

8 APPARECCHI PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA A USO SANITARIO

8.1 Considerazioni generali

Il consumo di acqua calda a uso sanitario è stato indicato, da più parti, come un indice attendibile del nostro livello di benessere.

In questo ambito un'importante conquista è stata storicamente rappresentata dalla distribuzione, diretta all'utente, dell'acqua potabile per usi domestici, mentre il fabbisogno di acqua calda era affidato ai sistemi di riscaldamento disponibili (stufe, fornelli ecc.).

Con l'evolversi della società sono intervenuti vari dispositivi per rendere immediatamente fruibile all'utente non solo l'acqua fredda, ma anche quella calda liberandolo, in tal modo, dal compito di provvedere, a ogni necessità, al relativo riscaldamento.

Successivamente le nuove esigenze si sono manifestate in termini di quantità e di qualità nell'erogazione dell'acqua calda sanitaria.

Il termine quantitativo è quello più evidente. Basti pensare all'evoluzione che ha subito l'edilizia civile che, in rapida successione, ha proposto punti di erogazione di acqua calda in cucina, ai servizi (bagno con vasca, doccia, bidet e lavabo), quindi alloggi strutturati con due o più servizi per giungere, in tempi recenti, alle vasche idromassaggio che richiedono una notevole disponibilità di acqua calda.

È proprio la vasca idromassaggio a presentare l'acqua calda in una nuova luce: non più elemento fondamentale per la pulizia e l'igiene della persona, ma elemento attraverso il quale l'individuo può acquisire benessere psico-fisico.

Il termine di qualità è sostanzialmente legato alla possibilità di prelevare acqua mantenendo stabile la temperatura.

Risulta evidente come, nel tempo, il consumo di acqua calda a uso sanitario sia diventato un realistico indice della qualità di vita.

Sulla base di queste semplici constatazioni si giustifica pienamente l'attenzione che il mercato ha prestato a questa particolare forma di benessere, sviluppando differenti soluzioni in un costante processo di ottimizzazione.

8.2 Sistemi di produzione di acqua calda sanitaria

La prima fondamentale suddivisione che si può praticare è relativa al metodo di produzione, ossia:

- istantanea;
- ad accumulo.

La *produzione istantanea* prevede la produzione di acqua calda nello stesso momento in cui si manifesta la richiesta dell'utente. È prevalentemente orientata verso il concetto di autonomia dell'utenza; infatti l'utente produce in proprio il fabbisogno di acqua calda in relazione alle proprie necessità.

È una produzione caratterizzata da:

- una limitata capacità di erogazione a fronte di prelievi multipli in utenza;
- una temperatura di erogazione sensibile alle variazioni della portata di prelievo;
- tempi di attesa per l'erogazione in temperatura connessi all'attivazione del dispositivo di produzione e all'estensione dell'impianto;
- ridotte dimensioni di ingombro del dispositivo di produzione.

La *produzione ad accumulo* prevede un immagazzinamento di acqua calda in appositi contenitori da cui attingere nel momento della richiesta.

È una produzione caratterizzata da:

- un'elevata capacità di erogazione idonea a fronteggiare le condizioni di punta dei prelievi;
- una temperatura di erogazione indipendente dalle portate di prelievo (entro i limiti della capacità di accumulo);
- tempi di attesa per l'erogazione che dipendono esclusivamente dall'estensione dell'impianto e che possono essere convenientemente ridotti mediante apposite linee di ricircolo;
- ingombri compatibili con sistemazioni centralizzate rispetto a sistemazioni individuali.

Una seconda suddivisione, applicabile a entrambi i sistemi di produzione, è connessa alle modalità di scambio termico, in particolare di:

- tipo diretta;
- tipo indiretta.

La *produzione di tipo diretta* è quella in cui l'acqua, a uso sanitario, viene scaldata per scambio termico diretto con l'energia immessa nel sistema dalla sorgente primaria.

Nell'ambito della produzione di tipo diretta è possibile un'ulteriore distinzione legata al tipo di sorgente primaria: gas (metano, Gpl), energia elettrica, energia solare ecc.

