 6.1.3.2: equilibrio calcare-anidride carbonica secondo Tillmann

6.1.4 Valutazione approssimativa

La valutazione precisa delle caratteristiche di un'acqua per mezzo di un'analisi dettagliata della stessa, onde determinare il suo comportamento corrosivo oppure per quanto concerne la formazione della cosiddetta incrostazione della caldaia può, in ultima analisi, essere fatta soltanto da uno specialista. È tuttavia possibile, basandosi sui valori limite di alcuni elementi critici, procedere ad una valutazione approssimativa.

Tipi fondamentali di alcune acque svizzere (secondo le direttive SITC)

	Tipo 1 molto dolce		Tipo 2 dolce		Tipo 3 di media durezza		Tipo 4 dura	
	mg / l	° fH	mg / l	°fH	mg / l	° fH	mg / l	° fH
Durezza totale		2,5		15		25		40
Na		0,05		1		1,5		5
HCO ₃		2		12,5		21,5		30
Cl, SO ₄ , NO ₃		1		3,5		5		15
Si	3		3		3		3	
CO ₂	10		10		15		25	
O ₂	6		6		6		6	

Tabella 6.1.4.1: tipi fondamentali di acque svizzere

Valutazione approssimativa per quanto concerne il rischio di corrosione

I valori limite o i campi di valori seguenti non devono essere superati né verso l'alto, né verso il basso:

Materiale	Acciaio zinc.	Cu	Acciaio CrNi	Acciaio al molibdeno
pH	> 7,3 - ≤ 8,5			
Indice di saturazione IS	≥ 0 - < 0,25			
Cloruri Cl ⁻ mg/l	< 40	< 60	< 100	< 150
Solfati SO ₄ ²⁻ mg/l	< 60	< 60	< 60	< 60
Nitrati NO ₃ ⁻ mg/l				
Sali neutri mg/l	< 100	< 125	< 150	< 200
Ossigeno O ₂ mg/l	> 5 - < 10			

Tabella 6.1.4.2: valutazione approssimativa del rischio di corrosione

Valutazione approssimativa del rischio di precipitazione di calcare

(acqua calda per usi generali)

Durezza temporanea - °fH	Trattamento
< 22	Nessuno
< 30	Addolcimento parziale ad es. per IS > 0,25
> 30	Addolcimento parziale

Tabella 6.1.4.3: valutazione approssimativa del rischio di precipitazione di calcare

Fattori di conversione dei gradi di durezza

Durezza totale	dH°	fH°	mol/m ³	mval/l
Durezza tedesca dH°	1	1,79	0,179	0,357
Durezza francese fH°	0,56	1	0,1	0,2
mol/m ³	5,6	10	1	2
mval/l	2,8	5	0,5	1

Tabella 6.1.4.4: fattori di conversione dei gradi di durezza

6.2 Procedimenti di trattamento successivo dell'acqua

6.2.1 Principio

Motto:
trattamento successivo dell'acqua soltanto laddove assolutamente necessario!

Gli impianti per il trattamento successivo dell'acqua devono essere installati soltanto per utenti speciali ed in caso di necessità assoluta, giacché essi contribuiscono all'aumento della salinità delle acque proprio a causa del fatto che le acque di rigenerazione hanno un tenore di sale elevato, vengono utilizzati prodotti chimici, ecc.

Occorre inoltre tener conto del consumo di energia e dei costi d'investimento di tali impianti. Nella prassi viene spesso prestata un'attenzione insufficiente alla manutenzione necessaria ed al controllo.

Raccomandazione:

quando un trattamento successivo dell'acqua non è palesemente indispensabile, si raccomanda ugualmente di prevedere lo spazio necessario e le possibilità di montaggio dell'impianto previsto.

Un impianto di addolcimento non deve comunque essere messo in esercizio prima di circa 6-12 mesi, ossia dopo che si sia formato uno strato di protezione sufficiente. Il controllo dello scaldacqua e delle tubazioni di controllo permette di decidere in merito alla necessità di un impianto di addolcimento, rispettivamente di decidere in quale momento lo stesso dovrà entrare in esercizio.

6.2.2 Vista d'insieme dei procedimenti di trattamento successivo dell'acqua

Procedimento	Rimedio possibile per	
	dep. di calcare	corrosione
Procedimento fisico	●	
Inibizione (impianto d'inoculazione)	●	●
Addolcimento	●	
Dissalazione parziale	●	
Dissalazione totale	●	

Tabella 6.2.2.1: vista d'insieme dei procedimenti

I capitoli seguenti trattano dei diversi procedimenti utilizzati in relazione con un impianto di produzione dell'acqua calda.

6.2.3 Procedimenti fisici

Si tratta di sistemi con o senza utilizzazione della corrente elettrica. Il funzionamento di questi sistemi è basato su un'azione magnetica che ha un influsso sull'acqua oppure ne modifica la struttura. In diversi casi questi apparecchi lavorano in modo abbastanza soddisfacente, benché non sia sempre possibile valutare la loro efficacia. Non si è ancora giunti a fornire una spiegazione in merito alla loro azione.

La spiegazione scientifica esatta del modo in cui agiscono e delle condizioni nelle quali tale azione è possibile non è ancora stata fornita nelle condizioni che si verificano nella prassi.

L'installazione di un tale impianto dovrebbe aver luogo solo allorché si abbiano tutte le garanzie per quanto concerne la sua efficienza.

6.2.4 Impianti di dosatura

(inoculazione, inibizione)

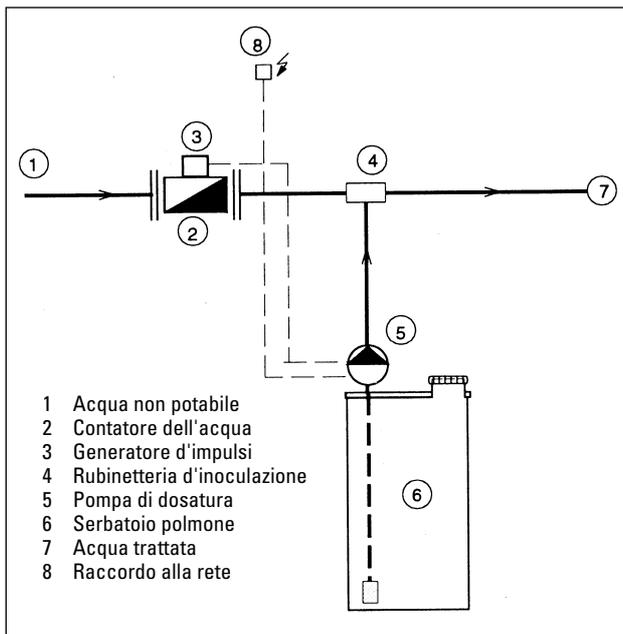


Figura 6.2.4.1: impianto di dosatura

Per impedire la precipitazione del calcare, nonché i fenomeni di corrosione, esistono sul mercato diversi prodotti chimici.

La loro ammissione e le concentrazioni massime ammesse sono definite nell'Ordinanza sulle derrate alimentari.

Per prevenire il rischio di corrosione è raccomandabile, e talvolta anche necessario, ricorrere all'inibizione anche in correlazione con

l'addolcimento o con l'addolcimento parziale. La dosatura avviene mediante pompe che sono comandate a dipendenza dalla portata dell'acqua. La quantità di dosatura dipende dalla composizione del silicato di sodio, variabile a seconda della sua provenienza, nonché dalle caratteristiche dell'acqua e dalle condizioni d'esercizio. Controlli effettuati durante l'esercizio (valore pH, tubazioni di controllo) permettono di ottenere la regolazione definitiva della dosatura.

6.2.5 Addolcimento

Durante l'addolcimento causato dallo scambio di ioni, quelli bivalenti del calcio e del magnesio vengono sostituiti da una quantità equivalente di ioni di sodio. Tale acqua è completamente addolcita, ma presenta la stessa salinità, la stessa concentrazione di bicarbonato e, praticamente, la stessa conduttività e lo stesso valore pH dell'acqua non potabile.

Si ottiene il grado di durezza desiderato dell'acqua industriale mediante una miscelazione fissa dell'acqua non potabile totalmente addolcita e dell'acqua non potabile non addolcita (durezza massima).

A seconda della qualità dell'acqua può essere necessario l'impiego di un impianto di dosatura a valle.

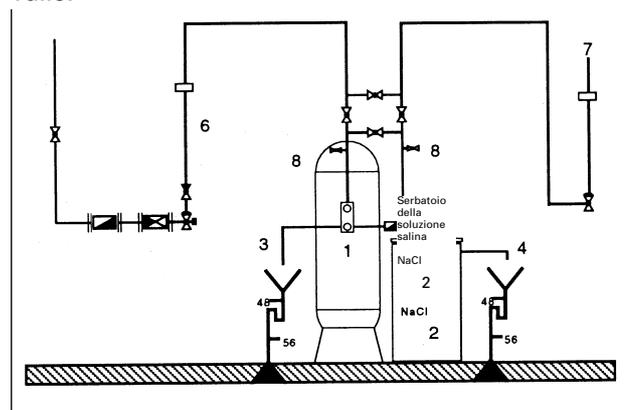


Figura 6.2.5.1: impianto di addolcimento (schema)

- 1 Contenitore della resina
- 2 Contenitore del sale
- 3 Tubazione di risciacquo
- 4 Tubazione di troppopieno
- 5 Contatore dell'acqua
- 6 Acqua non potabile
- 7 Acqua dolce (addolcita)
- 8 Rubinetto di prelievo

Tipi d'impianti

Oggi nell'impiantistica gli impianti di addolcimento vengono di regola equipaggiati con filtri di materia plastica, resistenti alla pressione e rinforzati con fibra di vetro. Questo tipo di struttura, che ha fatto le proprie prove, è disponibile per portate fino a circa 50 m³/h. L'utilizzazione di estere polivinilico, un po' più costoso, permette di ottenere impianti che resistono agli acidi, alle basi ed agli ossidanti forti molto maggiormente dell'acciaio inossidabile.

Negli impianti di addolcimento di piccole dimensioni per portate fino a circa 2 m³/h i filtri vengono realizzati in cosiddette casse poste nel serbatoio della soluzione salina accanto al filtro di addolcimento.

Gli impianti di dimensioni maggiori vengono realizzati per lo più sotto forma dei cosiddetti impianti duplex (impianti a due montanti).

Nei casi speciali, ossia quando solo una parte dell'acqua calda deve essere addolcita, ma tutta l'acqua calda viene riscaldata in comune (ad es. mediante pompa di calore, calore residuo di condensatori, ecc.), gli impianti di addolcimento sono disponibili per temperature d'esercizio fino a circa 50°C.

Comando automatico

La rigenerazione degli impianti di addolcimento viene regolata automaticamente. La messa in funzione della rigenerazione sulla base della quantità d'acqua addolcita prodotta viene comandata mediante un contatore dell'acqua munito di un generatore d'impulsi e di un contatore d'impulsi.

Negli impianti di grandi dimensioni oppure nel caso di acqua non potabile con un grado di durezza fortemente variabile, si raccomanda l'utilizzazione della rigenerazione mediante un apparecchio automatico di misurazione della durezza residua, con il presupposto di una sorveglianza sufficiente.

6.2.6 Impianto di dissalazione

Una dissalazione parziale o totale nell'ambito della preparazione dell'acqua calda è necessaria solo in casi speciali (ad es. per acqua di risciacquo preriscaldata destinata alle macchine per lavare i vetri).

In questi casi particolari è necessario consultare lo specialista.

In tutti i casi speciali nella letteratura tecnica sarà possibile trovare la descrizione dell'impianto e del suo funzionamento.

6.2.7 Riassunto

La composizione dell'acqua costituisce un punto d'orientamento essenziale per un approvvigionamento di acqua calda progettato in

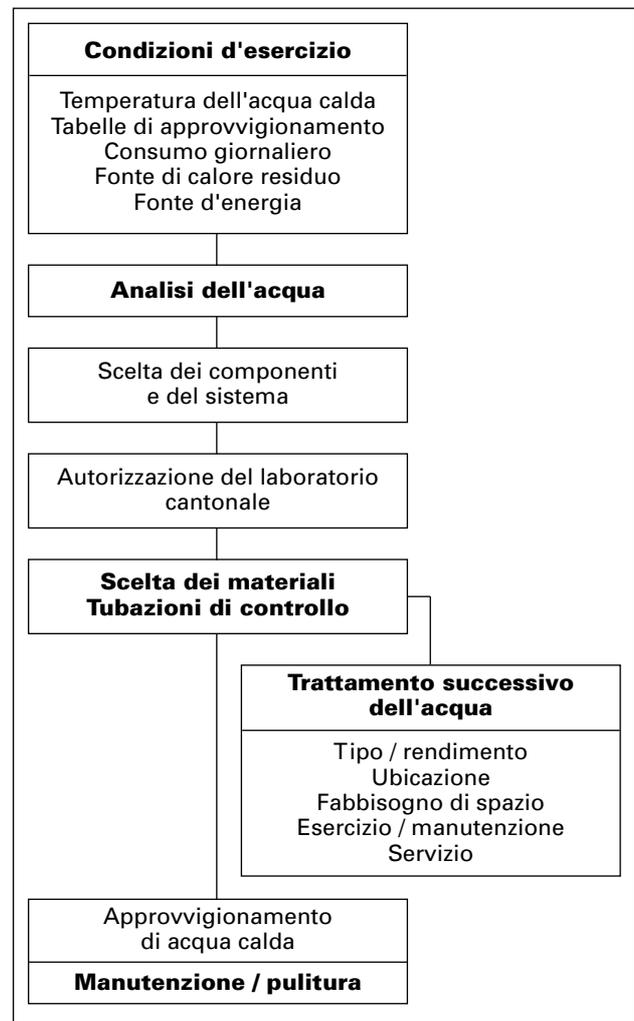


Figura 6.2.7.1: rappresentazione delle tappe

Se dopo un'analisi accurata e nonostante l'utilizzazione di tutte le alternative possibili si costata che un trattamento successivo dell'acqua è necessario o potrebbe diventarlo, oltre all'ubicazione corretta ed all'istallazione dell'impianto di trattamento successivo occorre anche garantire la possibilità di eseguire i controlli e la manutenzione periodici.

7. Igiene

7.1	Ordinanza sulle derrate alimentari	84
7.1.1	Criteri	84
7.1.2	Influssi negativi	85
<hr/>		
7.2	Legionelle	85
7.2.1	Introduzione	85
7.2.2	Rischio per la salute	86
7.2.3	Provvedimenti	86
7.2.4	Osservazioni finali	87

7. Igiene

7.1 Ordinanza sulle derrate alimentari

7.1.1 Criteri

La Legge federale sul commercio delle derrate alimentari circoscrive esattamente le esigenze di qualità di un'acqua potabile. Le aziende dell'acqua potabile sono tenute, nell'ambito della loro responsabilità, ossia fino al contatore dell'acqua potabile, a fornire l'acqua nello stato seguente:

art. 260 (Ordinanza sulle derrate alimentari, del 26 maggio 1936, RS 817.02)

Un'acqua potabile deve soddisfare, tanto per l'aspetto, l'odore e il sapore, quanto dal punto di vista chimico e batteriologico, ai requisiti generali dell'igiene e in particolare a quelli fissati dal Manuale svizzero delle derrate alimentari.

Nel capitolo 27 del Manuale svizzero delle derrate alimentari vengono definite le esigenze fisiche e chimiche della derrata alimentare costituita dall'acqua.

Qui di seguito alcuni dati tratti dal capitolo 27, menzionato in precedenza:

La qualità batteriologica dell'acqua potabile costituisce di gran lunga il criterio più importante. Certi virus ed agenti patogeni provenienti dalle escrezioni di esseri umani ed animali malati possono sopravvivere per un certo tempo nelle acque naturali e, di conseguenza, contaminarle.

La maggior parte delle malattie contratte mediante consumo di acqua non potabile è dovuta a batteri ed a virus. Nel primo gruppo di agenti patogeni sono comprese le salmonelle (tifo, paratifo), le shigelle (dissenteria), i bacilli del colera; al secondo gruppo appartengono alcuni virus intestinali ed i virus responsabili delle epatiti.

L'analisi dell'acqua alla ricerca di germi patogeni e di virus è difficile e lunga. È questo il motivo per cui l'analisi batteriologica dell'acqua si basa soprattutto sulla ricerca dell'escherichia coli, dei batteri coliformi e degli enterococchi. Questi germi sono presenti in grande numero nell'intestino umano e in quello degli animali a sangue caldo. Essi sono facilmente reperibili.

Si parte dal presupposto che un'acqua priva di questi germi fecali non contiene neppure agenti patogeni.

Parametri		Unità	Valore di riferimento	Valore limite
1.1.1	Odore	--	senza risultato	debole
1.1.2	Sapore	--	senza risultato	debole
2.1	Temperatura	°C	8 - 15	25
2.2	Valore pH	--	7 - 8	9,2
2.4	Torbidità, acqua non trattata	TE/F	fino a 0,5	1,0
	Torbidità dopo filtrazione	TE/F	fino a 0,2	0,5
2.5	Colorazione		incolore	
3.11	Calcio	mg Ca ²⁺ / l	40 - 100	
3.12	Magnesio	mg Mg ²⁺ / l	5 - 30	50
3.13	Ferro	mg Fe ²⁺ / l	0,05	
3.15	Rame	mg Cu ²⁺ / l	0,05	1,5
3.16	Zinco	mg Zn ²⁺ / l	0,1	5,0
3.19	Cadmio	mg Cd ²⁺ / l	0,0005	0,005
4.2	Nitriti	mg NO ₂ - / l	0,01	0,1
4.3	Nitrati	mg NO ₃ - / l	25	40
4.4	Cloruri	mg Cl - / l	20	200

Tabella 7.1.1.1: estratto del Manuale svizzero delle derrate alimentari, capitolo 27

Dopo il contatore dell'acqua potabile la responsabilità della qualità dell'acqua incombe all'utente. Le norme corrispondenti sono contenute nelle «Direttive per la realizzazione degli impianti dell'acqua W3d», in particolare con riferimento a:

- determinazione del diametro delle tubazioni
- esigenze per quanto concerne i materiali
- disposizione degli impianti
- rubinetterie.

Per principio la Legge federale sul commercio delle derrate alimentari è valida per il progettista responsabile e/o l'imprenditore.

7.1.2 Influssi negativi

Dal punto di vista igienico i fattori seguenti esercitano influssi negativi sulla qualità dell'acqua potabile:

- riscaldamento dell'acqua in generale (miglioramento delle condizioni di vita dei batteri)
- acqua stagnante (tubazioni dell'acqua poco utilizzate o non utilizzate)
- collegamenti con acque luride (vietati)
- utilizzazione di materiali che non corrispondono alle esigenze igieniche (necessaria l'autorizzazione della SSIGA)
- impianti per il trattamento successivo dell'acqua.

Nel presente capitolo saranno trattati in modo speciale gli influssi negativi con riferimento al riscaldamento dell'acqua.

7.2 Legionelle

7.2.1 Introduzione

La malattia dei legionari è stata descritta per la prima volta nel 1977. L'anno precedente era stato tenuto a Filadelfia un congresso della American Legion, nel corso del quale 182 persone dei circa 4000 veterani che vi avevano partecipato avevano contratto questa malattia. È noto che 29 delle 182 persone contagiate morirono. Furono in seguito eseguiti studi su epidemie precedenti e le statistiche hanno permesso di giungere fino al 1965. Si crede perfino che la sindrome possa risalire al 1940. In Svizzera non si conoscono fino ad oggi manifestazioni di malattie epidemiche simili alla malattia dei legionari.

Tutti i rapporti hanno trovato un'ampia eco nella bibliografia medica specializzata, provocando tuttavia anche una grande incertezza. La valutazione del problema è da un lato da ricercare al più alto livello medico e, dall'altro, essa deve creare un'attitudine fondamentale nuova per quanto concerne la parte strutturale di un impianto di produzione dell'acqua calda.

In Svizzera esiste al momento soltanto il rapporto di un gruppo di lavoro incaricato dall'Ufficio federale della sanità pubblica (UFSP). Le righe seguenti sono gli estratti più importanti di questo rapporto del 1989.

Da allora sono stati pubblicati numerosi articoli specializzati che contraddicono in parte il rapporto dell'UFSP. Tutta la problematica sarà studiata ulteriormente nel corso dei prossimi anni.

Obiettivi

Il tema «legionelle» deve essere trattato in questo capitolo in modo che lo specialista al momento della progettazione di un impianto per la produzione di acqua calda sia in grado di utilizzare le conoscenze attuali. Egli deve parimenti essere sensibilizzato al punto tale che il suo interesse per questa problematica rimanga desto.

Presenza delle legionelle

Le legionelle costituiscono un componente naturale della microflora presente nell'acqua. Si possono trovare in diversi tipi di acque naturali ed artificiali come ad esempio in

- acque di superficie, ossia acque di fiumi, di laghi e di stagni
- sorgenti (fredde e calde)
- acqua piovana
- falda freatica.

Non di rado esse possono presentarsi negli impianti tecnici per la distribuzione dell'acqua. Le legionelle si moltiplicano soprattutto nell'acqua stagnante. Il loro sviluppo è favorito dall'aumento della temperatura

tura dell'acqua fino a 45°C e solo a partire dai 50°C il loro numero comincia a diminuire. Esse muoiono rapidamente a temperature superiori ai 60°C. Per l'essere umano il pericolo potenziale si manifesta nei sistemi dell'impiantistica fortemente contaminati e se le legionelle si trovano negli aerosol (docce, whirlpools, ecc.).

7.2.2 Rischio per la salute

Gruppi a rischio

Non tutte le persone sono minacciate nello stesso modo. Questa constatazione ha un ruolo essenziale nel caso della valutazione di eventuali provvedimenti da adottare.

Rischio elevato

Le persone malate e gli anziani fanno parte del gruppo a rischio n. 1. Lo stesso vale per gli esseri umani che soffrono di malattie polmonari croniche o che hanno un sistema immunitario indebolito.

Rischio per le persone in buona salute

Non appartengono di regola ad una categoria a rischio gli adulti ed i bambini in buona salute. Esiste invece un rischio limitato per le persone più anziane e particolarmente per i fumatori. Osservazioni precise di casi determinati dimostrano che il personale di servizio che lavora su impianti sanitari e della tecnica di ventilazione e di condizionamento potrebbe essere potenzialmente soggetto a rischio.

Non è nota la dose infettiva minima per gli esseri umani. Probabilmente i diversi ceppi di legionelle hanno effetti differenti.

Rischio presentato dagli impianti tecnici

È comunemente ammesso che le legionelle giungono direttamente negli impianti tecnici attraverso le tubazioni dell'acqua potabile. Il fattore più favorevole per la loro proliferazione sembra essere il ristagno.

Il consumo di acqua potabile contaminata dalle legionelle non è pericoloso. La malattia può invece trovare la propria origine soltanto nell'inalazione profonda di aerosol sotto forma di piccole particelle che contengono legionelle. Ne consegue che tutti gli impianti tecnici e tutti gli apparecchi suscettibili di originare aerosol sono apparecchi a rischio. Aerosol possono manifestarsi anche durante l'utilizzazione di docce o di rubinetti che proiettano l'acqua nelle vasche da bagno o nei lavabi. La temperatura dell'acqua nei whirlpools (ca 35°C) favorisce la proliferazione delle legionelle.

Gli impianti della tecnica di ventilazione e di condizionamento, quali i depuratori dell'aria, gli umidificatori dell'aria, ecc. costituiscono pure impianti tecnici a rischio.