La *produzione di tipo indiretta* è quella in cui l'acqua, a uso sanitario, viene scaldata per scambio termico con un fluido intermedio che, a sua volta, è in scambio termico con la sorgente primaria che immette energia nel sistema.

8.3 Produzione istantanea

La produzione istantanea consiste nel rendere disponibile all'utenza una portata di acqua con un definito differenziale di temperatura (differenza di temperatura tra la temperatura di erogazione e quella della sorgente fredda).

È pertanto caratterizzata da un impegno di potenza termica che è direttamente proporzionale sia al valore di portata sia al differenziale di temperatura.

Più l'utenza richiede grandi portate di prelievo, con elevati differenziali di temperatura, tanto maggiore è la potenza che il sistema di produzione istantaneo deve mettere in gioco.

Possiamo quindi affermare che il termine che qualifica un sistema istantaneo di produzione è il valore di portata erogata abbinato al relativo differenziale di temperatura; parametro che viene sinteticamente indicato come produzione in continuo.

8.4 Produzione istantanea di tipo diretto

Gli apparecchi che presiedono a una produzione di acqua calda sanitaria istantanea e di tipo diretto sono comunemente noti col nome di "scaldabagni istantanei"

Sono apparecchi destinati a servire una singola unità abitativa; la produzione commerciale di questi apparecchi propone modelli con portata termica da 9 a 24 kW a cui corrispondono portate di prelievo rispettivamente di 5,4 e 14 litri/min con differenziale di temperatura di 25 °C.

L'energia primaria utilizzata consiste in gas metano o GPL; si tratta quindi di apparecchi dotati di un circuito di combustione per consentire lo sviluppo della reazione di combustione stessa attraverso la quale si libera l'energia contenuta nel combustibile.

I gas di combustione prodotti, in virtù della temperatura a cui vengono liberati, rappresentano il fluido termovettore primario responsabile della cessione di calore all'acqua da riscaldare.

Il dispositivo attraverso il quale avviene il trasferimento di calore dai gas combusti all'acqua è costituito da uno scambiatore a tubi di rame, con fitta alettatura esterna (fig. 8.1).

Una distinzione all'interno di questo tipo di apparecchi è connessa al circuito di combustione e consiste in:

- apparecchi a camera aperta, denominati apparecchi di tipo B;
- apparecchi a camera chiusa (o camera stagna), denominati apparecchi di tipo C.

Gli apparecchi a camera aperta sono quelli in cui il circuito di combustione è in comunicazione con l'ambiente nel quale l'apparecchio è installato; prelevano quindi l'aria comburente direttamente dallo stesso ambiente.

Gli apparecchi a camera chiusa presentano un circuito di combustione isolato (stagno) rispetto all'ambiente di installazione e pertanto l'adduzione dell'aria comburente avviene direttamente dall'esterno.

Nella figura 8.2 si illustra uno schema tipico di uno scaldabagno di tipo B.

Lo schema evidenzia i gruppi funzionali fondamentali.

1. Gruppo acqua: ha lo scopo di avvertire il prelievo di acqua da parte dell'utenza e quindi pre-

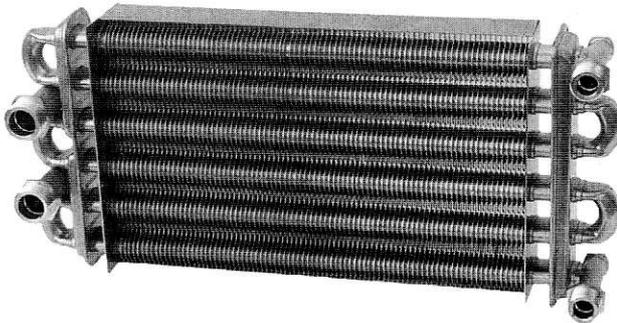


Fig. 8.1 Scambiatore a tubi di rame (Giannoni Srl, Milano).

disporre l'accensione del bruciatore. Assolve funzioni quali il blocco in avviamento in caso di mancanza d'acqua e la regolazione della portata di prelievo.