7.2.3 Provvedimenti

Estratto del rapporto dell'UFSP 1989

Le misure preventive nelle installazioni dell'impiantistica non devono solo servire ad evitare la malattia dei legionari. In tutti gli impianti in discussione occorre procedere secondo principi igienici di portata generale. Una manutenzione regolare degli impianti (i piani di manutenzione devono essere consegnati dai costruttori al gestore) fa parte dei provvedimenti più importanti per impedire l'insorgere di casi di malattia. Per impedire in modo generale la proliferazione delle legionelle, negli edifici in cui si trovano gruppi a rischio (malati, anziani), soprattutto negli ospedali, nelle case per anziani, nelle case di cura e negli alberghi, occorre adottare i provvedimenti seguenti a livello di progettazione, di realizzazione e di esercizio:

provvedimenti a livello di progettazione

- Al momento della progettazione è necessaria una collaborazione stretta tra architetti, ingegneri dell'impiantistica, imprese, autorità comunali e cantonali.

Come testé rammentato le legionelle possono presentarsi ovunque, anche nell'acqua potabile. Sotto l'aspetto igienico può preoccupare soltanto la proliferazione delle legionelle in sistemi in cui si formano aerosol che possono giungere fino ai polmoni (docce, whirlpools). Al momento della progettazione di ospedali occorre tener conto in modo particolare dei punti seguenti:

negli accumulatori dell'acqua calda la temperatura della stessa deve essere di almeno 60°C, affinché la temperatura dell'acqua di prelievo sia di 50°C nei punti di presa.

Occorre inoltre prevedere accumulatori decentralizzati. Nella rete di distribuzione sarà opportuno evitare la creazione di zone morte, prevedendo il massimo possibile di svuotamenti.

Provvedimenti durante l'esecuzione dei lavori

- Durante l'esecuzione dell'impianto, ma anche durante le riparazioni oppure i lavori di ristrutturazione l'acqua resta spesso in una zona del sistema calda (> 45°C), ma poco favorevole. Prima della messa in esercizio oppure della nuova messa in esercizio di un sistema dovrebbe essere eseguita una disinfezione termica o chimica.

Provvedimenti concernenti l'esercizio

- Gli impianti di ventilazione e di condizionamento esistenti negli ospedali che sono stati progettati, realizzati ed hanno subito una manutenzione secondo le direttive 35 (1987) dell'ISO (Istituto svizzero della sanità pubblica e degli ospedali) soddisfano le esigenze poste.
Per altri edifici vale la norma SIA 382 (1989) «Impianti di ventilazione e di condizionamento».
- Nel settore dell'acqua calda, soprattutto nel caso d'impianti di grandi dimensioni con approvvigionamento centrale dell'acqua calda, vale la norma SIA 385/3 (1991) «Approvvigionamento di acqua calda negli edifici».
- Per i whirlpools, rispettivamente per i bagni termali valgono le esigenze della norma SIA 385/1 (1989) «Preparazione dell'acqua calda nei bagni pubblici».
- Nell'ambito della terapia d'inalazione, i nebulizzatori e gli umidificatori devono funzionare con acqua sterilizzata, essere vuotati regolarmente e devono subire una manutenzione parimenti regolare. Soprattutto nel caso dei nebulizzatori agli ultrasuoni occorre tener conto del fatto che le parti interne degli apparecchi devono poter subire un trattamento in autoclave.

Raccomandazione ufficiale dell'UFSP

Le legionelle si manifestano ovunque, sia nella natura, sia nelle installazioni dell'impiantistica. Non sarebbe realista il ritenere possibile un'eliminazione completa delle legionelle; è questo il motivo per cui le presenti raccomandazioni mirano soprattutto alla riduzione del pericolo per le persone a rischio (malati, persone anziane). Le installazioni dell'impiantistica negli ospedali, nelle case per anziani, nelle case di cura, nonché negli alberghi sono, di conseguenza, in primo piano.

Raccomandazioni per le autorità sanitarie

Ogni caso di legionellosi deve essere chiarito con cura, affinché sia possibile accertare l'origine dell'infezione, aumentando in tal modo le conoscenze nel settore della prevenzione. Deve inoltre essere garantita una sorveglianza continua della situazione epidemiologica nei cantoni ed in tutta la Confederazione. Non è invece raccomandato un controllo regolare delle installazioni dell'impiantistica, onde accertare la presenza di legionelle.

Raccomandazioni per i progettisti ed i gestori

d'installazioni dell'impiantistica negli ospedali, nelle case per anziani, nelle case di cura, nonché negli alberghi

Impianti della tecnica di ventilazione e di condizionamento

1. Gli impianti destinati agli ospedali ed alle case di cura dovranno essere costruiti, gestiti e controllati secondo le direttive ISO 35 (1987).
2. Per i rimanenti edifici è determinante la norma SIA 382 «Impianti della tecnica di ventilazione e di condizionamento».
3. I gruppi, come ad esempio i depuratori dell'aria e gli umidificatori a vaporizzazione, devono essere puliti regolarmente ed a fondo secondo i piani di manutenzione esistenti.

Impianti sanitari

1. La norma SIA 385/3 (1991) «Approvvigionamento di acqua calda negli edifici» deve essere applicata in modo adeguato.
2. La temperatura dell'acqua calda nell'accumulatore deve essere di almeno 60°C e nei punti di presa di almeno 50°C.
3. Deve essere incrementato l'impiego d'impianti di acqua calda decentralizzati.
4. Nel sistema delle tubazioni dell'acqua devono essere evitati i punti morti, garantendo un massimo di possibilità di svuotamento.
5. Tutti gli accumulatori dell'acqua calda devono essere puliti regolarmente ed a fondo (secondo il piano di manutenzione).

Whirlpools (piscine con vortici di acqua calda)

1. Per i whirlpools deve essere applicata la norma SIA 385/1 «Preparazione dell'acqua nelle piscine pubbliche».
2. L'acqua deve sempre avere un tenore di cloro libero da 0,7 a 1,0 mg/l.

7.2.4 Osservazioni finali

Come si può dedurre dai rapporti, quasi ogni settimana vengono pubblicate nuove «notizie» concernenti le legionelle.

Da un lato disponiamo ora di raccomandazioni chiare nell'ambito dei gruppi a rischio, mentre dall'altro vengono lasciate alla nostra valutazione le misure da adottare.

8. Esercizio e manutenzione

8.1	Apparecchi	90
8.1.1	Controlli	90
8.1.2	Decalcificazione	90
8.1.3	Anodi	90
8.1.4	Temperatura	91

8.2	Tubazioni di distribuzione	91
8.2.1	Isolamento	91
8.2.2	Risciacquature	91

8.3	Rubinerie	92
8.3.1	Pompe di circolazione	92
8.3.2	Rubinerie di chiusura	92
8.3.3	Rubinerie di prelievo	92

8. Esercizio e manutenzione

8.1 Apparecchi

8.1.1 Controlli

Nel 1° anno d'esercizio

Al momento della messa in esercizio deve essere controllata la funzione di commutazione dei termostati. La temperatura deve pure essere controllata, anche se la regolazione eseguita in fabbrica dovrebbe essere di 60°C. Occorre inoltre stabilire con l'utente la temperatura desiderata.

Da un lato la temperatura può essere misurata sul termometro incorporato nello scaldacqua (nel caso in cui lo stesso esista) e dall'altro sul punto di presa più vicino allo scaldacqua (rubinetteria di prelievo) per mezzo di un termometro. Occorrerà parimenti tener conto delle perdite nelle tubazioni. A causa delle tolleranze dei diversi apparecchi e dei diversi metodi di misurazione sono normali variazioni di temperatura tra la regolazione del termostato, la temperatura indicata sul termometro dello scaldacqua e la temperatura misurata.

Occorre inoltre verificare il funzionamento corretto della valvola idraulica di sicurezza:

- breve sgravo della molla di compressione nella valvola di sicurezza (risciacquatura)
- controllo visivo della valvola di sicurezza per accertarsi se vi sia uno sgocciolamento quando viene riscaldata l'acqua.

Dopo 1-2 anni d'esercizio

- Controllo dello strato di calcificazione all'interno della caldaia
- controllo dell'anodo di protezione di magnesio (anodo anticorrosione).

Per eseguire il controllo all'interno della caldaia occorre levare i fusibili, chiudere le tubazioni dell'acqua fredda (valvola d'arresto), vuotare lo scaldacqua (rubinetto di scarico) ed aprire il rubinetto di prelievo dell'acqua calda.

Dopo che lo scaldacqua è stato vuotato è possibile smontare la calotta di protezione. Prima di togliere la flangia occorre disinserire il termostato e levare con cautela il tubo capillare.

È ora possibile levare dallo scaldacqua il corpo riscaldante con la flangia. È assolutamente necessario annotare il punto in cui lo stesso è inserito. Dopo aver levato il corpo riscaldante è possibile togliere e sostituire la guarnizione della flangia.

In questo modo si può gettare uno sguardo all'interno della caldaia, onde eseguire il controllo necessario.

8.1.2 Decalcificazione

Negli scaldacqua moderni con superfici interne lisce ed una temperatura massima dell'acqua di 60°C, di regola all'interno della caldaia non si formerà uno strato solido di calcare.

Per la decalcificazione occorre procedere come segue:

- aspirare con un aspirapolvere industriale i depositi di calcare sul fondo della caldaia
- decalcificare il corpo riscaldante percuotendolo con delicatezza (ad es. con un martello di nylon) o grattandolo parimenti con delicatezza (utilizzare un cacciavite e non un utensile affilato)
- prima di montare nuovamente i pezzi pulire ambedue le superfici della guarnizione (sede della guarnizione all'interno della caldaia e sulla flangia).

Occorre evitare nel modo più assoluto una decalcificazione chimica.

A seconda della composizione dell'acqua e con temperature superiori ai 60°C la formazione di calcare nell'acqua aumenta in modo notevole.

Per ridurre al minimo la formazione di calcare, incrementando contemporaneamente uno sfruttamento ottimale dell'energia, la temperatura dell'acqua calda deve essere limitata a 60°C.

Ciò nonostante è necessaria una decalcificazione regolare dello scaldacqua (ogni 5 anni circa). La frequenza dipende dalla qualità dell'acqua (sostanze contenute nell'acqua).

Sarà necessario segnalare le decalcificazioni applicando un'etichetta allo scaldacqua.

8.1.3 Anodi

Benché la maggior parte degli scaldacqua in commercio sia provvista di uno strato anticorrosivo, per la protezione assoluta del materiale di cui è fatto il contenitore di solito gli anodi di protezione di magnesio oppure di altre leghe vengono già montati in fabbrica.

Durante ogni controllo (cfr. 8.1.1) occorre verificare lo stato dell'anodo di protezione ed eventualmente sostituirlo.

Esistono anodi di 2 tipi:

1. anodi a barra
2. anodi a catena.

Questi ultimi vengono utilizzati allorché lo spazio disponibile sopra lo scaldacqua non è sufficiente per introdurre un anodo a barra.

Al momento del montaggio occorre verificare che esista un buon contatto con l'accumulatore (massa).

8.1.4 Temperatura

La temperatura degli scaldacqua è di norma regolata su 60°C. Poiché a dipendenza dalla temperatura il consumo d'energia può variare fortemente è vantaggioso ridurre al minimo la temperatura. Il valore nominale dello scaldacqua deve essere mantenuto costante e verificato al momento di ogni controllo come al capitolo 7.2.1.

8.2 Tubazioni di distribuzione

8.2.1 Isolamento

Negli edifici nuovi la coibentazione termica delle tubazioni dell'acqua calda deve normalmente essere in ordine. Dopo un certo tempo, tuttavia, eventuali difetti della coibentazione termica possono provocare perdite di calore. È questo il motivo per cui occorrerebbe un controllo visivo periodico delle tubazioni e del loro isolamento. Negli impianti esistenti l'isolamento deve essere verificato ed eventualmente completato o sostituito.

8.2.2 Risciacquature

Negli impianti per la produzione dell'acqua calda ben progettati deve essere garantita una buona risciacquatura mediante prelievi. Dovranno essere evitati oppure eliminati i tratti poco o per nulla utilizzati.

Le risciacquature richiedono un forte dispendio e sono molto care. Esse vengono eseguite soprattutto per eliminare i prodotti della corrosione nelle tubazioni. Questo tipo di risciacquatura deve essere progettato e sorvegliato da un esperto. L'esecuzione di una risciacquatura a pressione dovrà essere affidata soltanto a ditte specializzate.

8.3 Rubinetterie

8.3.1 Pompe di circolazione

In molti impianti per la produzione dell'acqua calda si manifestano difetti soprattutto nella pompa di circolazione:

- potenze troppo elevate delle pompe
- velocità di scorrimento troppo elevate, ecc.

Nei nuovi impianti muniti di una buona coibentazione termica la pompa di circolazione può essere progettata ed installata come al capitolo 5. Un controllo periodico è tuttavia raccomandato.

Nella maggior parte degli impianti esistenti è quasi sempre possibile sostituire la pompa di circolazione esistente con un modello di dimensioni minori. Occorre approfittare di quest'occasione per montare un organo di regolazione ed una valvola antiritorno.

8.3.2 Rubinetterie di chiusura

Le rubinetterie di chiusura delle tubazioni dovrebbero essere controllate per quanto concerne le caratteristiche seguenti:

- tenuta stagna della guarnizione del mandrino
- accessibilità
- coibentazione termica.

Se i punti summenzionati sono in ordine, di regola non si manifesteranno problemi con le rubinetterie di chiusura.

8.3.3 Rubinetterie di prelievo

Le rubinetterie di prelievo gocciolanti (la goccia scava la pietra...) creano perdite di energia e di acqua che non devono essere sottovalutate. È questo il motivo per cui le rubinetterie di prelievo gocciolanti devono essere subito riparate. Attenzione! Le rubinetterie senza pressione gocciolano durante la fase di riscaldamento.

Anche una rubinetteria montata in modo errato (ad es. per una portata troppo elevata) può causare perdite eccessive. In tale caso occorre verificare se la soluzione che consente il maggior risparmio energetico non sia costituita da:

- una rubinetteria senza contatto
- un miscelatore
- una rubinetteria normale.

Per mezzo di una buona informazione tali provvedimenti possono contribuire in modo efficace ad un funzionamento parsimonioso di un impianto.

9. Risanamento d'impianti esistenti

9.1	In generale	94
<hr/>		
9.2	Possibilità di risparmio	94
9.2.1	Produzione di calore	94
9.2.2	Rete di distribuzione	95
9.2.3	Rubinerie	95
9.2.4	Trasformazione di un approvvigionamento centralizzato in un approvvigionamento a gruppi	95
9.2.5	Riduzione della temperatura	95
9.2.6	Risparmio mediante riduzione del consumo	96

9. Risanamento d'impianti esistenti

9.1 In generale

Nell'ambito dei risanamenti termici e tecnici è interessante soprattutto l'approvvigionamento di acqua calda. In un'economia domestica media è utilizzata per la produzione di acqua calda una percentuale che può variare tra il 10 ed il 20% dell'energia totale consumata.

Esattamente come nel caso del riscaldamento di locali anche qui esistono possibilità di risparmio sia per la *produzione di calore*, sia per la *distribuzione ed emissione del calore*. Anche per quanto concerne l'acqua calda, un adeguamento esatto tra l'offerta e la domanda, nonché la limitazione del consumo inutile d'energia permettono un risparmio energetico.

9.2 Possibilità di risparmio

9.2.1 Produzione di calore

Ancora oggi in molti luoghi il riscaldamento dell'acqua potabile è causa di perdite considerevoli. Al momento attuale in Svizzera sono sempre a disposizione *caldaie combinate*. Esse utilizzano l'impianto di riscaldamento centrale anche per la produzione di acqua calda. D'inverno tale combinazione può anche essere razionale. Nella mezza stagione e soprattutto all'infuori del periodo di riscaldamento una caldaia combinata è tuttavia causa di perdite inutili di combustibile. È questo il motivo per cui si raccomanda che durante l'estate il riscaldamento dell'acqua sia indipendente dall'impianto di riscaldamento stesso. In tal caso può rivelarsi necessaria l'utilizzazione di uno scaldacqua ad accumulazione oppure di uno scaldacqua combinato, dimensionato in modo da poter preparare l'acqua calda d'estate utilizzando l'energia elettrica (a bassa tariffa).

In estate, prima di separare la produzione dell'acqua calda dalla caldaia è tuttavia assolutamente necessario esaminare con cura il sistema di distribuzione dell'acqua calda. Con i sistemi di circolazione queste perdite di calore e l'influsso idraulico sono tanto elevati che durante l'estate il funzionamento diventa impossibile utilizzando uno scaldacqua elettrico. In tale caso sarà eventualmente necessario un risanamento del sistema di distribuzione (soppressione del sistema di circolazione ed installazione di un nastro riscaldante).

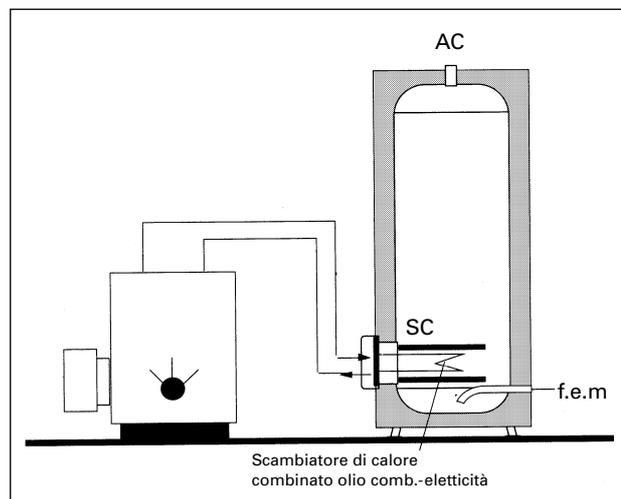


Figura 9.2.1.1: impianto moderno per il riscaldamento dell'acqua

9.2.2 Rete di distribuzione

La perdita nella rete di distribuzione di un approvvigionamento di acqua calda può essere notevole. Le tubazioni dell'acqua calda devono essere trattate in modo altrettanto perfetto come l'accumulatore dell'acqua calda.

È assolutamente indispensabile un *buon isolamento delle tubazioni di distribuzione dell'acqua calda* nelle case in cui l'acqua calda circola continuamente (sistema di circolazione). In tal modo, nel caso di tubazioni mal isolate, è possibile risparmiare fino al 30% delle perdite che si manifestano nelle tubazioni. Le rubinetterie rivestono un ruolo importante e devono parimenti venire isolate.

Nelle tubazioni di derivazione che non sono utilizzate in modo eccessivo, un isolamento è meno importante. Esso può essere vantaggioso soltanto se il prelievo dell'acqua calda ha luogo a brevi intervalli (di mezz'ora al massimo ed anche meno). Se tra i prelievi trascorrono tuttavia delle ore, ciò che nelle case d'abitazione costituisce la regola, l'acqua nelle tubazioni isolate si raffredda in modo tale che dalle tubazioni stesse deve dapprima essere espulso il contenuto ormai freddo. Non è quindi senz'altro conveniente isolare tubazioni singole scoperte, rispettivamente montate in cavità.

Una *coibentazione termica successiva* di tubazioni dell'acqua è naturalmente possibile solo nel caso di tubazioni perfettamente accessibili. Le tubazioni poste sotto intonaco devono essere sostituite con nuove tubazioni nel caso in cui le perdite di calore fossero elevate. Poiché ciò può essere molto costoso, è eventualmente preferibile interrompere, ossia mettere fuori servizio, parti ben determinate del sistema di circolazione. Nel caso in cui la

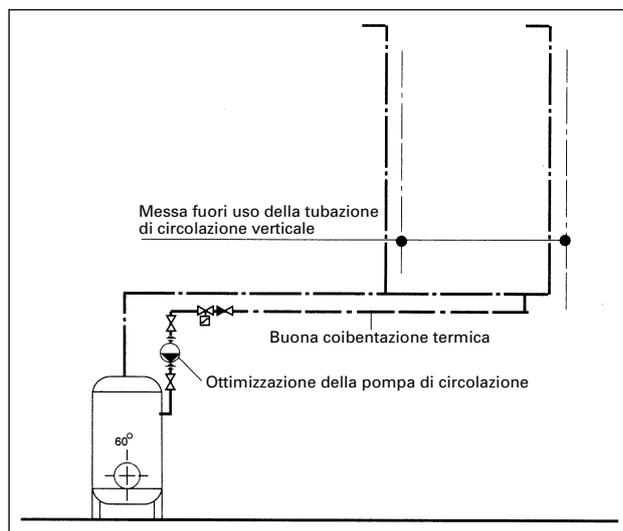


Figura 9.2.2.1: possibilità di risanamento di una circolazione

sistemazione delle tubazioni lo permetta, negli edifici a 2 o a 3 piani le tubazioni montanti possono ad esempio essere separate l'una dall'altra. L'acqua calda circolerà in questo modo soltanto nelle tubazioni poste in cantina; se del caso potrà essere montato un nastro riscaldante.

9.2.3 Rubinetterie

Si valuta che in Svizzera ogni anno vengano sprecati circa 4 milioni di metri cubi di acqua e, di conseguenza, una quantità considerevole di calore a causa di rubinetterie che non sono ermetiche.

Le portate delle vecchie rubinetterie di prelievo sono del 30-50% superiori a quelle dei tipi moderni. Con le rubinetterie nuove è perciò possibile realizzare risparmi di energia termica dell'ordine del 10-30%. Gli investimenti possono essere ammortizzati in circa 5-10 anni. I miscelatori moderni meccanici o termici permettono inoltre, nel caso di un impiego corretto, una regolazione sicura della temperatura di miscelazione desiderata e, di conseguenza, un risparmio energetico.

Le pompe di circolazione dovrebbero essere isolate onde permettere lo sfruttamento del calore che esse stesse generano.

9.2.4 Trasformazione di un approvvigionamento centralizzato in un approvvigionamento a gruppi

Negli edifici dotati di un approvvigionamento centralizzato di acqua calda e di singoli punti di presa, con un fabbisogno di acqua calda esiguo (lavabi individuali negli uffici, ecc.), a seconda delle circostanze può essere vantaggioso prevedere l'utilizzazione di piccoli scaldacqua individuali. Questa soluzione potrà parimenti risultare giustificata qualora esistano tubazioni di alimentazione molto lunghe.

Nel caso del rinnovamento totale di un grande impianto di approvvigionamento dell'acqua calda può essere redditizio trasformare lo stesso in un approvvigionamento singolo oppure in un approvvigionamento a gruppi. Ciò vale soprattutto nel caso in cui esista una richiesta di diverse temperature dell'acqua. Tutto l'impianto non deve perciò essere progettato in funzione della temperatura più elevata, ma della temperatura desiderata per ogni gruppo oppure per ogni punto di presa.

9.2.5 Riduzione della temperatura

Le perdite termiche causate dalla distribuzione dell'acqua calda possono inoltre essere diminuite mediante una riduzione della temperatura

dell'acqua calda stessa. I termostati degli scaldacqua sono troppo spesso regolati ad un livello troppo elevato. L'acqua calda viene prevalentemente utilizzata a scopi igienici, nonché per la pulizia personale. Poiché le temperature superiori a 40°C sono già percepite dal corpo come sgradevoli e che al di sopra dei 60°C si manifesta il rischio di scottatura, la temperatura dell'acqua calda nel punto di presa dovrà essere tra i 45 ed i 55°C. Con temperature superiori ai 60°C aumenta comunque il rischio d'incrostazioni calcaree e di corrosione. Se si abbassa la temperatura diminuiscono anche le perdite di calore nell'accumulatore e nelle tubazioni. Una riduzione della temperatura di 10°C causa una riduzione delle perdite di calore che può variare dal 10 al 20%.

9.2.6 Risparmio mediante riduzione del consumo

Anche nel caso dell'acqua calda un consumo parsimonioso può essere favorito da un conteggio individuale. È noto il fatto che in una casa plurifamiliare dotata di approvvigionamento centrale dell'acqua calda (senza contatori) viene consumato dal 25 al 30% in più di acqua calda di quanto non ne verrebbe consumata se il conteggio avvenisse separatamente per ogni appartamento. Non esiste in verità alcun incitamento al risparmio quando nessuno deve pagare di tasca propria il consumo individuale.

Il Decreto sull'energia si è prefissato l'obiettivo di rendere obbligatorio il conteggio individuale dell'acqua calda a partire da 5 utenti, onde poter risparmiare energia.

L'utilizzazione parsimoniosa di acqua calda può inoltre essere incrementata grazie all'installazione di **attrezzature per la doccia** adeguate. È infatti noto che una doccia richiede una quantità d'acqua tre volte inferiore a quella necessaria per un bagno. Anche qualora si facesse la doccia più frequentemente di quanto si era abituati prima con il bagno, si riuscirà senz'altro a risparmiare, a parità di vantaggi per l'igiene personale.

Con **rubinetterie di prelievo che si chiudono automaticamente**, negli impianti pubblici è possibile fare in modo che sia consumata soltanto la quantità d'acqua effettivamente necessaria.

Tutte queste misure di risparmio, che perseguono quale obiettivo un uso mirato del consumo, hanno tuttavia un effetto adeguato solo se il riscaldamento dell'acqua ed il sistema di distribuzione possono pure funzionare sulla base di un risparmio energetico. Con sistemi di circolazione mal isolati e caldaie combinate a debole rendimento, le quantità di energia sciupate in questi punti deboli diventano rapidamente importanti e perfino sproporzionate rispetto agli altri sforzi fatti per risparmiare. In queste circostanze non ha ad esempio un senso la pretesa di richiedere dai locatari di una casa plurifamiliare un comportamento parsimonioso, se contemporaneamente tutto l'impianto dell'acqua calda è obsoleto.

10. Redditività

10.1	Introduzione	98
<hr/>		
10.2	Domande possibili	98
<hr/>		
10.3	Procedimento per il calcolo della redditività	99
10.3.1	Formulazione delle domande	99
10.3.2	Costi d'investimento	100
10.3.3	Durata di utilizzazione	100
10.3.4	Costi di cura e di manutenzione (costi d'esercizio)	101
10.3.5	Costi dell'energia	101
10.3.6	Tasso d'interesse/rincaro	102
<hr/>		
10.4	Calcolo della redditività	104
10.4.1	Osservazione finale	107

10. Redditività

10.1 Introduzione

Poiché al committente sono offerte diverse possibilità nella scelta della produzione dell'acqua calda, occorre parimenti fornirgli elementi di apprezzamento. Un elemento importante per la decisione in questo campo è costituito dalla redditività. Per i calcoli di quest'ultima oggi si utilizzano già in parte programmi di elaborazione elettronica dei dati.

Il manuale «RAVEL è convincente» mostra come effettuare rapidamente un calcolo della redditività senza utilizzare il computer. Il metodo illustrato (metodo dinamico delle annualità) conduce a risultati precisi. Sulla base di un esempio, effettueremo qui di seguito un calcolo simile, trattando problemi speciali nell'ambito della produzione di acqua calda.

10.2 Domande possibili

Negli edifici nuovi ed in quelli esistenti, i progettisti ed i committenti possono porsi le domande seguenti:

- *paragone tra sistemi*: quale sistema di produzione dell'acqua calda è più redditizio in un determinato caso, ossia offre il miglior rapporto qualità/prezzo?
- *Valutazione delle misure di risparmio energetico*: è giustificata una misura di risparmio energetico?

Da un punto di vista non soltanto tecnico, ma anche economico, ci si possono porre le domande seguenti:

- approvvigionamento centrale o decentralizzato?
- Tubazione individuale con nastro riscaldante oppure circolazione?
- Scaldacqua elettrico oppure con pompa di calore?
- Riscaldamento dell'acqua mediante elettricità, olio combustibile oppure gas?
- Esercizio monovalente (puramente elettrico oppure con olio combustibile/gas) oppure bivalente (durante l'estate elettricità, durante l'inverno olio combustibile)?
- Occorre utilizzare uno oppure parecchi scaldacqua (alimentazione individuale o centralizzata)?
- Il sistema di scaldacqua esistente deve essere sostituito da un sistema con pompe di calore?
- La circolazione esistente deve essere conservata, deve essere disinserita parzialmente (mediante temporizzatore) oppure perfino essere interrotta del tutto?
- Occorre sostituire la pompa troppo grande per la circolazione dell'acqua calda mediante una nuova pompa di dimensioni minori?
- Occorre sostituire l'accumulatore troppo grande con uno di dimensioni minori e più moderno?
- Il tipo d'esercizio bivalente deve essere sostituito con un tipo di funzionamento solo ad elettricità oppure a olio combustibile/gas?
- Occorre sostituire l'alimentazione centralizzata con un'alimentazione decentralizzata?

10.3 Procedimento per il calcolo della redditività

Indipendentemente dal fatto che il calcolo della redditività sia eseguito con un programma di elaborazione elettronica dei dati oppure manualmente, sarà opportuno chiarire in precedenza i punti seguenti:

- formulazione chiara delle domande
- determinazione dei costi d'investimento
- determinazione della durata d'impiego
- stima dei costi di cura e di manutenzione
- calcolo del costo dell'energia
- determinazione del tasso d'interesse e del rincaro.

Quando saranno chiariti i punti summenzionati sarà possibile procedere al vero e proprio calcolo della redditività.

10.3.1 Formulazione delle domande

Quali sistemi devono essere paragonati l'uno con l'altro? Quali misure di risparmio energetico devono essere studiate? Queste domande devono dapprima essere chiarite in modo esatto:

- in una prima fase deve essere esposta chiaramente la problematica.
- Nella fase successiva devono essere illustrate le diverse alternative oppure le diverse possibilità di risparmio energetico: ad esempio mediante schemi di principio, diagramma dei flussi energetici o mediante una descrizione.
- In un'ultima fase saranno raccolti i dati tecnici più importanti per ogni alternativa: ad esempio il tipo dello scaldacqua, la capienza dell'accumulatore, i dati concernenti la potenza, il tipo d'esercizio, il consumo di energia, ecc.

Esempio

Problematica

In una CUF di 5 1/2 locali con un riscaldamento ad olio combustibile deve essere sostituito lo scaldacqua elettrico centrale difettoso. Il committente intende esaminare le tre possibilità seguenti per quanto concerne la loro redditività (occorrerebbe eventualmente tener conto ancora della copertura delle domande di punta elettriche):

1. scaldacqua elettrico con funzionamento monovalente, ossia l'acqua calda viene prodotta sempre mediante l'elettricità.
2. Scaldacqua elettrico con sistema d'esercizio bivalente, elettrico d'estate, riscaldamento mediante olio combustibile d'inverno.
3. Produzione di acqua calda mediante riscaldamento ad olio combustibile durante tutto l'anno.

Dati tecnici

Per tutte le tre alternative si parte dalle ipotesi seguenti:

- fabbisogno teorico di punta:
5 persone in ragione
di 50 l/60°C = 250 l/60°C
- capacità dell'accumulatore = 250 l
- fabbisogno giornaliero medio:
5 persone in ragione
di 35 l/60°C = 175 l/60°C
- numero dei giorni di utilizzazione:
365 - 40 giorni (assenze) = 325 giorni
- consumo annuo:
325 x 175 l/60°C = 57'000 l/60°C
- consumo annuo di energia utile:
57'000 x 4,187 x (60-10)/1000 = 11'933 MJ/anno

	Fabbisogno di energia utile MJ/anno		Rendimento		Fabbisogno di energia finale MJ/anno	
	inverno	estate	inverno	estate	elettricità	olio combustibile
1. alternativa	4'775	4'775	0,8 (el.)	0,8 (el.)	11'940	0
2. alternativa	4'775	4'775	0,8 (el.)	0,72 (olio comb.)	5'970	6'630
3. alternativa	4'775	4'775	0,55 (olio comb.)	0,72 (olio comb.)	0	15'315

Figura 9.3.1.1: fabbisogno di energia

10.3.2 Costi d'investimento

Nel caso di piccoli oggetti occorre spesso valutare il costo d'investimento sulla base di valori empirici. Ciò richiede una grande esperienza e dovrebbe essere fatto solo da specialisti.

Per oggetti di dimensioni maggiori è indispensabile una progettazione dell'impianto ed un calcolo dei costi.

Occorre tener conto dei costi seguenti:

- installazione sanitaria
- installazione elettrica
- installazioni per il riscaldamento
- lavori di costruzione
- onorari.

Esempio

Per l'esempio summenzionato i costi d'investimento da accertare potrebbero essere i seguenti:

costi d'investimento

- 1. alternativa: 4000 franchi
- 2. alternativa: 7000 franchi
- 3. alternativa: 6000 franchi

10.3.3 Durata di utilizzazione

Nel caso normale la determinazione della durata di utilizzazione può aver luogo con l'ausilio di tabelle oppure sulla base dei dati forniti dal fabbricante.

Spesso essa viene tuttavia prescritta anche dal mandante, soprattutto se si tratta di grandi aziende industriali o di prestazioni di servizio.

Parte dell'impianto	Durata di utilizzazione in anni	Costi di cura e di manutenzione
Scaldacqua elettrico	15	2
Scaldacqua a gas	15	3
Scaldacqua a registro	15	2
Scaldacqua con pompa di calore	15	3
Produzione di calore e di energia elettrica (gas naturale)	15	7
Soltanto impianto solare	20	2
Tubazioni dell'acqua fredda	40	1
Tubazioni dell'acqua calda	25	2

Tabella 10.3.3.1: estratto della tabella della durata di utilizzazione

In condizioni favorevoli e nel caso di una manutenzione adeguata la durata di vita effettiva di un impianto oppure di una parte dello stesso può essere maggiore della durata di utilizzazione della tabella. Ad ogni modo la durata di vita può anche essere considerevolmente inferiore a quella indicata dalla tabella a causa di un errore oppure di difetti del materiale, della prefabbricazione, del montaggio oppure della progettazione.

Esempio

Per le nostre tre alternative può essere presupposta una durata di utilizzazione di 15 anni.

10.3.4 Costi di cura e di manutenzione (costi d'esercizio)

I costi di cura e di manutenzione annui (oppure i costi d'esercizio, senza i costi dell'energia) comprendono i costi del personale e del materiale per la manutenzione e la cura (in cui sono compresi anche il servizio, la pulitura, la sorveglianza). Talvolta risultano anche i premi delle assicurazioni e le spese amministrative. I costi di cura e di manutenzione possono essere stabiliti mediante le indicazioni fornite dai fabbricanti oppure dai contratti di manutenzione. Per una prima valutazione ci si può parimenti basare su valori empirici che permetteranno di determinarli partendo dagli investimenti (cfr. tabella 10.3.3.1).

Esempio

Costi di cura e di manutenzione

1. alternativa: 4% di 4000 franchi = 160.– fr./anno
2. alternativa: 4% di 7000 franchi = 280.– fr./anno
3. alternativa: 4% di 6000 franchi = 240.– fr./anno

10.3.5 Costi dell'energia

I costi annui dell'energia vengono accertati sulla base del consumo previsto e dei prezzi dell'energia. Non si devono dimenticare eventuali tasse di base per i vettori energetici dipendenti da reti di distribuzione.

I prezzi specifici dell'energia per l'olio combustibile variano nel tempo e dipendono dalla quantità acquistata. I prezzi dell'olio combustibile e della legna sono inoltre diversi da regione a regione. I prezzi dei vettori energetici dipendenti da reti di distribuzione, quali l'elettricità, il gas naturale ed il teleriscaldamento variano fortemente a dipendenza delle singole aziende che distribuiscono l'energia. Esistono inoltre, specialmente per il gas naturale ed il teleriscaldamento, tariffe speciali per le forniture che possono essere interrotte.

I prezzi dell'energia si differenziano perciò di caso in caso e devono essere presi in considerazione nuovamente per ogni calcolo della redditività.

Esempio

Il prezzo dell'olio combustibile è di circa fr. 45.– per 100 kg. Per quanto riguarda il prezzo dell'elettricità è determinante la tariffa bassa, giacché l'accumulatore viene caricato durante la notte: tariffa bassa = 10 ct./kWh.

Costi annui dell'energia

1. alternativa:
 $11'940/3,6 \times 0,1 = 332.– \text{ fr./anno}$
2. alternativa:
 $5'970/3,6 \times 0,1 + 6'630/42,7/100 \times 45 = 236.– \text{ fr./anno}$
3. alternativa:
 $15'315/42,7/100 \times 45 = 161.– \text{ fr./anno}$

Vettore energetico	Grande utilizzatore (tensione media per l'elettricità)		Piccolo utilizzatore (bassa tensione per l'elettricità)
	Prezzo/potenza	Prezzo/lavoro	(ev. prezzo di base complement.)
Olio combustibile EL	100.– fr./kW+ anno	40.– fr./100 kg	45.– fr./100 kg
Elettricità tariffa alta, inverno		12 ct./kWh	20 ct./kWh
Elettricità tariffa alta, estate		9 ct./kWh	
Elettricità tariffa bassa, inverno		8 ct./kWh	10 ct./kWh
Elettricità tariffa bassa, estate		6 ct./kWh	
Gas naturale (prezzo di base, risp. di prestazione compreso nel prezzo di lavoro)		3,5 ct./kWh	4,5 ct./kWh
Teleriscaldamento (prezzo di base, risp. di prestazione compreso nel prezzo di lavoro)		5 ct./kWh	7 ct./kWh
Minuzzoli («chips»): legname frondifero fresco (tenore d'acqua fino a 45%) ca 40.– fr./m ³ di materiale sciolto			
Legno in steri: squarconi di faggio fresco ca 60.– fr./stero			

Tabella 10.3.5.1: prezzi medi dell'energia per il 1991

10.3.6 Tasso d'interesse/rincaro

Il manuale «RAVEL è convincente» indica quali sono i valori reali che possono essere utilizzati per i tassi d'interesse e di rincaro del costo dell'energia ed i costi d'esercizio. Certi dati vengono tuttavia fissati dal mandante stesso. Qualora si eseguano i calcoli sulla base di un tasso ipotecario nominale (ad es. 7%) è importante ammettere anche un aumento dei prezzi per le grandezze rimanenti. Normalmente viene dapprima determinato il tasso d'inflazione che, considerato su un lungo arco di tempo, è dal 2 al 3% al di sotto del tasso ipotecario (per un tasso ipotecario del 7%, quindi, circa 4%).

Esempio

Il mandante desidera che il calcolo abbia luogo sulla base del proprio tasso ipotecario, poiché vorrebbe finanziare l'investimento mediante un aumento dell'ipoteca. Il suo tasso ipotecario nominale è del 7%. Il tasso d'inflazione è del 4%. È inoltre ammesso che il prezzo dell'olio combustibile aumenta in modo maggiore dell'inflazione generale, ossia del 7%. Ancora maggiormente aumenterà la tariffa dell'elettricità durante i periodi invernali a bassa tariffa. Occorre qui tener conto di un rincaro annuo del 7,5%. Ben diversa è la situazione per quanto concerne le ore estive a bassa tariffa: qui si può addirittura fare affidamento su una diminuzione reale dei prezzi, ossia un rincaro che è chiaramente al di sotto del tasso d'inflazione del 4%. Per la bassa tariffa estiva risulterà quindi un rincaro dell'1%. Le ipotesi concernenti il rincaro sono illustrate nelle tabelle seguenti.

Tasso per il calcolo degli interessi	Nel settore dell'abitazione: Nel settore delle prestazioni di servizio, dell'artigianato e dell'industria: Processo di produzione (complementarmente + 1% fino a 2%):		tasso d'inflazione + 2% fino a + 3% max. tasso d'inflazione + 2,5% fino a + 3,5% max. tasso d'inflazione + 3,5% fino a + 5,5% max.
Durata dell'utilizzazione	Secondo il valore empirico della tabella 10.3.3.1. p. 99 Dati forniti dal fabbricante Durata di utilizzazione del processo di produzione Prescritta dal mandante		
Costi d'esercizio	Secondo i valori empirici della tabella 10.3.3.1 p. 99 Dati forniti dal fabbricante/contratti di manutenzione		
	Minimo	Medio	Massimo
Rincaro annuo dei costi d'esercizio	Tasso d'inflazione	Tasso d'inflazione + 1%	Tasso d'inflazione + 2%
Rincaro annuo dei costi dell'energia			
Elettricità: livello medio della tariffa	Tasso d'inflazione	Tasso d'inflazione + 1%	Tasso d'inflazione + 2%
Elettricità: tariffa bassa invernale (riscaldamento)	Tasso d'inflazione + 2%	Tasso d'inflazione + 3,5%	Tasso d'inflazione + 5%
Olio combustibile EL	Tasso d'inflazione	Tasso d'inflazione + 2%	Tasso d'inflazione + 4%
Gas naturale	Tasso d'inflazione	Tasso d'inflazione + 1,5%	Tasso d'inflazione + 3%
Teleriscaldamento	Tasso d'inflazione	Tasso d'inflazione + 1%	Tasso d'inflazione + 2%
Legna	Tasso d'inflazione	Tasso d'inflazione	Tasso d'inflazione

Tabella 10.3.6.2: vista d'insieme dei dati fondamentali

	Minimo	Medio	Massimo
Rincaro annuo dei costi d'esercizio	4%	5%	6%
Rincaro annuo dei costi dell'energia			
Elettricità: livello di tariffa medio	4%	5%	6%
Elettricità: tariffa bassa invernale (riscaldamento)	6%	7,5%	9%
Olio combustibile EL	4%	6%	8%
Gas naturale	4%	5,5%	7%
Teleriscaldamento	4%	5%	6%
Legna	4%	4%	4%

Tabella 10.3.6.3: dati fondamentali per un tasso d'inflazione del 4%

10.4 Calcolo della redditività

Ecco un esempio di come potrebbe essere calcolata la redditività delle tre varianti (senza imposte e costi per l'ambiente):

Dati economici fondamentali		Prima alternativa: scaldacqua solamente elettrico
Tasso di calcolo degli interessi:		nominale = 7%
Rincaro dei costi d'esercizio:		nominale = 5%
Rincaro dei costi dell'energia:	elettricità tariffa bassa invernale	nominale = 7,5%
	elettricità tariffa bassa estiva	nominale = 2%

Costi annui del capitale

Parte dell'impianto	Costo d'investimento	Durata d'utilizzazione	Fattore d'annualità	Costo annuo del capitale
Scaldacqua	fr. 4000.-	15 anni	0,1098	fr. 439.-
Totale	fr. 4000.-			fr. 439.-

Costi d'esercizio annui

Parte dell'impianto	Valore dell'impianto	Costi annui di manutenzione e di cura in % del valore	Costi annui d'esercizio dell'impianto
Scaldacqua	fr. 4000.-	2%	fr. 80.-
Totale			fr. 80.-

Costi annui dell'energia

Vettori energetici	Tassa annua di base (prezzo di base, prezzo prestazione)	Consumo	Costi specifici	Costi annui dell'energia
Elettricità bassa tariffa invernale		1658 kWh/anno	10 ct./kWh	fr. 166.-
Elettricità bassa tariffa estiva		1658 kWh/anno	10 ct./kWh	fr. 166.-
Totale				fr. 332.-

Totale dei costi annui medi

	Fattore medio, durata d'utilizzazione 15 anni	Costi annui	Costi annui medi sulla durata dell'utilizzazione
Costi del capitale		fr. 439.-	fr. 439.-
Costi d'esercizio	1,44	fr. 80.-	fr. 115.-
Elettricità bassa tariffa invernale	1,75	fr. 166.-	fr. 290.-
Elettricità bassa tariffa estiva	1,16	fr. 166.-	fr. 192.-
Totale			fr. 1036.-

Dati economici fondamentali
**Seconda alternativa: scaldacqua elettrico bivalente
elettricità/olio combustibile**

Tasso di calcolo degli interessi:		nominale = 7%
Rincaro dei costi d'esercizio:		nominale = 5%
Rincaro dei costi dell'energia:	elettricità tariffa bassa invernale	nominale = 7,5%
	elettricità tariffa bassa estiva	nominale = 2%
	olio combustibile EL	nominale = 7%

Costi annui del capitale

Parte dell'impianto	Costo d'investimento	Durata d'utilizzazione	Fattore d'annualità	Costo annuo del capitale
Scaldacqua	fr. 7000.-	15 anni	0,1098	fr. 770.-
Totale	fr. 7000.-			fr. 770.-

Costi d'esercizio annui

Parte dell'impianto	Valore dell'impianto	Costi annui di manutenzione e di cura in % del valore dell'impianto	Costi annui d'esercizio
Scaldacqua	fr. 7000.-	2,5%	fr. 175.-
Totale			fr. 175.-

Costi annui dell'energia

Vettori energetici	Tassa annua di base (prezzo di base, prezzo prestazione)	Consumo	Costi specifici	Costi annui dell'energia
Elettricità bassa tariffa estiva		1658 kWh/anno	10 ct./kWh	fr. 166.-
Olio combustibile EL		155 kg	45.- fr./100 kg	fr. 70.-
Totale				fr. 236.-

Totale dei costi annui medi

	Fattore medio, durata d'utilizzazione 15 anni	Costi annui	Costi annui medi sulla durata dell'utilizzazione
Costi del capitale		fr. 512.-	fr. 770.-
Costi d'esercizio	1,44	fr. 175.-	fr. 252.-
Elettricità bassa tariffa estiva	1,16	fr. 166.-	fr. 192.-
Olio combustibile EL	1,69	fr. 70.-	fr. 118.-
Totale			fr. 1332.-

Dati economici fondamentali		Terza alternativa: scaldacqua funzionante soltanto con olio combustibile
Tasso di calcolo degli interessi:		nominale = 7%
Rincaro dei costi d'esercizio:		nominale = 5%
Rincaro dei costi dell'energia:	elettricità tariffa bassa invernale	nominale = 7%
	elettricità tariffa bassa estiva	nominale = 2%
	olio combustibile EL	nominale = 7%

Costi annui del capitale

Parte dell'impianto	Costo d'investimento	Durata d'utilizzazione	Fattore d'annualità	Costo annuo del capitale
Scaldacqua	fr. 6000.-	15 anni	0,1098	fr. 659.-
Totale	fr. 6000.-			fr. 659.-

Costi d'esercizio annui

Parte dell'impianto	Valore dell'impianto	Costi annui di manutenzione e di cura in % del valore dell'impianto	Costi annui d'esercizio
Scaldacqua	fr. 6000.-	3%	fr. 180.-
Totale			fr. 180.-

Costi annui dell'energia

Vettori energetici	Tassa annua di base (prezzo di base, prezzo prestazione)	Consumo	Costi specifici	Costi annui dell'energia
Olio combustibile EL		359 kg	45.- fr./100 kg	fr. 162.-
Totale				fr. 162.-

Totale dei costi annui medi

	Fattore medio, durata d'utilizzazione 15 anni	Costi annui	Costi annui medi sulla durata dell'utilizzazione
Costi del capitale		fr. 659.-	fr. 659.-
Costi d'esercizio	1,44	fr. 180.-	fr. 259.-
Olio combustibile EL	1,69	fr. 162.-	fr. 273.-
Totale			fr. 1191.-

10.4.1 Osservazione finale

Il calcolo della redditività fornisce un risultato puramente economico. Per terminare è importante eseguire un'analisi di sensitività, onde determinare la variazione del termine di rimborso di una misura di risparmio energetico, se:

- i prezzi dell'olio combustibile aumentano del 2% invece che del 4%?
- Il tasso di calcolo scelto è superiore dell'1%?
- La durata dell'utilizzazione è accorciata di 5 anni?

Occorre inoltre esaminare gli aspetti ecologici e sarà opportuno calcolare l'eventuale consumo di energia primaria.

11. Casi pratici

11.1	In generale	110
11.2	Pompa di calore in CUF	110
11.3	Produzione di acqua calda bivalente per scaldacqua incassato in un armadio	111
11.4	Calcolo tipico dei risparmi ottenuti mediante interruzione della circolazione	114
11.5	Paragone tra i fabbisogni energetici	116
11.6	Paragone tra nastro riscaldante e circolazione	117

11. Casi pratici

11.1 In generale

Il presente capitolo non intende evidenziare calcoli comparativi e di risparmio «scientificamente esatti», bensì presentare, sotto forma di calcoli comparativi approssimativi, di oggetti di ricerca e di esempi potenziali, quali sono le possibilità offerte o che potrebbero esserlo.

11.2 Pompa di calore in CUF

Descrizione dell'oggetto

Grande casa unifamiliare con appartamenti per due generazioni

Numero delle persone: 6-7

Sistema di riscaldamento: pompa di calore acqua-acqua.

Fabbisogno di acqua calda

Fabbisogno di punta teorico giornaliero per il dimensionamento dello scaldacqua

1 bagno	= 135 l/60°C/giorno
4 docce	= 120 l/60°C/giorno
2 cucine (lavare)	= 40 l/60°C/giorno
In generale (pulizia, ecc.)	= 50 l/60°C/giorno

Fabbisogno di acqua calda ca 345 l/60°C/giorno

Capienza dell'accumulatore

Poiché nel caso di una pompa di calore si può fare affidamento su una temperatura utile dell'acqua calda di 50°C max., la capienza dello scaldacqua sarà adeguata a questa temperatura:

$$V = 345 \times 4,187 \times 60 / 4,187 \times 50 = 414 \text{ l/50°C}$$

Poiché si tratta di una casa di grandi dimensioni che potrebbe subire delle trasformazioni (sauna, ecc.) viene scelto **un accumulatore della capienza di 450 l.**

Fabbisogno giornaliero medio

7 persone a 35 l/60°C = 245 l/60°C al giorno

Numero di giorni di utilizzazione

$$365 - 40 \text{ (assenze)} = 325 \text{ giorni}$$

$$\text{Consumo annuo} = 325 \times 245 \text{ l} = \sim 80'000 \text{ l/60°C}$$

Fabbisogno di energia annuo

$$QA (50°C) = \frac{80'000 \times 4,187 \times (50-10)}{3'600} = 3'721 \text{ kWh}$$

Dispendio con pompa di calore

$$QA (50^{\circ}C) = \frac{3'721 \text{ kWh}}{\text{coeff. di rendimento } 3 \text{ (PC)}} = 1'240 \text{ kWh}$$

$$QA \text{ per pompa falda freatica } \sim = 800 \text{ kWh}$$

Riscaldamento residuo con registro di riscaldamento elettrico a 60°C

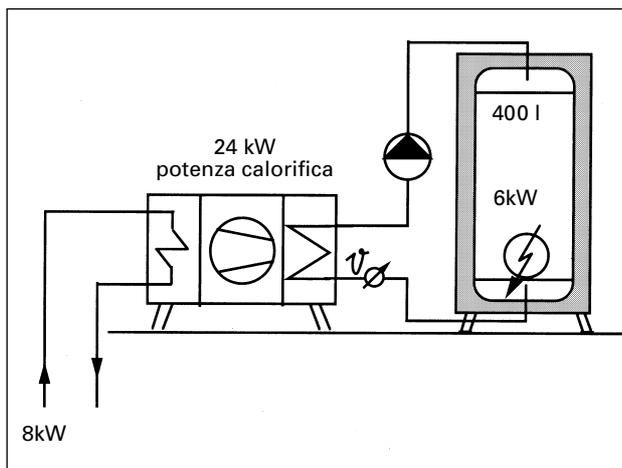
$$QA (EL) = \frac{80'000 \times 4,187 \times 10}{3600} = 930 \text{ kWh}$$

Consumo totale con PC ca = 2'970 kWh

Consumo totale puramente elettrico = 4'651 kWh

Risparmio = 36%

Questo tipo di calcolo è sufficiente per effettuare la verifica di una valutazione approssimativa del sistema.



Rappresentazione schematica dell'esempio 11.2.1

11.3 Produzione di acqua calda bivalente per scaldacqua incassato in un armadio

Introduzione

La produzione centralizzata di acqua calda in una casa plurifamiliare richiede quasi sempre una tubazione di circolazione e causa corrispondenti perdite di circolazione. Un conteggio individuale che secondo la prassi contribuisce grandemente all'utilizzazione parsimoniosa dell'acqua calda è possibile solo con un dispendio notevole.

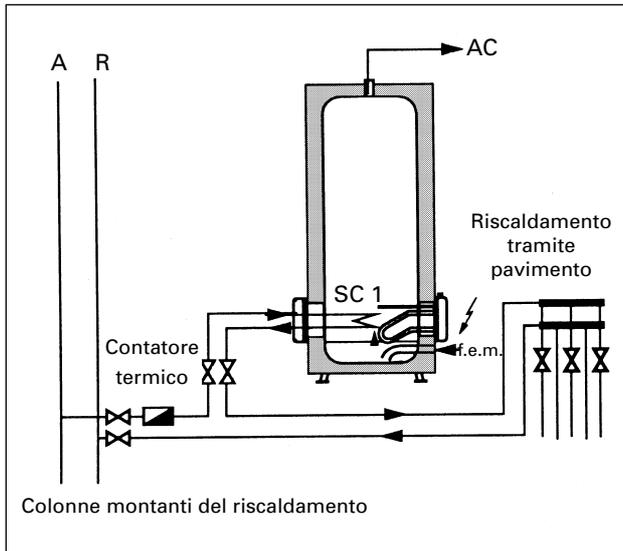
Lo scaldacqua elettrico decentralizzato non presenta questo inconveniente. Le aziende elettriche non sono tuttavia in grado di sopportare senz'altro un forte aumento del numero degli scaldacqua elettrici, situazione che potrebbe provocare punte notturne non desiderate, soprattutto durante la stagione fredda.

Questa circostanza costituisce la situazione iniziale di un progetto pilota proposto dall'Ufficio dell'energia del canton Zurigo, in collaborazione con le aziende elettriche del cantone stesso.

Idea alla base del progetto

Uno scaldacqua elettrico sistemato in ogni appartamento viene provvisto di uno scambiatore di calore attraversato dall'andata del riscaldamento tramite il pavimento oppure dei radiatori. L'acqua calda viene così preriscaldata dalla caldaia. Durante le ore di elettricità a bassa tariffa l'acqua viene portata alla temperatura finale mediante il corpo riscaldante elettrico.

Poiché il comando del riscaldamento dipende dalla temperatura esterna, il preriscaldamento dell'acqua raggiunge il proprio massimo durante le giornate fredde. In questo modo la rete elettrica viene alleviata proprio nel momento più necessario. All'infuori del periodo di riscaldamento l'acqua viene riscaldata esclusivamente mediante elettricità. Impianti di prova pratici dovrebbero fornire indicazioni pratiche per l'ulteriore sviluppo dell'idea, tenendo conto anche del comportamento degli utenti.



Rappresentazione schematica dell'impianto 11.3.1

Impianto pilota

Nell'ambito di un progetto pilota sono stati analizzati i vantaggi e gli svantaggi del riscaldamento bivalente dell'acqua in due oggetti.

In un edificio con appartamenti per 8 famiglie a Dietikon 6 appartamenti sono stati muniti di scaldacqua incassati in un armadio, con una capienza di 250 l, con uno scambiatore di calore per il preriscaldamento dell'acqua. Gli scambiatori di calore sono attraversati dall'andata del riscaldamento tramite il pavimento. Per motivi di spazio due piccoli appartamenti sono stati muniti di scaldacqua elettrici convenzionali.

Come prescritto nel canton Zurigo per i nuovi edifici, in ogni appartamento un contatore misura la quantità totale di calore emessa dal riscaldamento, cioè anche quella utilizzata per il preriscaldamento dell'acqua.

Questo impianto è stato messo in esercizio nel novembre del 1987 quando i locatari erano entrati nella casa. Per il progetto pilota sono stati misurati i valori seguenti sugli scaldacqua incassati negli armadi:

- quantità d'acqua calda prelevata
- temperatura di uscita dell'acqua calda
- quantità di calore dell'acqua calda
- temperatura di andata del riscaldamento
- quantità di calore proveniente dal riscaldamento
- consumo di corrente per l'acqua calda.

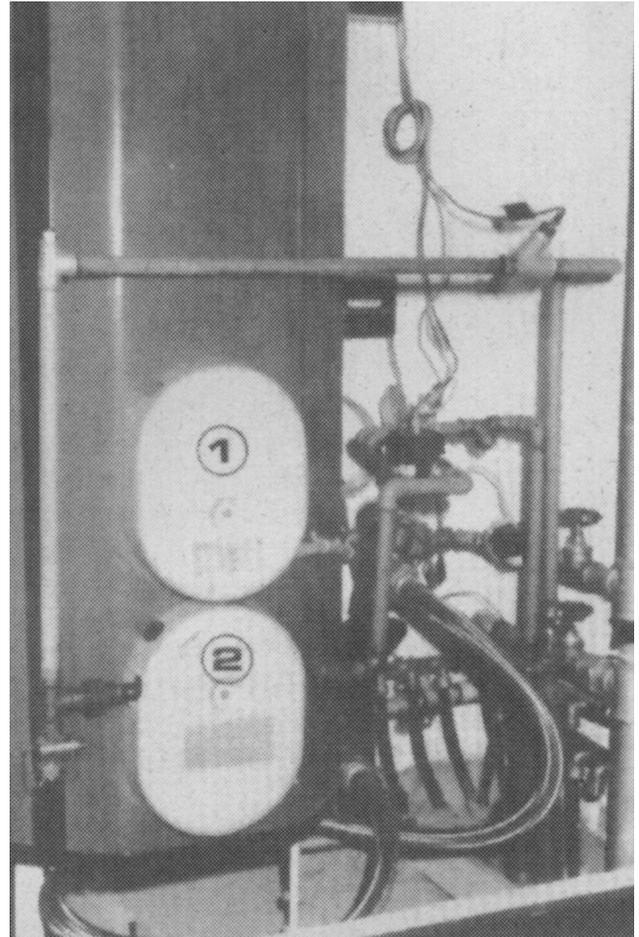


Foto dell'impianto 11.3.2

Risultato

Alla fine dell'estate 1988 è giunta al termine una prima fase d'osservazione che ha fornito, in riassunto, i risultati seguenti:

- la temperatura di andata del riscaldamento tramite il pavimento varia tra 30°C (temperatura esterna + 10°C) e 55°C (temperatura esterna -5°C).
- Le temperature regolate sui termostati degli scaldacqua incassati negli armadi dipendono dal numero di persone che occupano l'appartamento e variano tra 55 e 60°C. Una potenza elettrica supplementare è, di conseguenza, necessaria nel caso di una temperatura esterna molto bassa.
- La percentuale di corrente elettrica destinata al riscaldamento globale dell'acqua varia tra il 65% (temperatura esterna + 10°C) ed il 25% (temperatura esterna -5°C).

Un'inchiesta fatta presso gli inquilini ha dato un risultato fondamentalmente positivo. In una fase successiva si è comunque dovuto tener conto degli aspetti seguenti:

- anche nel caso di questi impianti bivalenti occorre prevedere un interruttore per sbloccare la carica all'infuori delle ore a bassa tariffa. Le abitudini di vita odierne possono infatti avere come conseguenza un consumo rapido e spesso imprevedibile dell'acqua calda.
- La mancanza di acqua calda si manifesta generalmente verso sera, indipendentemente dalla stagione.

Costi

Nelle case plurifamiliari si sono verificati costi supplementari di circa fr. 1'000.- per ogni appartamento per lo scambiatore di calore, nonché per il raccordo al riscaldamento. Il conteggio dei costi d'esercizio viene influenzato in modo notevole dai costi dell'energia per la corrente, l'olio combustibile o eventualmente il gas. I primi calcoli indicano che i risparmi (rispetto all'esercizio puramente elettrico) sono dello stesso ordine di grandezza dell'ammortamento dell'investimento supplementare.

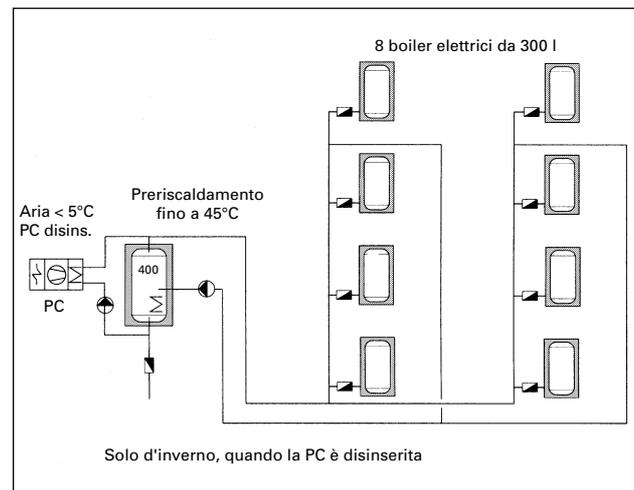
Prospettiva

Poiché ora si dispone delle prime esperienze sulla funzionalità del sistema è opportuno continuare con le misurazioni. I valori minimi di raccordo elettrico dello scaldacqua durante il periodo invernale potranno essere calcolati tenendo conto della ricarica. Eventualmente occorrerà tener conto anche dell'inserimento dei corpi riscaldanti a dipendenza dalla potenza. L'inserimento di un impianto di collettori solari permetterebbe un risparmio energetico supplementare, soprattutto durante l'esercizio estivo.

È senz'altro opportuno e conveniente continuare l'esperienza con i due impianti pilota. Mediante semplici impianti tecnici supplementari che non hanno bisogno di una manutenzione costosa, dovrebbe essere possibile ridurre le potenze elettriche di raccordo, nonché il consumo di corrente durante la stagione fredda. Dovrebbe perciò essere ancora possibile sostituire una parte notevole dei vettori energetici fossili. La percentuale di accettazione degli scaldacqua elettrici da parte degli utenti e delle aziende elettriche dovrebbe quindi aumentare di nuovo.

Ulteriore possibilità d'impiego di scaldacqua bivalenti incassati in armadi.

Come nel caso dell'impianto pilota summenzionato, si potrebbe procedere ad un preriscaldamento centrale dell'acqua mediante una pompa di calore. Durante l'esercizio estivo l'impiego di una pompa di calore aria-acqua si rivelerebbe parimenti redditizio.



Schema dell'impianto bivalente 11.3.3

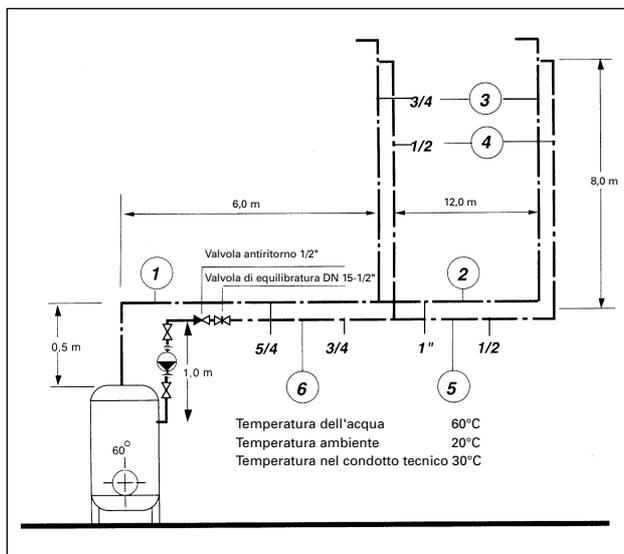
11.4 Calcolo tipico dei risparmi ottenuti mediante interruzione della circolazione

Descrizione dell'impianto

Affinché il proprietario di una casa possa sapere se vale la pena d'interrompere una circolazione è stato eseguito il calcolo tipo seguente:

dati concernenti l'impianto

Casa plurifamiliare con 69,5 m di tubazioni per la circolazione dell'acqua calda (andata e ritorno)



Schema dell'impianto calcolato 11.4.1

Risparmio possibile con un'interruzione

Perdita nel caso di circolazione permanente

Secondo la tabella 5.2.4.4, capitolo 5, pagina 73,
340 W

Perdita nel caso di circolazione permanente
24 h x 340 W = 8'160 Wh

Corrente della pompa
in 24 h = 24 h x 85 W = 2'040 Wh

Totale della perdita senza interruzione 10'200 Wh

Risparmi nel caso di un'interruzione di 8 ore

Perdita nella circolazione in 8 h
8 h x 340 W = 2'720 Wh

Corrente pompa in 8 h
8 h x 85 W = 680 Wh

Subtotale 3'400 Wh

Deduzione per il riscaldamento dell'acqua
raffreddata e delle tubazioni, secondo tabella p. 115
1'475 Wh

Totale del risparmio giornaliero 1'925 Wh

Totale dei risparmi annui 325 x 1'925 Wh
= 702,6 kWh

Ciò corrisponde ad un risparmio di circa 19%, riferito alle perdite registrate con una circolazione permanente.

Questo calcolo tipo è puramente teorico e non tiene conto del prelievo di acqua calda durante la fase di raffreddamento. Il risultato è tuttavia sufficientemente probatorio per giustificare un'interruzione della circolazione durante 8 ore. Con impianti d'acqua calda utilizzati permanentemente (anche durante la notte) occorre verificare se un'interruzione è razionale.

Esistono molti impianti (scuole, edifici pubblici, ecc.) nei quali un'interruzione della circolazione può senz'altro aver luogo anche durante il giorno.

Negli edifici ad occupazione mista (edifici amministrativi-case d'abitazione) è eventualmente razionale prevedere diverse colonne per i diversi utenti. L'interruzione della circolazione può in tal modo aver luogo individualmente. Occorre tuttavia essere prudenti allorché si tratta di dimensionare le pompe e ciò a causa delle differenze tra i diversi stati idraulici.

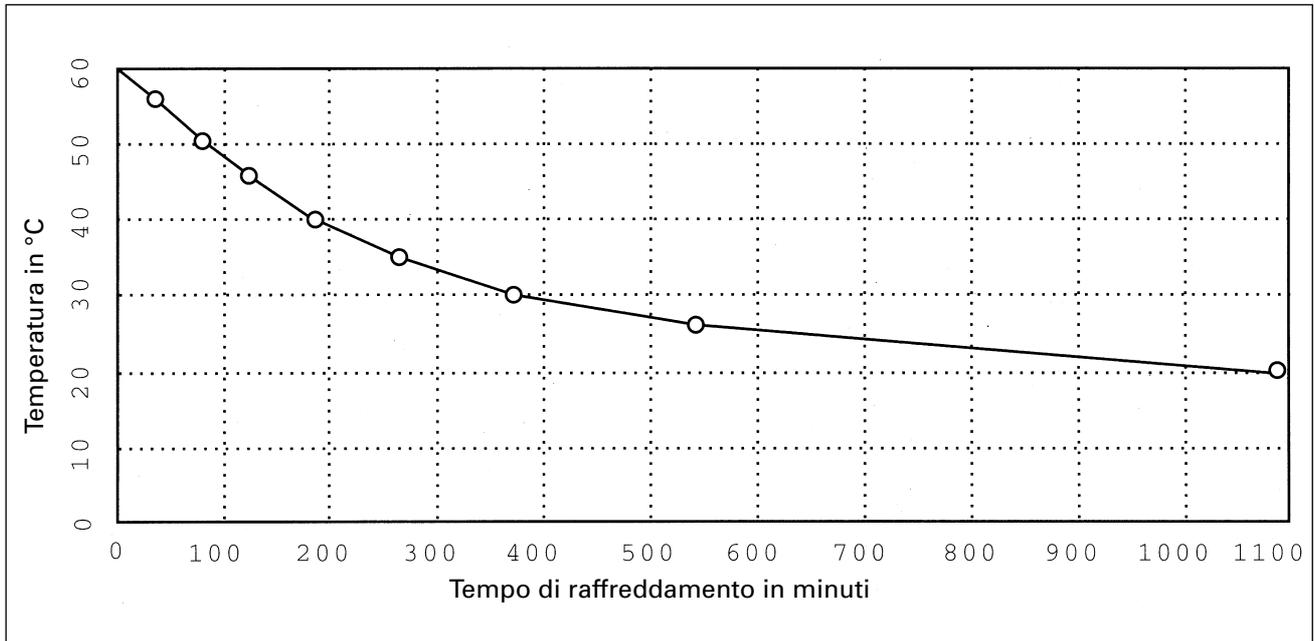


Diagramma con il comportamento di raffreddamento di un tubo di 3/4" con buona coibentazione termica. Dopo 8 h la temperatura diminuisce a 28 °C ca

Tratto parz.	Diam.	Lunghezza	Diff. T	H ² O	Tubo	c H ² O	c Fe	Q H ² O	Q tubo	Q' totale	
	"	m	K	kg/m	kg/m	J/kgK	J/kgK	J	J	Wh	
1	5/4	6,5	32	1,01	3,14	4187	420	135'323,80	42'201,60	320,53	
2	1	12	32	0,581	2,44	4187	420	77'844,70	32'793,60	368,79	
3/6	3/4	23	32	0,366	1,58	4187	420	49'038,14	21'235,20	448,97	
4/5	1/2	28	32	0,201	1,22	4187	420	26'930,78	16'396,80	336,99	
		69,5	Totale lunghezza tubazioni			Totale perdite per raffreddamento			1'475,28		

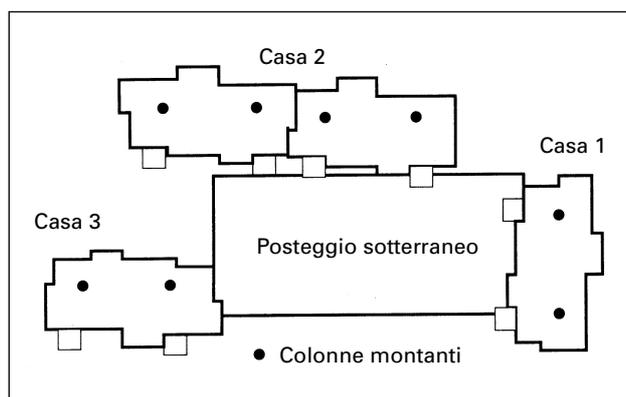
Tabella 11.4.2 con il calcolo della potenza necessaria per il riscaldamento dell'acqua raffreddata e del materiale della tubazione da 28 °C a 60 °C

11.5 Paragone tra i fabbisogni energetici

In generale

Sono stati eseguiti calcoli comparativi che si riferiscono ai fabbisogni energetici di diversi sistemi di acqua calda per un complesso di 3 case e di 32 appartamenti. In questo caso sono state esaminate le varianti seguenti:

- approvvigionamento di acqua calda per gruppi (scaldacqua elettrico d'appartamento)
- produzione centralizzata di acqua calda per casa con elettricità e gas
- produzione centralizzata di acqua calda per tutto il complesso con elettricità, gas ed olio combustibile.



Piano di situazione del complesso

Casa	Appartamenti	Locali	Abitanti
1	10	40	40
2	14	53	53
3	8	32	32
Totale	32	125	125

Tabella quale base per il calcolo del fabbisogno di acqua calda

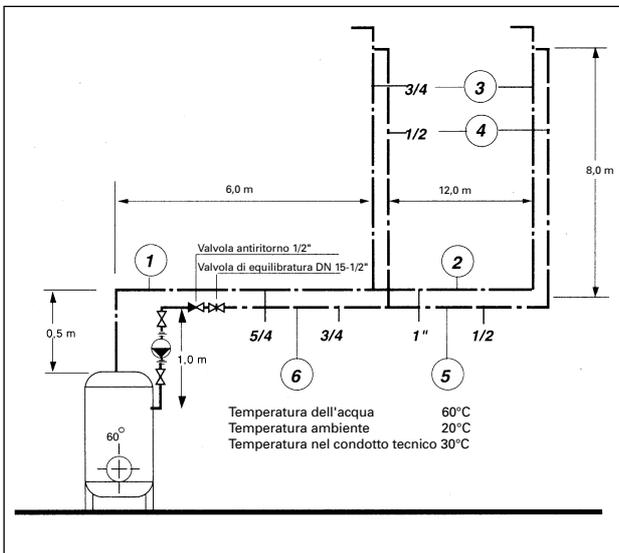
			Approvvigionamento di acqua calda per gruppi	Approvvigionamento centralizzato di acqua calda per casa	
Descrizione	Unità		Scaldacqua elettrico	Scaldacqua elettrico	Scaldacqua a gas
Calore utile	Q_N	kWh	99'750	99'750	99'750
Perdite scaldacqua	Q_E	kWh	20'580	7'300	11'450
Perdite tubazioni	Q_L	kWh	6'450	25'300	25'300
Fabbisogno totale di calore	Q_G	kWh	126'780	132'350	136'500
Rendimento totale			0,786	0,757	0,731

			Approvvigionamento centralizzato di acqua calda (centrale nella casa 2) per tutte le 3 case		
Descrizione	Unità		Scaldacqua elettrico	Scaldacqua a gas	Combinazione con risc. ad olio combustibile
Calore utile	Q_N	kWh	99'750	99'750	99'750
Perdite scaldacqua	Q_E	kWh	6'770	12'770	5'270
Perdite tubazioni	Q_L	kWh	40'000	40'000	40'000
Percentuale caldaia	Q_H	kWh	00	00	35'000
Fabbisogno totale di calore	Q_G	kWh	146'500	152'500	180'000
Rendimento totale			0,680	0,654	0,554

11.6 Paragone tra nastro riscaldante e circolazione

Dati concernenti l'impianto

Casa plurifamiliare con 69,5 m di tubazioni per la circolazione dell'acqua calda (andata e ritorno).



Schema dell'impianto calcolato 11.5.1

1. Circolazione

Perdita nel caso di circolazione permanente

Secondo la tabella 5.2.4.4, capitolo 5, pagina 73 340 W

Perdita nel caso di circolazione permanente
 $24 \text{ h} \times 340 \text{ W} = 8'160 \text{ Wh}$

Corrente della pompa in 24 h
 $24 \text{ h} \times 85 \text{ W} = 2'040 \text{ Wh}$

Totale della perdita senza interruzione **10'200 Wh**

Perdita nel caso di un'interruzione di 8 ore

Perdita nella circolazione in 8 h
 $8 \text{ h} \times 340 \text{ W} = 2'720 \text{ Wh}$

Corrente pompa in 8 h $8 \text{ h} \times 85 \text{ W} = 680 \text{ Wh}$

Subtotale **3'400 Wh**

Deduzione per il riscaldamento dell'acqua raffreddata e delle tubazioni, secondo tabella p. 115
 $1'475 \text{ Wh}$

Totale del risparmio giornaliero $1'925 \text{ Wh}$

Totale perdita con interruzione 8'275 Wh

2. Nastro riscaldante

La tubazione di circolazione è soppressa, come pure la corrente per la pompa.

Lunghezza della tubazione di andata 34,5 m

Perdita o fabbisogno d'energia per il nastro riscaldante senza tener conto dei costi d'investimento e del prelievo di acqua calda:

consumo di corrente del nastro riscaldante 7 W/m

Risultato:
 $34,5 \text{ m} \times 7 \text{ W/m} = 241,5 \text{ W}$

Per un tempo d'esercizio di 24 h risulta una perdita energetica di: $241,5 \text{ W} \times 24 \text{ h} = 5'796 \text{ Wh}$

Totale delle perdite senza interruzione = 5'796 Wh

Per un tempo d'esercizio di 16 h risulta una perdita energetica di : $241,5 \text{ W} \times 16 \text{ h} = 3'864 \text{ Wh}$

Totale delle perdite con interruzione = 3'864 Wh

Interpretazione

Spesso il nastro riscaldante costituisce tecnicamente la sola soluzione corretta (approvvigionamento centrale elettrico dell'acqua calda).

Se si vogliono calcolare le perdite energetiche pure in Wh con il consumo d'energia primaria, si ottengono i risultati teorici seguenti:

Perdita nastro riscaldante:

$241,5 \text{ W} \times 16 \text{ h} = 3'864 \text{ Wh}$

Perdita circolazione: $= 8'275 \text{ Wh}$

Differenza: $= 53,3 \%$

Facendo un paragone con l'energia primaria secondo le statistiche svizzere concernenti l'energia si ottengono i risultati seguenti:

nastro riscaldante elettrico	$3'864 \text{ Wh} \times 2 = 7'728 \text{ Wh}$
circolazione olio combustibile	$8'275 \text{ Wh} \times 1,2 = 9'930 \text{ Wh}$

12. Appendice

12.1 Mezzi ausiliari	120
12.2 Prescrizioni, raccomandazioni, norme, direttive	149
12.3 Bibliografia	150

12. Appendice

12.1 Mezzi ausiliari

Valutazioni di misure e di statistiche concernenti il consumo di acqua calda (per il loro impiego si dovrà tenere conto di tutte le grandezze determinanti di un certo rilievo e di tutte le condizioni marginali concernenti l'oggetto).

Tabella dei fabbisogni di acqua calda

Unità	Tipo di edificio	Utilizzazione	Fabbisogno di acqua calda in litri temp. 60°C/giorno (dm ³ /giorno) Valori medi per unità **			
			Unità	1	2	3
Unità con riferimento a persone	Case di abitazione ed edifici analoghi Casa unifamiliare Proprietà per piani	livello semplice	P	30	35-40	
		livello medio	P	35	40-50	
	Casa plurifamiliare	livello elevato	P	40	50-60	
		alloggio semplice	P	30	35-45	
		alloggio di lusso	P	35	40-50	
	Cucine professionali Caffetterie Tea-rooms Caffé-ristorante Ristoranti	cucinare, risciacquare, lavare le stov.				
		occupazione debole	S	15	20-30	
		occupazione forte	S	20	30-40	
		occupazione debole	S	10	15-25	
		occupazione media	S	20	25-35	
	occupazione forte	S	25	30-45		
Unità con riferimento a persone	Locande Alberghi «Residences»	livello (senza cucina e lavanderia): semplice	L	30	40-50	
		2a classe	L	40	50-70	
		1a classe	L	60	80	100
		di lusso	L	80	100	150
Unità con riferimento a persone	Orfanotrofi Case per anziani	livello semplice	L	40	50-60	
		livello semplice	L	30	40-50	
Unità con riferimento a cose	Ospedali Cliniche	attrezzature medico-tecniche: semplici	L	50	60-80	
		medie	L	70	80	100
		importanti	L	100	120	150
Unità con riferimento a cose	Ristorante	menu semplici, servizio su piatti	M/P	6	8-10	
		menu fino a 3 portate	M/P	8	10-12	
		menu con 4 e più portate	M/P	12	15-20	
	Docce	Ammessa: temperatura di misc. 45°C nel punto di presa				
		scolari	D / P	30	35-40	
		sportivi	D / P	35	40-50	
		lavoro in fabbrica: poco sporco	D / P	45	50-60	
	molto sporco	D / P	50	60-70		
Unità con riferimento a cose	Vasche da bagno	vasche normali	B / P	120	150	180
		vasche di grandi dimensioni	B / P	150	180	200
		vasche per idroterapia	B / P	250	300	400
		vasche da bagno di grande capienza	B / P	400	500	600

Significato delle abbreviature

Unità con riferimento a persone:

P = persona

L = letto

S = posto a sedere

Unità con riferimento a cose:

M / P = menu per pasto

* D / P = doccia per persona

* B / P = bagno per persona

* per un'utilizzazione unica

- 1 valore minimo sotto cui non bisogna andare in alcun caso al momento del dimensionamento degli impianti per il riscaldamento dell'acqua
- 2 valore medio quale base per il calcolo del fabbisogno annuo di acqua e di energia termica
- 3 fabbisogno di punta quale base per il calcolo del volume e della potenza degli scaldacqua

** da determinare secondo la situazione concreta.
Se la temperatura dell'acqua calda è diversa da quella ammessa di 60°C, i valori per litro giornalieri (l/giorno) devono essere calcolati utilizzando il fattore di correzione corrispondente

Fabbisogno di acqua

Consumo giornaliero di acqua calda

Case d'abitazione (da lunedì a venerdì)

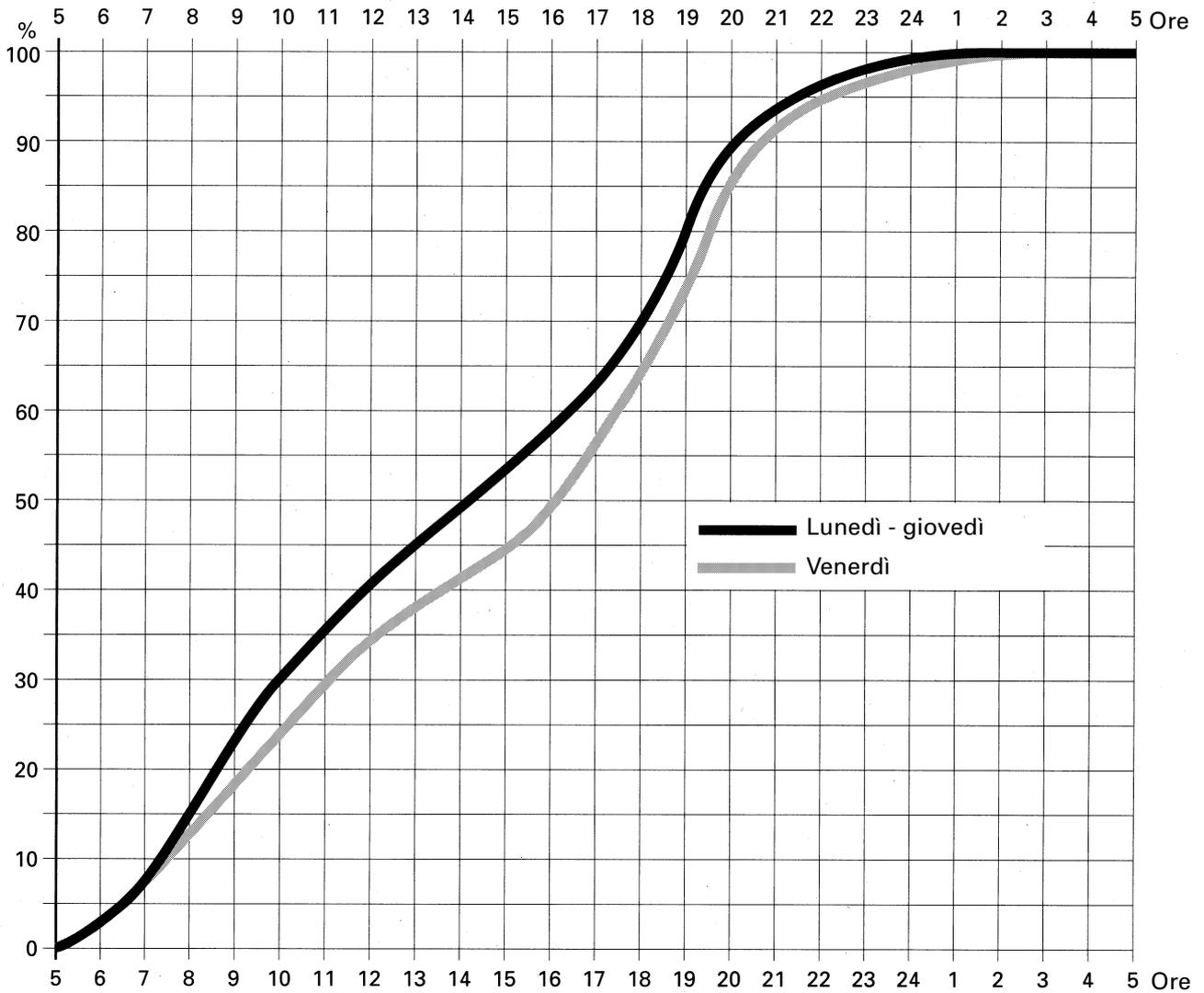
Cifre concernenti il consumo Da lunedì a giovedì

%	2	4,5	7,5	7	8,5	5,5	5	5	5	3,5	4	6	7	10	8,5	4	3	2	1	0,5	0-5	-	-	-
Σ%	2	6,5	14	21	29,5	35	40	45	50	53,5	57,5	63,5	70,5	80,5	89	93	96	98	99	99,5	100	100	100	100

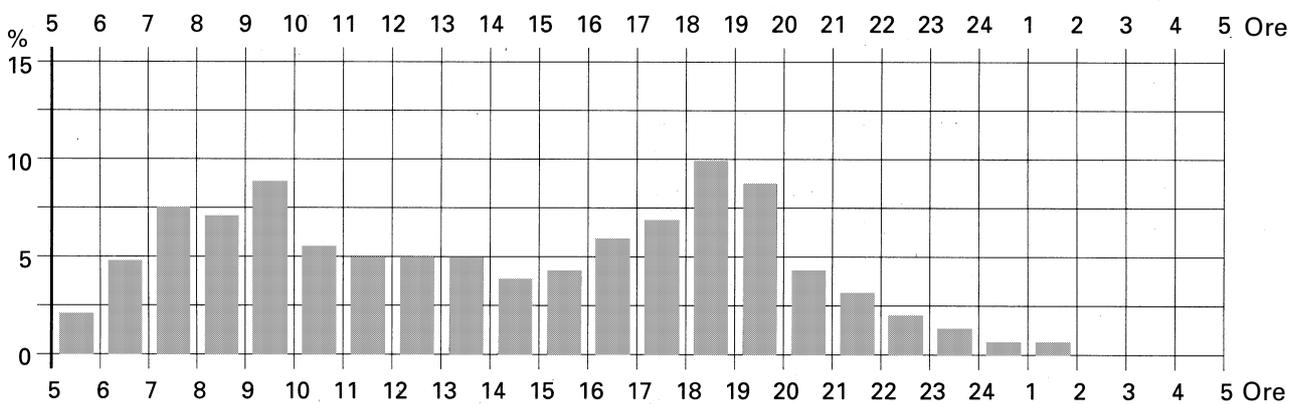
Venerdì

%	2,5	3,5	5	5,5	5	6	5,5	3,5	3	3	6	9	9,5	9,5	8,5	6,5	4	1,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Σ%	2,5	6	11	16,5	21,5	27,5	33	36,5	39,5	42,5	48,5	57,5	67	76,5	85	91,5	95,5	97	98	98,5	99	99,5	100	100

Diagramma del consumo giornaliero



Istogramma lunedì - giovedì



Fabbisogno di acqua

Consumo giornaliero di acqua calda (continuazione)

Case d'abitazione (sabato + domenica)

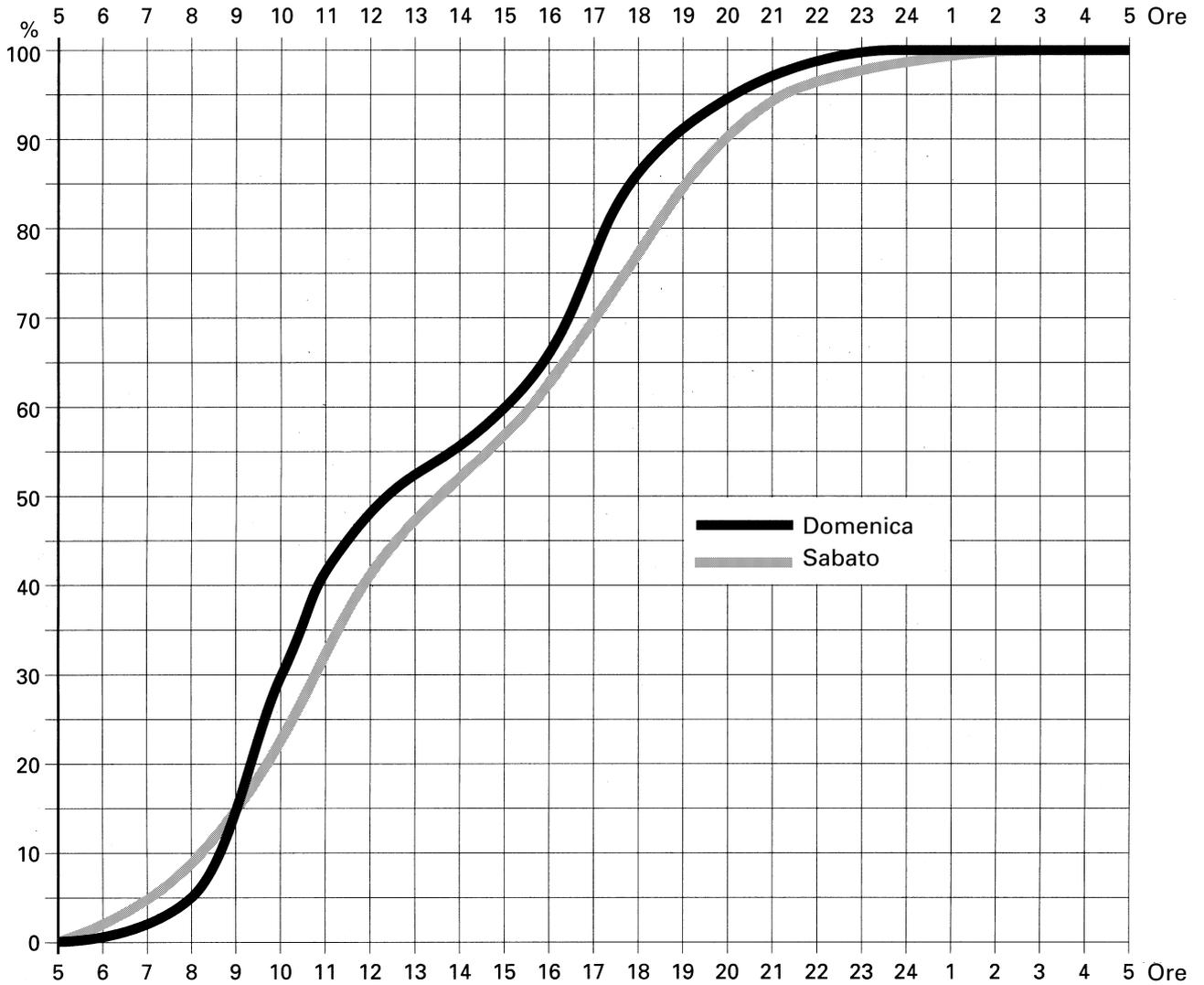
Cifre concernenti il consumo Sabato

%	1	3	4,5	6	9	10	8	6	5	4,5	5	7	7,5	7	5,5	4	2,5	1,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	-
Σ%	1	4	8,5	14,5	23,5	33,5	41,5	47,5	52,5	57	62	69	76,5	83,5	89	93	95,5	97	98	98,5	99	99,5	100	100

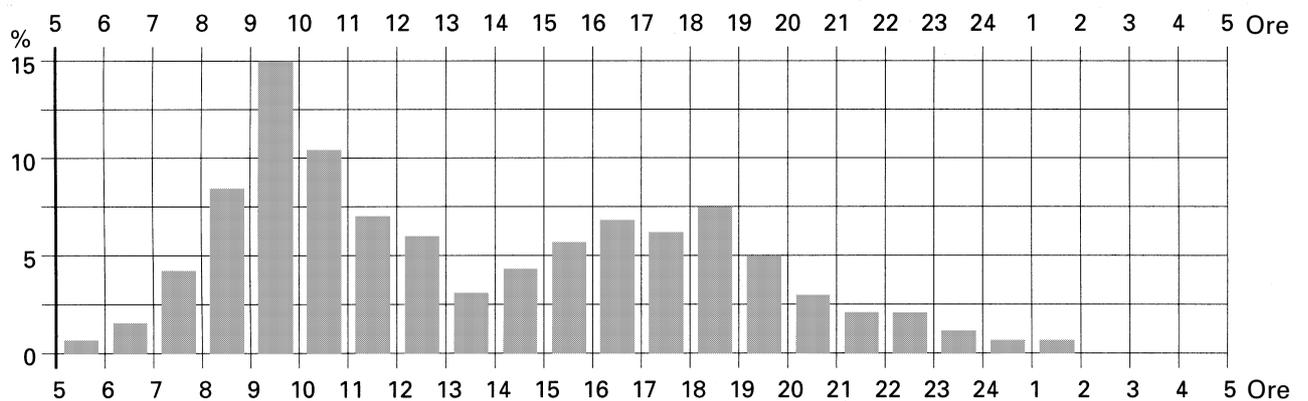
Domenica

%	0,5	1,5	4	8,5	15	10,5	7	6,5	3	4	5,5	6,5	6	7,5	5	3	2	2	1	0,5	0,5	-	-	-
Σ%	0,5	2	6	14,5	29,5	40	47	53,5	56,5	60,5	66	72,5	78,5	86	91	94	96	98	99	99,5	100	100	100	100

Diagramma del consumo giornaliero



Istogramma domenica



Fabbisogno di acqua

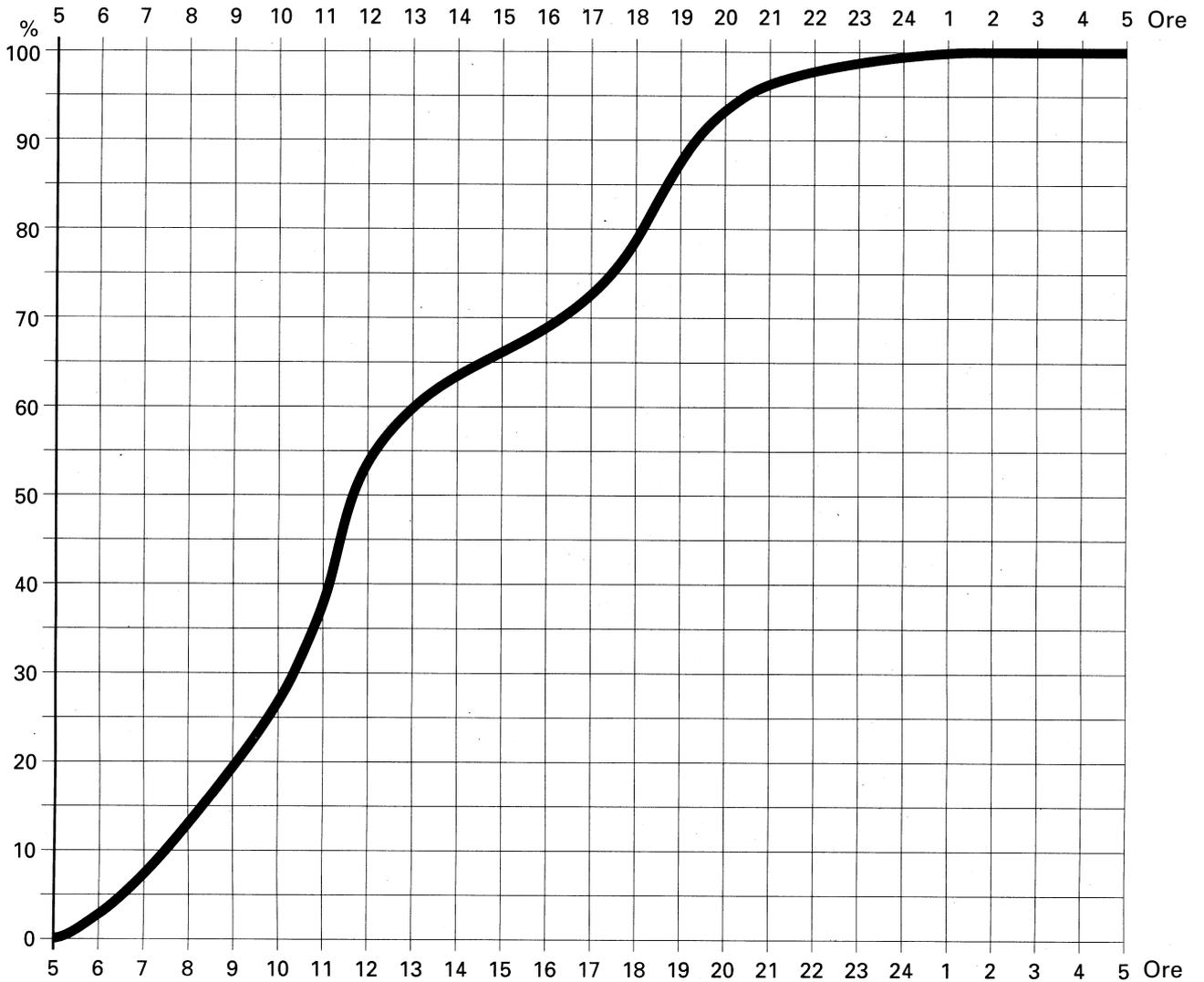
Consumo giornaliero di acqua calda (continuazione)

Caffé e ristoranti

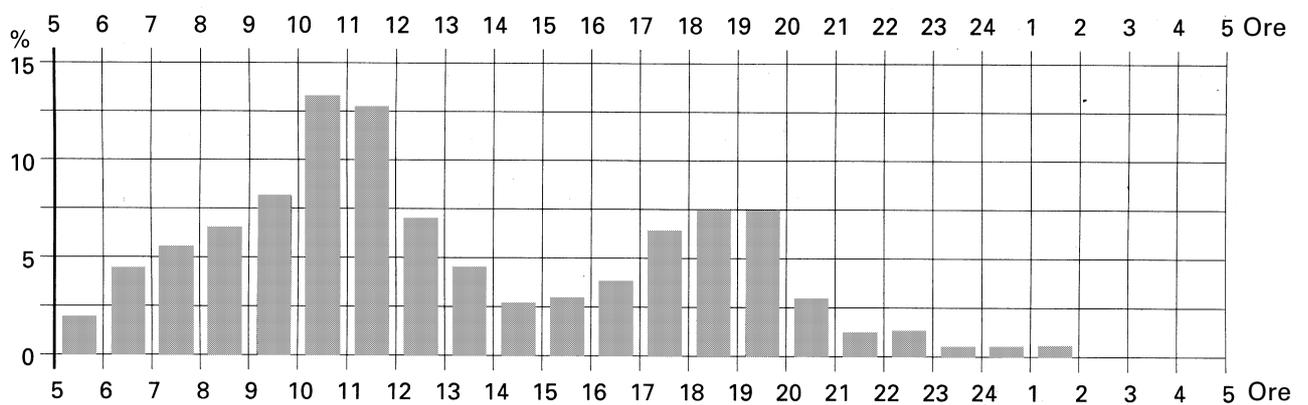
Cifre concernenti il consumo

%	2	4,2	5,3	6,5	8	13,5	13	6,5	4,5	2,5	3	4	6	75	7,5	3	1	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	-
Σ%	2	6,2	11,5	18	26	39,5	52,5	59	63,5	66	69	73	79	86,5	94	97	98	98,5	99	99,5	100	-	-	-

Diagramma del consumo giornaliero



Istogramma



Fabbisogno di acqua

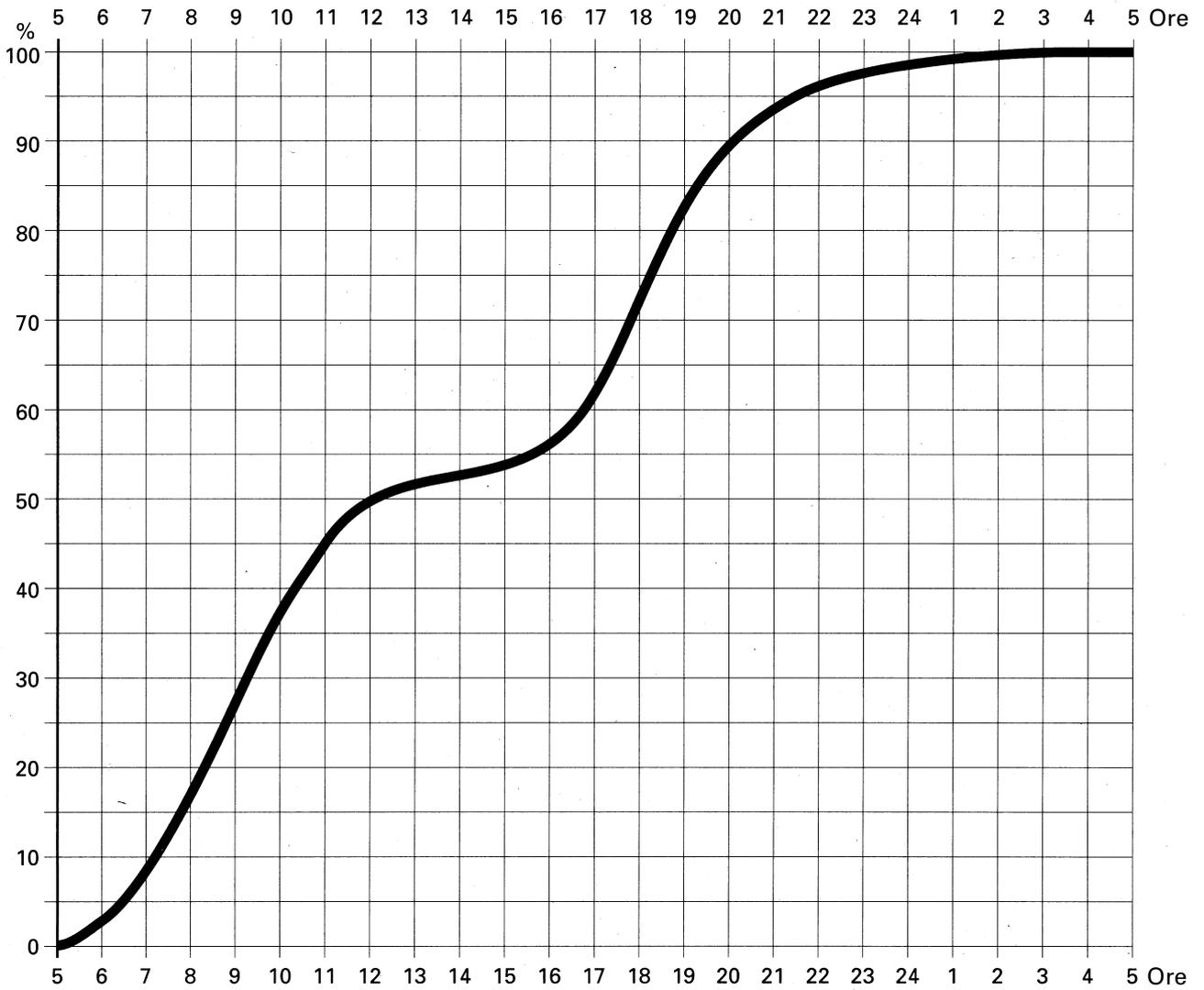
Consumo giornaliero di acqua calda (continuazione)

Alberghi di città e per clientela di passaggio

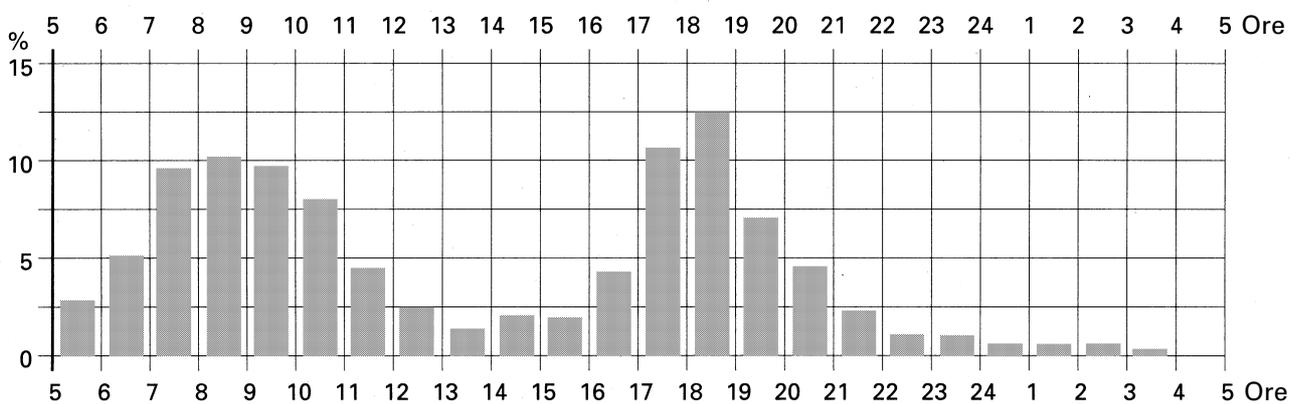
Cifre concernenti il consumo

%	3	5	9,5	10	9,5	8	4	2,5	1	1,5	1,5	4	10,5	12,5	7	4,5	2	1	1	0,5	0,5	0,5	0,3	0,2
Σ%	3	8	17,5	27,5	37	45	49	51,5	52,5	54	55,5	59,5	70	82,5	89,5	94	96	97	98	98,5	99	99,5	99,8	100

Diagramma del consumo giornaliero



Istogramma



Fabbisogno di acqua

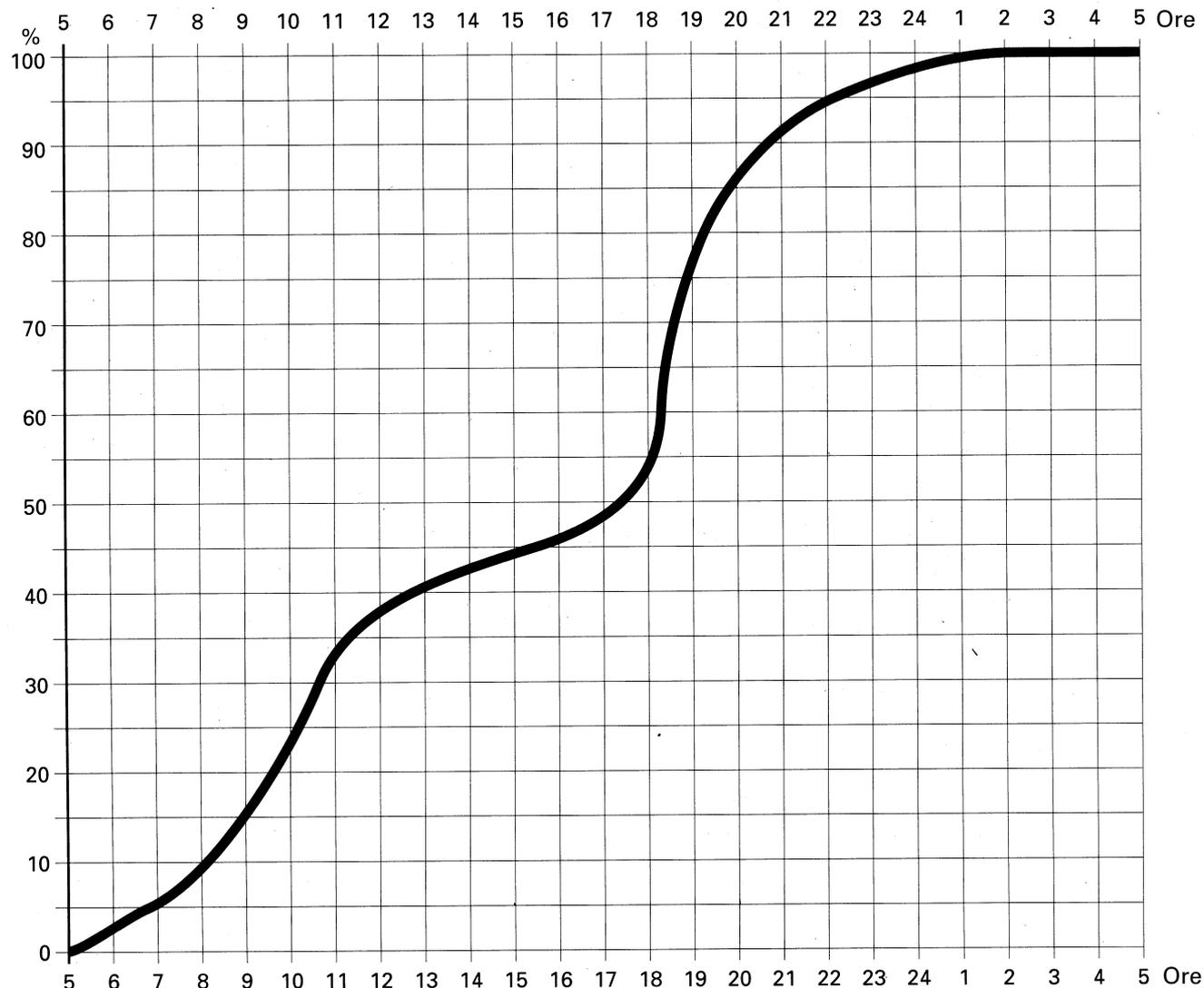
Consumo giornaliero di acqua calda (continuazione)

Alberghi per turisti e per cure

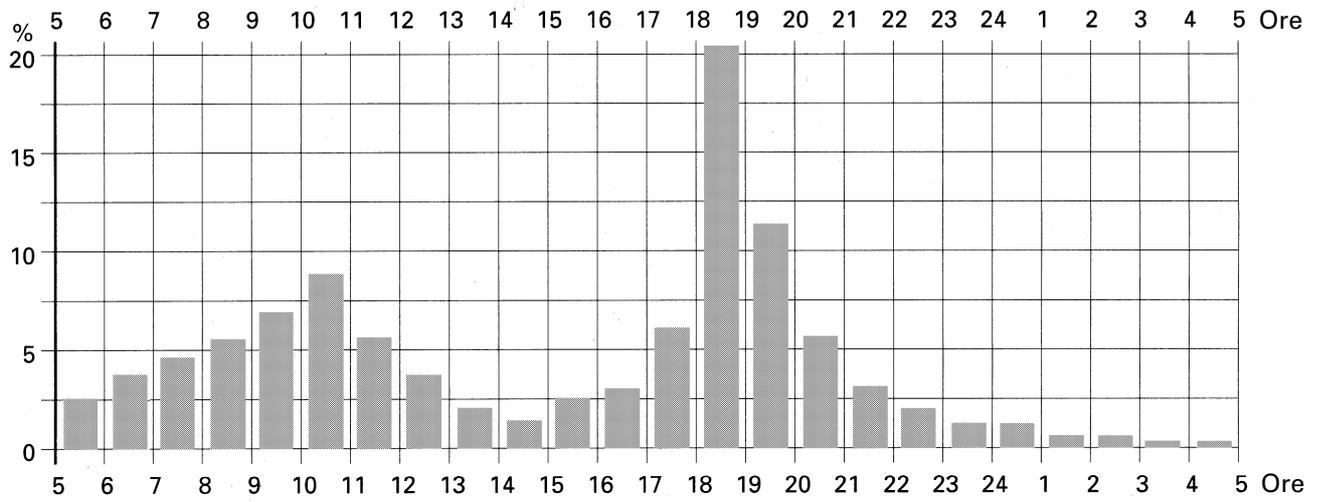
Cifre concernenti il consumo

%	2,5	3,5	4,5	5,5	7	8,5	5,5	3,5	2	1,5	2,5	3	6	20,5	11	5,5	3	1,5	1	1	0,3	0,3	0,2	0,2
Σ%	2,5	6	10,5	16	23	31,5	37	40,5	42,5	44	46,5	49,5	55,5	76	87	92,5	95,5	97	98	99	99,3	99,6	99,8	100

Diagramma del consumo giornaliero



Istogramma



Fabbisogno di acqua

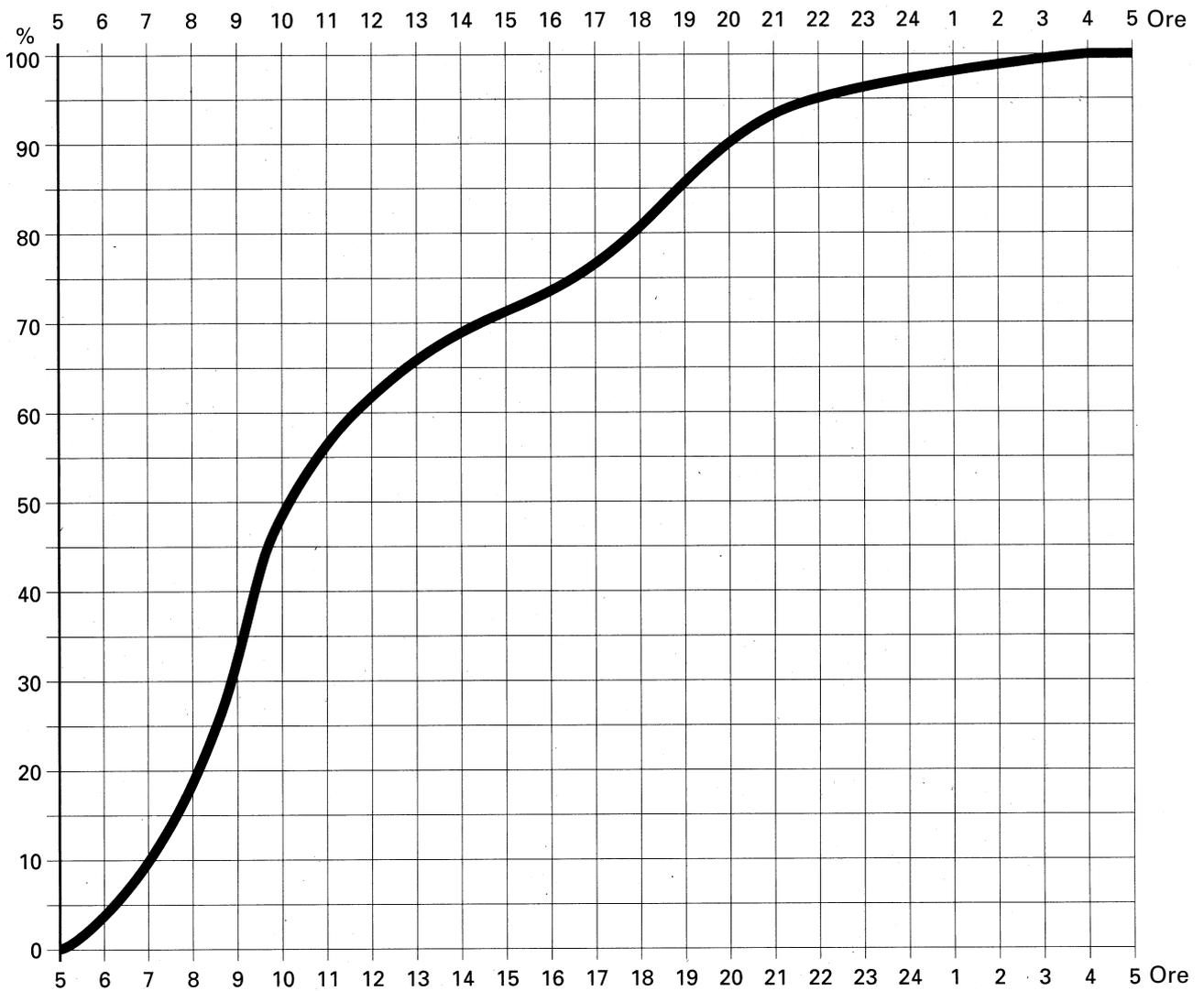
Consumo giornaliero di acqua calda (continuazione)

Ospedali

Cifre concernenti il consumo

%	3,5	6	9	14	14	9,5	7,5	3,5	3	1,5	2	3	5	6	3,5	4	1	1	1	0,5	0,5	0,3	0,2	0,5
Σ%	3,5	9,5	18,5	32,5	46,5	56	63,5	67	70	71,5	73,5	76,5	81,5	87,5	91	95	96	97	98	98,5	99	99,3	99,5	100

***Diagramma del consumo giornaliero**



Istogramma

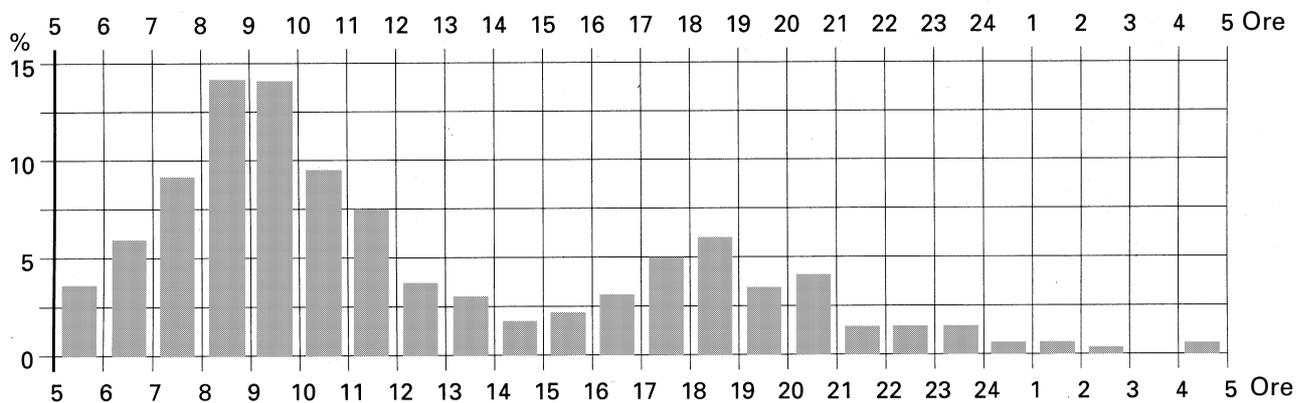


Diagramma per l'acqua miscelata

Formule per l'acqua miscelata:

$$V_{AF} = \frac{(V_M \cdot t_M) + (V_{AC} \cdot t_{AC})}{t_{AF}}$$

$$V_M = \frac{(V_{AF} \cdot t_{AF}) + (V_{AC} \cdot t_{AC})}{t_M}$$

$$V_{AC} = \frac{(V_M \cdot t_M) - (V_{AF} \cdot t_{AF})}{t_{AC}}$$

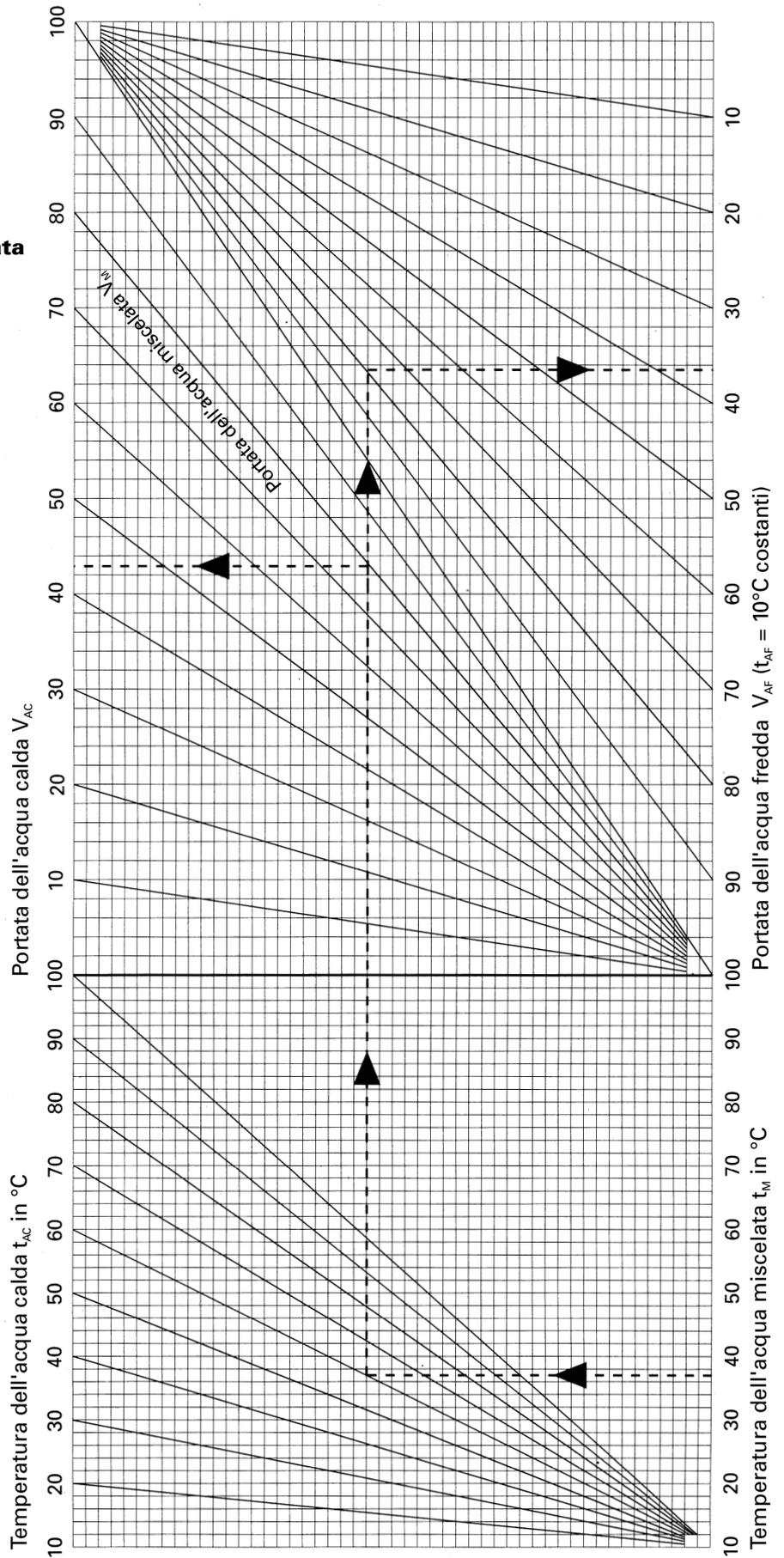
Esempio

Dati:
 temperatura desiderata dell'acqua miscelata $t_M = 37^\circ\text{C}$
 temperatura dell'acqua calda $t_{AC} = 60^\circ\text{C}$
 portata desiderata dell'acqua miscelata $V_M = 80 \text{ l}$

Soluzione: portata dell'acqua calda $V_{AC} = 42,7 \text{ l}$
 portata dell'acqua fredda $V_{AF} = 37,3 \text{ l}$

Fabbisogno di acqua calda

Diagramma per l'acqua miscelata



Basi
Sistemi d'isolamento a seconda dell'ubicazione del montaggio e delle tubazioni
Direttive per le tubazioni dell'acqua fredda e dell'acqua piovana

N. d'esecuzione VSI	Locali di distribuzione + centrali	visibile	Controsoffitti		Condotti per le tubazioni ed intercapedini	Canale delle condutture		all'aperto	sotto intonaco	Locali umidi		
			non ventilati	ventilati		inaccessibile	accessibile			visibile	Controsoffitto	sotto intonaco
102.00.210	-	-	++	-	++	++	-	-	-	-		+
102.02.210	++	++	+	+	+	+	++	-	++	++	+	+
102.02.330	++	++	+	+	+	+	++	-	++	++	+	+
102.03/04.210	++	++	+	+	+	+	++	++	-	++	+	-
102.03/04.330	++	++	+	+	+	+	++	++	-	++	+	-
102.06.210	-	-	+	-	+	++	+	+	+	+	++	++
103.03/04.000	++	++	+	+	+	+	++	++		++	-	-
107.00.000	+	+	+	+	+	+	+	+	++	++	++	++

Direttive concernenti le tubazioni del riscaldamento, le tubazioni di distribuzione e di circolazione dell'acqua calda

N. d'esecuzione VSI	Locali di distribuzione + centrali	visibile	Controsoffitti		Condotti per le tubazioni ed intercapedini	Canale delle condutture		all'aperto	sotto intonaco	Locali umidi		
			non ventilati	ventilati		inaccessibile	accessibile			visibile	Controsoffitto	sotto intonaco
101.00.000	-	-	++	-	++	+	-	-	-	-	-	-
101.01.000	-	-	-	-	+	+	-	-	++	+	+	++
101.02.000	++	++	+	++	+	+	+	-	++	++	+	+
101.03/04.000	++	++	+	++	+	+	++	++	-	++	++	-
101.06.000	-	-	+	-	+	++	+	+	+	+	++	++
101.10.000	-	-	+	++	++	+	+	-	+	-	-	-

Legenda:

++ = raccomandato + = possibile
 - = non raccomandato / non applicabile

Osservazione: poiché i numeri VSI sono generalmente noti nella prassi e vengono utilizzati nel linguaggio corrente, le tabelle precedenti sono allestite sulla base dell'indice di tali numeri.

Per brevi tubazioni singole di raccordo senza esigenze speciali possono essere utilizzati nastri d'isolamento.

Per calcoli e proposte concrete sono a disposizione le ditte affiliate all'Associazione imprese svizzere d'isolamento.

Basi
**Sistemi d'isolamento a seconda dell'ubicazione del montaggio,
delle rubinetterie e degli apparecchi**
Direttive per le rubinetterie e gli apparecchi (settore del calore)

N. d'esecuzione VSI	Rubinetterie e flange		Apparecchi	
	Locali di distri- buzione e centrali	all'aperto	Locali di distri- buzione e centrali	all'aperto
501.02.000	++	-	-	-
501.03.000	++	++	++	++
501.04.000	++	++	++	++
502.02.000	+	-	+	-
502.03.000	+	+	+	+
502.04.000	+	+	+	+
503.03.000	+	+	+	+
503.04.000	+	+	+	+

Direttive per le rubinetterie e gli apparecchi (settore del freddo)

N. d'esecuzione VSI	Rubinetterie e flange	Apparecchi
502.02.220/340	+	
502.03.220/340	+	
502.04.220/340	+	
503.03.000	++	
503.04.000	++	
507.00.000	+	
802.03.220/340		+
802.03.220/340		+
803.03.000		++
803.04.000		++
807.00.000		+

Legenda:

++ = raccomandato + = possibile
- = non raccomandato / non applicabile

Osservazione: poiché i numeri VSI sono generalmente noti nella prassi e vengono utilizzati nel linguaggio corrente, le tabelle precedenti sono allestite sulla base dell'indice di tali numeri.

Emissioni di calore
Emissione di calore, tubo di acciaio isolato in $\left[\frac{W}{m^1 \cdot K} \right]$

Senza tener conto di eventuali ponti termici causati da supporti dei tubi e da fessure nell'isolamento

Spessore isolamento	1 Isolamento $\frac{W}{m^1 \cdot K}$	DN 15	DN 20	DN 25	DN 32	DN 40	DN 50	DN 65	DN 80	DN 100
		1/2"	3/4"	1"	5/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"
		Di 16.0 De 21.3	21.6 26.9	26.9 33.7	35.9 42.4	41.8 48.3	53.0 60.3	68.8 76.1	80.8 88.9	105.3 114.3
20	0.025	0.1380	0.1594	0.1848	0.2168	0.2382	0.2813	0.3377	0.3831	0.4728
	0.030	0.1633	0.1884	0.2183	0.2558	0.2810	0.3317	0.3978	0.4511	0.5564
	0.040	0.2117	0.2439	0.2821	0.3301	0.3623	0.4272	0.5118	0.5799	0.7145
	0.050	0.2574	0.2962	0.3422	0.3999	0.4385	0.5164	0.6179	0.6997	0.8612
	0.060	0.3008	0.3457	0.3987	0.4654	0.5100	0.5999	0.7171	0.8115	0.9979
30	0.025	0.1122	0.1278	0.1461	0.1689	0.1841	0.2147	0.2543	0.2862	0.3488
	0.030	0.1334	0.1519	0.1736	0.2006	0.2186	0.2547	0.3016	0.3392	0.4133
	0.040	0.1748	0.1988	0.2269	0.2620	0.2853	0.3321	0.3929	0.4416	0.5375
	0.050	0.2148	0.2440	0.2783	0.3209	0.3493	0.4062	0.4800	0.5392	0.6557
	0.060	0.2535	0.2877	0.3277	0.3775	0.4107	0.4771	0.5633	0.6324	0.7684
40	0.025	0.0977	0.1102	0.1248	0.1428	0.1547	0.1786	0.2095	0.2342	0.2826
	0.030	0.1165	0.1314	0.1487	0.1701	0.1843	0.2126	0.2492	0.2785	0.3360
	0.040	0.1535	0.1729	0.1955	0.2234	0.2420	0.2790	0.3268	0.3649	0.4399
	0.050	0.1895	0.2133	0.2410	0.2753	0.2980	0.3433	0.4017	0.4484	0.5401
	0.060	0.2247	0.2527	0.2853	0.3256	0.3523	0.4056	0.4742	0.5291	0.6368
50	0.025	0.0883	0.0988	0.1111	0.1261	0.1361	0.1558	0.1813	0.2015	0.2412
	0.030	0.1054	0.1180	0.1326	0.1505	0.1623	0.1858	0.2161	0.2402	0.2873
	0.040	0.1393	0.1558	0.1749	0.1984	0.2139	0.2447	0.2844	0.3160	0.3777
	0.050	0.1725	0.1928	0.2163	0.2452	0.2643	0.3022	0.3509	0.3897	0.4656
	0.060	0.2051	0.2291	0.2569	0.2911	0.3136	0.3584	0.4158	0.4616	0.5511
60	0.025	0.0816	0.0908	0.1014	0.1144	0.1230	0.1400	0.1617	0.1790	0.2127
	0.030	0.0975	0.1085	0.1212	0.1367	0.1469	0.1672	0.1931	0.2136	0.2538
	0.040	0.1290	0.1435	0.1602	0.1807	0.1941	0.2207	0.2547	0.2818	0.3345
	0.050	0.1601	0.1780	0.1986	0.2238	0.2404	0.2732	0.3152	0.3485	0.4134
	0.060	0.1907	0.2120	0.2364	0.2662	0.2858	0.3247	0.3743	0.4137	0.4906
80	0.025					0.1058	0.1193	0.1363	0.1498	0.1759
	0.030					0.1266	0.1426	0.1630	0.1791	0.2103
	0.040					0.1677	0.1888	0.2157	0.2369	0.2781
	0.050					0.2083	0.2344	0.2677	0.2939	0.3448
	0.060					0.2483	0.2794	0.3189	0.3501	0.4105
100	0.025					0.0949	0.1061	0.1203	0.1315	0.1530
	0.030					0.1136	0.1270	0.1440	0.1573	0.1831
	0.040					0.1507	0.1685	0.1909	0.2085	0.2426
	0.050					0.1874	0.2095	0.2373	0.2592	0.3014
	0.060					0.2238	0.2501	0.2832	0.3092	0.3594

 Spessore dell'isolamento raccomandato per i sistemi

Emissioni di calore

Emissione di calore, tubo di rame isolato in $\left[\frac{W}{m^1 \cdot K} \right]$

Senza tener conto di eventuali ponti termici causati da supporti dei tubi e da fessure nell'isolamento

Spessore isolamento in mm	1 Isolamento $\frac{W}{m^1 \cdot K}$	10/12	13/15	16/18	20/22	25/28	32/35	39/42	50/54	72/76	85/89	103/108
		Di 10 De 15	13 18	16 22	20 28	25 35	32 42	39 54	50 76.1	72.1 88.9	84.9 108	103
20	0.025	0.1006	0.1131	0.1251	0.1408	0.1636	0.1897	0.2153	0.2588	0.3377	0.3831	0.4506
	0.030	0.1192	0.1339	0.1481	0.1665	0.1933	0.2240	0.2541	0.3051	0.3979	0.4512	0.5304
	0.040	0.1552	0.1740	0.1922	0.2158	0.2502	0.2894	0.3280	0.3933	0.5118	0.5800	0.6813
	0.050	0.1894	0.2121	0.2341	0.2624	0.3038	0.3510	0.3973	0.4757	0.6181	0.6999	0.8214
	0.060	0.2221	0.2484	0.2738	0.3066	0.3544	0.4089	0.4625	0.5530	0.7173	0.8117	0.9520
30	0.025	0.0844	0.0938	0.1027	0.1142	0.1308	0.1496	0.1679	0.1987	0.2544	0.2862	0.3334
	0.030	0.1006	0.1116	0.1222	0.1358	0.1555	0.1777	0.1994	0.2359	0.3016	0.3393	0.3950
	0.040	0.1321	0.1465	0.1603	0.1779	0.2035	0.2323	0.2604	0.3077	0.3929	0.4416	0.5139
	0.050	0.1627	0.1803	0.1971	0.2186	0.2497	0.2848	0.3190	0.3765	0.4801	0.5393	0.6270
	0.060	0.1925	0.2131	0.2327	0.2579	0.2943	0.3353	0.3753	0.4425	0.5634	0.6325	0.7349
40	0.025	0.0752	0.0828	0.0901	0.0993	0.1126	0.1275	0.1420	0.1662	0.2095	0.2342	0.2707
	0.030	0.0897	0.0988	0.1074	0.1184	0.1342	0.1519	0.1691	0.1978	0.2493	0.2785	0.3218
	0.040	0.1184	0.1303	0.1416	0.1560	0.1766	0.1997	0.2222	0.2597	0.3268	0.3650	0.4214
	0.050	0.1465	0.1611	0.1749	0.1926	0.2179	0.2463	0.2738	0.3197	0.4018	0.4485	0.5175
	0.060	0.1740	0.1912	0.2075	0.2284	0.2582	0.2915	0.3239	0.3778	0.4743	0.5292	0.6103
50	0.025	0.0690	0.0756	0.0818	0.0896	0.1009	0.1134	0.1254	0.1455	0.1813	0.2015	0.2314
	0.030	0.0825	0.0903	0.0977	0.1071	0.1204	0.1353	0.1497	0.1736	0.2161	0.2402	0.2757
	0.040	0.1091	0.1194	0.1291	0.1414	0.1590	0.1785	0.1974	0.2287	0.2844	0.3160	0.3625
	0.050	0.1353	0.1480	0.1600	0.1751	0.1967	0.2208	0.2440	0.2825	0.3510	0.3898	0.4469
	0.060	0.1611	0.1761	0.1903	0.2082	0.2338	0.2622	0.2896	0.3351	0.4159	0.4616	0.5291
60	0.025	0.0645	0.0704	0.0758	0.0827	0.0925	0.1034	0.1139	0.1312	0.1617	0.1790	0.2044
	0.030	0.0772	0.0842	0.0907	0.0989	0.1106	0.1236	0.1360	0.1566	0.1931	0.2137	0.2439
	0.040	0.1023	0.1115	0.1201	0.1309	0.1463	0.1634	0.1798	0.2069	0.2548	0.2818	0.3216
	0.050	0.1271	0.1384	0.1490	0.1624	0.1814	0.2025	0.2227	0.2561	0.3152	0.3485	0.3975
	0.060	0.1515	0.1650	0.1776	0.1935	0.2160	0.2410	0.2649	0.3045	0.3744	0.4138	0.4717
80	0.025						0.0902	0.0986	0.1123	0.1363	0.1498	0.1695
	0.030						0.1079	0.1179	0.1343	0.1630	0.1791	0.2026
	0.040						0.1430	0.1562	0.1779	0.2157	0.2369	0.2680
	0.050						0.1777	0.1941	0.2208	0.2677	0.2939	0.3323
	0.060						0.2120	0.2315	0.2633	0.3189	0.3501	0.3957
100	0.025						0.0817	0.0887	0.1003	0.1203	0.1315	0.1478
	0.030						0.0978	0.1062	0.1200	0.1440	0.1573	0.1768
	0.040						0.1298	0.1410	0.1592	0.1909	0.2086	0.2343
	0.050						0.1615	0.1754	0.1980	0.2373	0.2592	0.2910

 Spessore dell'isolamento raccomandato per i sistemi

Emissioni di calore
Emissione di calore, tubo di propilene (Unisan) isolato in $\left[\frac{W}{m^1 \cdot K} \right]$

Senza tener conto di eventuali ponti termici causati da supporti dei tubi e da fessure nell'isolamento

Spessore isolamento in mm	λ Isolamento $\left[\frac{W}{m^1 \cdot K} \right]$	Di De	DN 10 3/8" 10.6 16.00	DN 15 1/2" 13.2 20.0	DN 20 3/4" 16.6 25.0	DN 25 1" 21.2 32.0	DN 32 5/4" 26.6 40.0	DN 40 1 1/2" 33.2 50.0	DN 50 2" 42.0 63.0	DN 65 2 1/2" 50.0 75.0
20	0.025		0.1135	0.1283	0.1462	0.1702	0.1969	0.2291	0.2699	0.3063
	0.030		0.1336	0.1508	0.1716	0.1994	0.2302	0.2673	0.3141	0.3557
	0.040		0.1717	0.1932	0.2192	0.2538	0.2920	0.3375	0.3948	0.4454
	0.050		0.2071	0.2324	0.2630	0.3034	0.3479	0.4007	0.4669	0.5248
	0.060		0.2401	0.2688	0.3034	0.3489	0.3989	0.4579	0.5315	0.5956
30	0.025		0.0943	0.1053	0.1186	0.1363	0.1558	0.1793	0.2091	0.2357
	0.030		0.1117	0.1246	0.1402	0.1608	0.1836	0.2110	0.2455	0.2762
	0.040		0.1452	0.1616	0.1814	0.2075	0.2363	0.2706	0.3137	0.3519
	0.050		0.1770	0.1967	0.2203	0.2513	0.2854	0.3258	0.3765	0.4212
	0.060		0.2073	0.2299	0.2570	0.2925	0.3313	0.3772	0.4345	0.4848
40	0.025		0.0833	0.0923	0.1031	0.1173	0.1329	0.1517	0.1753	0.1964
	0.030		0.0990	0.1096	0.1222	0.1389	0.1573	0.1792	0.2068	0.2314
	0.040		0.1294	0.1430	0.1592	0.1806	0.2039	0.2317	0.2666	0.2976
	0.050		0.1586	0.1750	0.1945	0.2201	0.2481	0.2812	0.3227	0.3593
	0.060		0.1867	0.2057	0.2283	0.2578	0.2900	0.3279	0.3753	0.4169
50	0.025		0.0760	0.0838	0.0929	0.1050	0.1181	0.1338	0.1536	0.1712
	0.030		0.0905	0.0996	0.1104	0.1246	0.1401	0.1586	0.1817	0.2024
	0.040		0.1187	0.1305	0.1444	0.1626	0.1825	0.2061	0.2357	0.2618
	0.050		0.1460	0.1602	0.1771	0.1991	0.2231	0.2514	0.2867	0.3179
	0.060		0.1724	0.1890	0.2086	0.2341	0.2619	0.2945	0.3351	0.3708
60	0.025		0.0708	0.0776	0.0857	0.0962	0.1077	0.1213	0.1384	0.1536
	0.030		0.0844	0.0924	0.1019	0.1144	0.1279	0.1440	0.1641	0.1819
	0.040		0.1109	0.1214	0.1337	0.1498	0.1672	0.1878	0.2136	0.2364
	0.050		0.1367	0.1494	0.1644	0.1839	0.2050	0.2298	0.2608	0.2881
	0.060		0.1618	0.1766	0.1941	0.2168	0.2413	0.2701	0.3059	0.3373
80	0.025						0.0938	0.1047	0.1183	0.1304
	0.030						0.1116	0.1245	0.1406	0.1549
	0.040						0.1465	0.1632	0.1839	0.2023
	0.050						0.1802	0.2005	0.2257	0.2477
	0.060						0.2130	0.2366	0.2658	0.2914
100	0.025						0.0848	0.0940	0.1055	0.1156
	0.030						0.1010	0.1120	0.1256	0.1375
	0.040						0.1329	0.1471	0.1647	0.1802
	0.050						0.1639	0.1812	0.2027	0.2214
	0.060						0.1941	0.2144	0.2394	0.2612

 Spessore dell'isolamento raccomandato per i sistemi

Spessore degli isolamenti e perdite di calore dei contenitori e degli apparecchi

Coibentazione termica degli accumulatori del calore e degli scaldacqua

(occorre rispettare le leggi vigenti concernenti l'energia)

1. Accumulatori di calore e scaldacqua con montaggio della coibentazione termica sul posto

Spessore minimo su ogni lato dello strato d'isolamento, tenendo conto di una conduttività termica di

$$150^{\circ}\text{C} = 0,04 \left[\frac{\text{W}}{\text{m}^1 \cdot \text{K}} \right]$$

Fino e compresi 400 l di capienza	Fino e compresi 2000 l di capienza	Oltre a 2000 l di capienza
100 mm	120 mm	160 mm

2. Accumulatore di calore e scaldacqua con coibentazione termica di fabbrica

Condizioni: temperatura d'esercizio 60°C, temperatura dell'aria ambiente 20°C, senza prelievo di acqua. Combinazione delle perdite di calore massime ammesse durante gli intervalli d'inattività

Capienza in litri	30	50	100	200	300	400	500	600	700	800	900
Wh in 24 ore	780	912	1250	1870	2500	3000	3250	3500	3760	4020	4200
Capienza in litri	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000
Wh in 24 ore	4370	4500	4610	4680	4730	4760	4790	4820	4850	4880	4900

I valori intermedi devono essere interpolati linearmente.

Quando i valori dei coefficienti di conduttività termica diminuiscono, lo spessore minimo dell'isolamento può essere adattato alle caratteristiche di una coibentazione termica simile. Al momento dell'adeguamento di un coefficiente di conduttività termica dipendente dalla temperatura, lo stesso deve essere giustificato da un certificato di prova rilasciato da un organo di controllo riconosciuto dallo stato.

Perdite dovute all'approntamento degli apparecchi a gas, valori massimi ammissibili

Perdite massime ammissibili dovute all'approntamento per gli accumulatori e gli scaldacqua con bruciatori atmosferici. Condizioni: temperatura dell'acqua dell'accumulatore 60°C, temperatura ambiente 20°C, senza prelievo d'acqua.

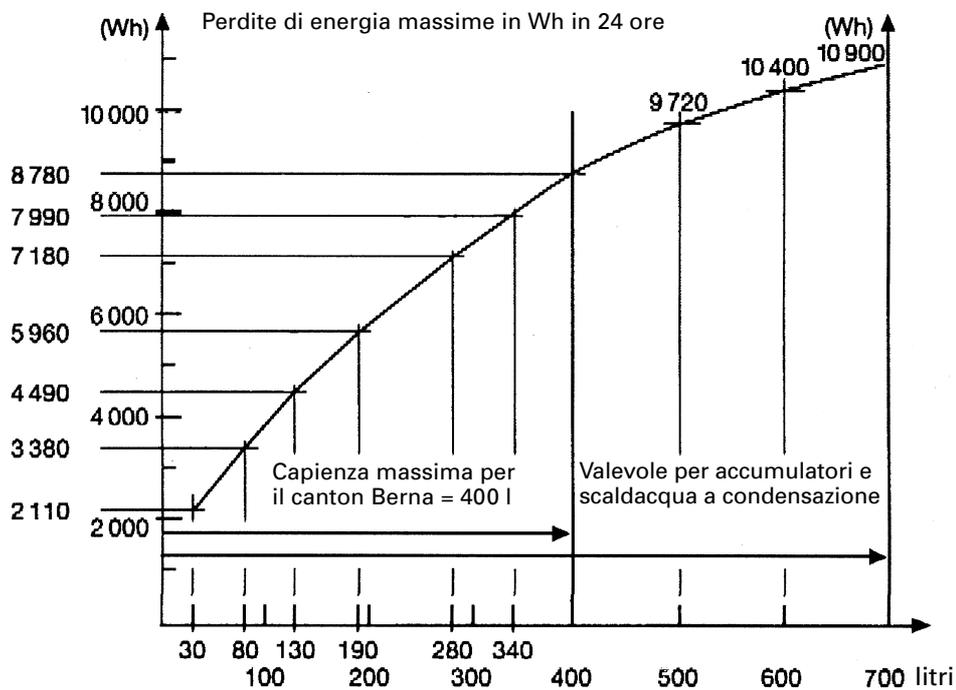
Capienza dell'accumulatore in litri (400 l max.)	30	80	130	190	280	340	400			
Perdite di energia massime in Wh in 24 ore	2110	3380	4490	5690	7180	7990	8780			
Capienza dell'accumulatore in litri, valevole per accumulatori e scaldacqua a condensazione	30	80	130	190	280	340	400	500	600	700
Perdite di energia massime in Wh in 24 ore	2110	3380	4490	5690	7180	7990	8780	9720	10400	10900

Spessore degli isolamenti e perdite di calore dei contenitori e degli apparecchi (continuazione)

Coibentazione termica degli accumulatori di calore e degli scaldacqua

I valori intermedi devono essere interpolati linearmente.

Le perdite ammissibili per gli accumulatori e gli scaldacqua a riscaldamento indiretto concordano con la coibentazione termica degli accumulatori di calore (cfr. la pagina precedente).



Scheda tecnica per la
**determinazione dell'impianto di produzione e
 distribuzione dell'acqua calda**

7.	Sistema di tubazioni di distribuzione:	tubazioni singole sistema a circolazione sistema combinato													
	Materiali:	tubazioni di distribuzione principali raccordi degli apparecchi distribuzioni degli appartamenti													
	Organi d'arresto:	colonne montanti gruppi (appartamenti) tubazioni singole													
	Dilatazione: Compensatori:	Tipo: Disposizione													
	Isolamenti:	Tubo DN	15-20	25-32	40-50	65-85	100-125								
	Montaggio visibile	Spessore in mm	_____	_____	_____	_____	_____								
	Montaggio non visibile	Spessore in mm	_____	_____	_____	_____	_____								
8.	Circolazione	Calcoli secondo scheda di lavoro separata Temperatura dell'acqua calda													
		<table border="0"> <tr> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Scaldacqua</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Uscita</td> <td style="text-align: center;">Entrata</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Andata _____°C</td> <td style="text-align: center;">Circolazione _____°C</td> </tr> </table>						Scaldacqua			Uscita	Entrata		Andata _____°C	Circolazione _____°C
	Scaldacqua														
	Uscita	Entrata													
	Andata _____°C	Circolazione _____°C													
	Pompa di circolazione:	Tipo													
		Prevalenza in mbar													
		Portata l/s													
		Motore													
		Raccordi													
		Comando													
	Regolazione:	Tipo organo di regolazione													
9.	Conteggio Acqua calda Costi globali (giustificazione della redditività)	Forfettario per unità di utente Prezzo al m ³													
10.	Esigenze particolari														

Tabella A: fattori di annualità

Durata di utilizzazione in anni	Tasso d'interesse del capitale											
	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	15.0%	20.0%
1	1.010	1.020	1.030	1.040	1.050	1.060	1.070	1.080	1.090	1.100	1.150	1.200
2	0.508	0.515	0.523	0.530	0.538	0.545	0.553	0.561	0.568	0.576	0.615	0.655
3	0.340	0.347	0.354	0.360	0.367	0.374	0.381	0.388	0.395	0.402	0.438	0.475
4	0.256	0.263	0.269	0.275	0.282	0.289	0.295	0.302	0.309	0.315	0.350	0.386
5	0.206	0.212	0.218	0.225	0.231	0.237	0.244	0.250	0.257	0.264	0.298	0.334
6	0.173	0.179	0.185	0.191	0.197	0.203	0.210	0.216	0.223	0.230	0.264	0.301
7	0.149	0.155	0.161	0.167	0.173	0.179	0.186	0.192	0.199	0.205	0.240	0.277
8	0.131	0.137	0.142	0.149	0.155	0.161	0.167	0.174	0.181	0.187	0.223	0.261
9	0.117	0.123	0.128	0.134	0.141	0.147	0.153	0.160	0.167	0.174	0.210	0.148
10	0.106	0.111	0.117	0.123	0.130	0.136	0.142	0.149	0.156	0.163	0.199	0.239
11	0.096	0.102	0.108	0.114	0.120	0.127	0.133	0.140	0.147	0.154	0.191	0.231
12	0.089	0.095	0.100	0.107	0.113	0.119	0.126	0.133	0.140	0.147	0.184	0.225
13	0.082	0.088	0.094	0.100	0.106	0.113	0.120	0.127	0.134	0.141	0.179	0.221
14	0.077	0.083	0.089	0.095	0.101	0.108	0.114	0.121	0.128	0.136	0.175	0.217
15	0.072	0.078	0.084	0.090	0.096	0.103	0.110	0.117	0.124	0.131	0.171	0.214
16	0.068	0.074	0.080	0.086	0.092	0.099	0.106	0.113	0.120	0.128	0.168	0.211
17	0.064	0.070	0.076	0.082	0.089	0.095	0.102	0.110	0.117	0.125	0.165	0.209
18	0.061	0.067	0.073	0.079	0.086	0.092	0.099	0.107	0.114	0.122	0.163	0.208
19	0.058	0.064	0.070	0.076	0.083	0.090	0.097	0.104	0.112	0.120	0.161	0.206
20	0.055	0.061	0.067	0.074	0.080	0.087	0.094	0.102	0.110	0.117	0.160	0.205
25	0.045	0.051	0.057	0.064	0.071	0.078	0.086	0.094	0.102	0.110	0.155	0.202
30	0.039	0.045	0.051	0.058	0.065	0.073	0.081	0.089	0.097	0.106	0.152	0.201
35	0.034	0.040	0.047	0.054	0.061	0.069	0.077	0.086	0.095	0.104	0.151	0.200
40	0.030	0.037	0.043	0.051	0.058	0.066	0.075	0.084	0.093	0.102	0.151	0.200
50	0.026	0.032	0.039	0.047	0.055	0.063	0.072	0.082	0.091	0.101	0.150	0.200

Tabella B: fattori del valore medio

Tasso d'interesse del capitale 1%		Rincaro							
Durata d'utilizzazione in anni	-2.0%	-1.0%	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%
5	0.942	0.971	1.000	1.030	1.061	1.093	1.126	1.159	1.194
10	0.898	0.947	1.000	1.056	1.115	1.178	1.245	1.315	1.391
15	0.857	0.925	1.000	1.082	1.172	1.270	1.378	1.497	1.627
20	0.820	0.904	1.000	1.108	1.231	1.370	1.529	1.708	1.913
25	0.785	0.884	1.000	1.135	1.294	1.479	1.698	1.955	2.259
30	0.754	0.865	1.000	1.162	1.359	1.598	1.889	2.244	2.679

Tasso d'interesse del capitale 2%		Rincaro							
Durata d'utilizzazione in anni	-1.0%	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%
5	0.971	1.000	1.030	1.061	1.092	1.125	1.158	1.192	1.227
10	0.948	1.000	1.055	1.113	1.175	1.241	1.310	1.384	1.462
15	0.927	1.000	1.080	1.167	1.263	1.368	1.484	1.610	1.749
20	0.907	1.000	1.105	1.223	1.357	1.509	1.682	1.877	2.099
25	0.889	1.000	1.129	1.281	1.457	1.664	1.908	2.194	2.530
30	0.872	1.000	1.154	1.339	1.564	1.836	2.166	2.569	3.060

Tasso d'interesse del capitale 3%		Rincaro							
Durata d'utilizzazione in anni	0.0%	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%
5	1.000	1.030	1.060	1.092	1.124	1.157	1.191	1.226	1.261
10	1.000	1.054	1.111	1.172	1.237	1.305	1.378	1.454	1.536
15	1.000	1.078	1.163	1.256	1.359	1.471	1.593	1.727	1.875
20	1.000	1.101	1.215	1.344	1.490	1.655	1.842	2.054	2.295
25	1.000	1.124	1.268	1.436	1.632	1.861	2.130	2.446	2.817
30	1.000	1.146	1.320	1.531	1.784	2.091	2.463	2.915	3.467

Tasso d'interesse del capitale 4%		Rincaro							
Durata d'utilizzazione in anni	1.0%	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%
5	1.030	1.060	1.091	1.123	1.156	1.190	1.224	1.260	1.296
10	1.053	1.110	1.170	1.233	1.300	1.371	1.446	1.526	1.611
15	1.076	1.159	1.250	1.349	1.458	1.577	1.707	1.849	2.005
20	1.098	1.208	1.332	1.472	1.630	1.808	2.010	2.239	2.499
25	1.118	1.256	1.415	1.600	1.817	2.069	2.365	2.712	3.118
30	1.138	1.302	1.499	1.735	2.019	2.363	2.778	3.283	3.896

Tasso d'interesse del capitale 5%		Rincaro							
Durata d'utilizzazione in anni	2.0%	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%
5	1.060	1.091	1.122	1.155	1.180	1.223	1.258	1.294	1.331
10	1.108	1.167	1.229	1.295	1.365	1.439	1.517	1.600	1.688
15	1.155	1.243	1.340	1.445	1.560	1.686	1.824	1.974	2.139
20	1.200	1.319	1.454	1.605	1.775	1.968	2.186	2.432	2.711
25	1.244	1.395	1.570	1.774	2.011	2.288	2.611	2.990	3.433
30	1.285	1.469	1.688	1.952	2.268	2.650	3.111	3.669	4.347

Tasso d'interesse del capitale 6% Durata d'utilizzazione in anni	Rincaro								
	3.0%	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%
5	1.090	1.121	1.154	1.187	1.221	1.256	1.292	1.328	1.366
10	1.164	1.225	1.290	1.359	1.431	1.508	1.589	1.675	1.766
15	1.237	1.331	1.433	1.544	1.666	1.799	1.945	2.104	2.278
20	1.308	1.436	1.581	1.744	1.927	2.134	2.368	2.632	2.930
25	1.376	1.541	1.733	1.956	2.215	2.516	2.868	3.279	3.760
30	1.440	1.644	1.888	2.179	2.529	2.950	3.458	4.072	4.815

Tasso d'interesse del capitale 7% Durata d'utilizzazione in anni	Rincaro								
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%
5	1.121	1.153	1.186	1.219	1.254	1.290	1.326	1.363	1.401
10	1.222	1.285	1.353	1.424	1.499	1.579	1.663	1.752	1.846
15	1.322	1.421	1.529	1.647	1.776	1.916	2.069	2.237	2.420
20	1.419	1.558	1.713	1.888	2.085	2.306	2.556	2.838	3.156
25	1.514	1.694	1.903	2.145	2.426	2.754	3.135	3.579	4.099
30	1.603	1.829	2.097	2.418	2.802	3.263	3.818	4.489	5.299

Tasso d'interesse del capitale 8% Durata d'utilizzazione in anni	Rincaro								
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%
5	1.120	1.152	1.184	1.218	1.252	1.288	1.324	1.361	1.398
10	1.218	1.281	1.347	1.416	1.490	1.568	1.651	1.738	1.830
15	1.313	1.409	1.514	1.628	1.752	1.888	2.036	2.197	2.373
20	1.403	1.536	1.684	1.850	2.037	2.247	2.484	2.750	3.050
25	1.488	1.658	1.853	2.080	2.342	2.646	2.999	3.410	3.888
30	1.565	1.774	2.021	2.314	2.665	3.084	3.586	4.190	4.918

Tasso d'interesse del capitale 10% Durata d'utilizzazione in anni	Rincaro								
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%
5	1.118	1.150	1.182	1.215	1.249	1.283	1.319	1.355	1.393
10	1.211	1.271	1.335	1.402	1.473	1.548	1.627	1.711	1.799
15	1.296	1.387	1.485	1.592	1.708	1.835	1.972	2.122	2.285
20	1.373	1.494	1.629	1.780	1.948	2.137	2.349	2.587	2.854
25	1.440	1.590	1.763	1.961	2.189	2.451	2.754	3.105	3.511
30	1.497	1.676	1.886	2.133	2.425	2.771	3.182	3.673	4.259

Tasso d'interesse del capitale 15% Durata d'utilizzazione in anni	Rincaro								
	4.0%	5.0%	6.0%	7.0%	8.0%	9.0%	10.0%	11.0%	12.0%
5	1.114	1.145	1.176	1.208	1.240	1.274	1.308	1.343	1.379
10	1.195	1.250	1.308	1.369	1.434	1.502	1.573	1.648	1.728
15	1.259	1.337	1.421	1.512	1.610	1.716	1.831	1.955	2.090
20	1.308	1.406	1.513	1.632	1.763	1.908	2.070	2.249	2.449
25	1.344	1.457	1.584	1.728	1.890	2.074	2.283	2.521	2.793
30	1.369	1.495	1.638	1.803	1.993	2.212	2.468	2.765	3.113

**Tabella C:
durata d'utilizzazione / costi d'esercizio (cura
e manutenzione)**

I dati si riferiscono alla durata d'utilizzazione durante la quale un sistema d'energia, rispettivamente una misura di risparmio dovrebbero essere ammortizzati. In condizioni favorevoli e grazie ad una manutenzione adeguata, la durata di vita effettiva di un impianto o di una parte dello stesso può essere superiore a quella indicata nella tabella. La durata d'utilizzazione può tuttavia risultare notevolmente minore di quella indicata nella tabella

a causa di un errore o di un difetto del materiale, di un errore a livello di prefabbricazione oppure di montaggio.

Qui di seguito verrà fornita una lista delle installazioni e delle misure di risparmio utilizzate più frequentemente, con la loro durata di utilizzazione e le spese d'esercizio (costi per cura e manutenzione). Ulteriori informazioni dettagliate sono reperibili nelle pubblicazioni «Durate d'ammortamento» dell'Ufficio delle costruzioni federali, «Impiantistica nella progettazione integrale» dell'Ufficio federale dei problemi congiunturali e della norma SIA 380/1.

	Durata di utilizzazione in anni	Costi d'esercizio (cura e manutenzione)	
		in % del valore dell'impianto ¹⁾	altra grandezza di riferimento
Produzione di calore			
Apparecchi di risc. elettrici ad accumulazione, apparecchi di risc. diretto	15	2	
Caldaie ad olio combustibile/a gas, bruciatori	15	3	
Pompe di calore con motore elettrico	15	3	
Pompe di calore con motore a gas o diesel	15	5	
Piccole centrali elettriche e di riscaldamento (gas naturale) con 7-15 kWe	15	7 ^{2) 3)}	6,0 ct./kWh _e ^{2) 3)}
Centrale elettrica e di riscaldamento con motore industriale a gas	15	3,5 ³⁾	2,5 ct./kWh _e ³⁾
Centrale elettrica e di riscaldamento con turbine a gas > 1 MWe	15	5 ³⁾	2,0 ct./kWh _e ³⁾
Energia solare, impianti globali	20	2	
Collettori interrati, sonde terrestri	15	2	
Sottostazioni di edifici per teleriscaldamenti	15	2	
Riscaldamento a legna	15	deve essere determ. individualmente	
Tubazioni di riscaldamento	40	1	
Acqua fredda sanitaria	40	1	
Acqua calda sanitaria	25	2	
Tubazioni di distribuzione del teleriscaldamento	30	2	
Superfici di riscaldamento			
Corpi riscaldanti	30	1	
Riscaldamento tramite il pavimento	25	1,5	
Regolazioni	15	3	
Valvole termostatiche	15	3	

¹⁾ Il valore dell'impianto corrisponde di regola alle spese globali per l'impianto installato (ad es. gruppo, comprese le tubazioni ed i raccordi).

²⁾ Le spese di cura e di manutenzione, relativamente elevate, comprendono i motori di ricambio, ciò che corrisponde ad un «rinnovamento parziale» periodico, cosicché si può tener conto di una durata di utilizzazione di 15 anni anche nel caso di centrale elettrica e di riscaldamento di piccole dimensioni.

³⁾ Senza le spese di manutenzione per il catalizzatore. Per la manutenzione del catalizzatore occorre contare un supplemento di 1,0 ct./kWh_e, rispettivamente da 1 a 2% del valore dell'impianto.

	Durata di utilizzo in anni	Costi d'esercizio (cura e manutenzione) in % del valore dell'impianto ¹⁾	altra grandezza di riferimento
Pompe			
Pompe a guaina	15	2	
Pompe in-line	15	2	
Pompe a zoccolo	20	2	
Scambiatori di calore			
per recupero del calore	15	3	
a circuito chiuso	15	4	
a rotazione	15	5	
Acqua calda			
Accumulatori di acqua calda	15	2	
Scaldacqua istantanei	15	3	
Impianti di ventilazione	15	3,5	
Impianti di climatizzazione	15	4	
Impianti frigoriferi > 300 kWh	15	3	
Coibentazione termica			
delle tubazioni	20	1	
Isolamento supplementare dell'involucro dell'edificio	30	1	
Finestre	30	1,5	
Persiane avvolgibili, avvolgibili	20	4	
Apparecchi elettrici			
Apparecchi per la cottura ed il riscaldamento	12	–	
Cucine	15	–	
Refrigeranti	12	–	
Lavastoviglie	10	5	
Lavatrici	10	5	
Asciugatrici	10	5	
Lampade			
Lampade ad incandescenza	1'000 h		
Lampade fluorescenti	8'000 h		
Lampadari	12		
Motori degli ascensori	15		

12.2 Prescrizioni, raccomandazioni, norme, direttive

1.	SIA 380/1	L'energia nell'edilizia, 1988	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti 8039 Zurigo
2.	SIA 380/3	Coibentazione termica di tubazioni, canali e serbatoi negli edifici, 1991	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti 8039 Zurigo
3.	SIA 380/7	Impiantistica, 1985	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti 8039 Zurigo
4.	SIA 385/3	Approvvigionamento di acqua calda negli edifici, 1991	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti 8039 Zurigo
5.	W 3	Direttive per la realizzazione d'impianti dell'acqua, 1987	Società svizzera per l'industria del gas e dell'acqua potabile 8027 Zurigo
6.	SIA 380/4	L'energia elettrica nell'edilizia (in preparazione)	Società svizzera degli ingegneri e degli architetti 8039 Zurigo
7.	G 1	Direttive concernenti il gas, 1989	Società svizzera per l'industria del gas e dell'acqua potabile 8027 Zurigo
8.	G 3	Direttive per i riscaldamenti a gas di potenze nominali superiori a 70 kW ed una pressione d'esercizio fino a 5 bar, 1989	Società svizzera per l'industria del gas e dell'acqua potabile 8027 Zurigo
9.	SITC n. 88-3	Calcolo dei costi d'esercizio di attrezzature termotecniche, 1988	Società svizzera degli ingegneri termici e climatici 3001 Berna
10.	VSI	Direttive per la coibentazione termica nel settore dell'impiantistica, 1986	Associazione imprese svizzere d'isolamento 8000 Zurigo
11.	UFSP	Raccomandazioni «legionella»	Ufficio federale della sanità pubblica 3000 Berna
12.	UCS	Riduzione delle potenze di raccordo degli scaldacqua elettrici	Unione delle centrali svizzere di elettricità 8023 Zurigo

12.3 Bibliografia

- | | | | |
|-----|---|---|---|
| 1. | VSSH | Manuale SI, 1992 | Associazione svizzera dei tecnici sanitari e del riscaldamento
3400 Burgdorf |
| 2. | K. Bösch e Otto Fux | Warmwasserversorgung heute, 1984 | AT Verlag
5000 Aarau |
| 3. | Ufficio federale dei problemi congiunturali | Acqua negli impianti domestici, 1987 | Programma d'impulso per l'impiantistica UCFSM 3003 Berna |
| 4. | APSLI | Verbesserte Energienutzung in der Haustechnik (VEITH), 1991 | Associazione padronale svizzera lattonieri e installatori
8000 Zurigo |
| 5. | Ufficio federale dei problemi congiunturali | Guida al risanamento termico degli edifici | Programma d'impulso per l'impiantistica UCFSM 3003 Berna |
| 6. | LWB | Warmwasserkurs WBK | A. Probst
3400 Burgdorf |
| 7. | INFEL-Info | L'utilizzazione dell'elettricità nella prassi, 1984 | Informationsstelle für Elektrizitätsanwendung
8023 Zurigo |
| 8. | Pubblicazione SI | Stillstandsverluste von Warmwasser-Speichern, 1991 | W. Kubik
3003 Berna |
| 9. | Ufficio federale dei problemi congiunturali | Misurazioni nell'impiantistica, 1986 | Programma d'impulso per l'impiantistica UCFSM 3003 Berna |
| 10. | Ufficio federale dei problemi congiunturali | RAVEL è convincente, 1992 | Programma d'impulso per l'impiantistica UCFSM
3003 Berna |