2. Gruppo gas: ha lo scopo di regolare l'afflusso di gas al bruciatore in relazione alle esigenze di tem-

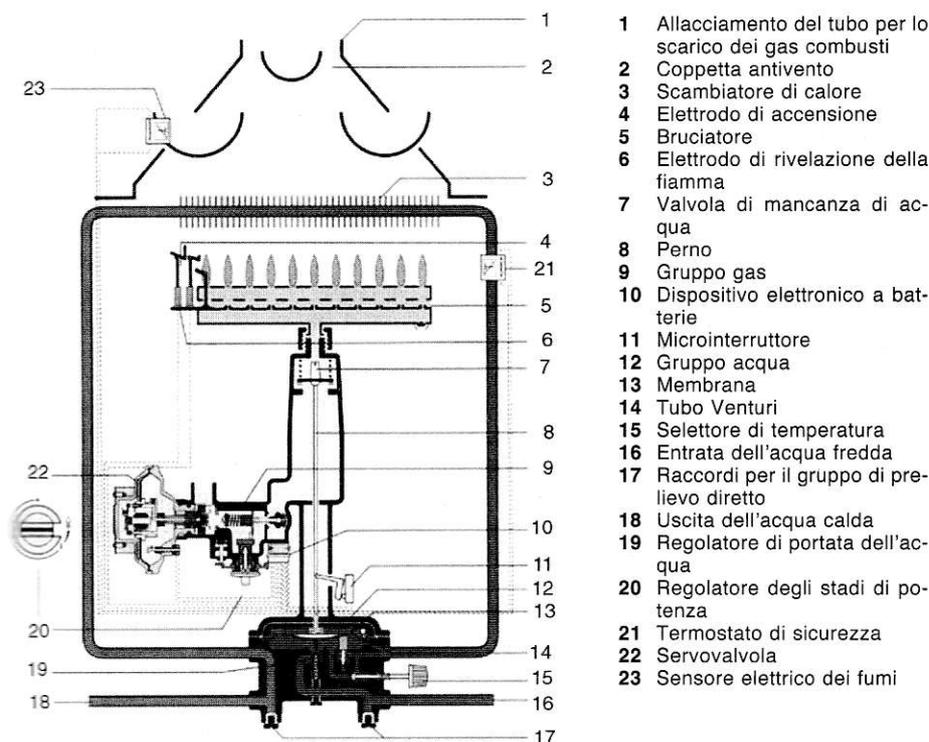


Fig. 8.2 Schema di uno scaldabagno di tipo B.

peratura e portata dell'utente. Assolve quindi funzioni di sicurezza bloccando l'afflusso di gas in caso di anomalie di funzionamento.

3. Brucciatore: è l'organo preposto a sviluppare la combustione. Strutturalmente si presenta come un assieme di bruciatori elementari ognuno corredato di un proprio ugello e di un tubo Venturi per la distribuzione del gas.
4. Scambiatore: è l'elemento in cui i gas di combustione cedono calore all'acqua da riscaldare.
5. Scatola fumi con rompitruggio: è il dispositivo preposto a convogliare i gas di scarico verso il camino di evacuazione.

Il rompitruggio è rappresentato da aperture praticate nella scatola fumi, secondo una geometria frutto di verifiche di laboratorio.

La funzione del rompitruggio è quella di consentire, per periodi di tempo limitati e in particolari condizioni (momentanea assenza di tiraggio, condizioni di vento contrario), il deflusso dei gas in ambiente in modo da mantenere regolare la combustione.

Poiché questa condizione è pericolosa per l'utente, questi apparecchi sono dotati di un dispositivo definito "sensore di fumi" in grado di interrompere il funzionamento qualora il deflusso in ambiente perduri oltre un tempo limite prefissato.

Gli apparecchi a gas hanno un dispositivo denominato "sorveglianza della fiamma" avente la funzione di interrompere il flusso di gas al bruciatore in caso di mancanza di fiamma, allo scopo di evitare la saturazione della camera di combustione con gas incombusti con potenziale rischio di scoppio.

Tale dispositivo può essere:

- a termocoppia;
- elettronico a corrente di ionizzazione.

La *sorveglianza mediante termocoppia* sfrutta la tensione generata dalla stessa termocoppia, quando è immersa nella fiamma, per mantenere aperta la valvola di alimentazione del gas.

In caso di assenza della fiamma la termocoppia non è più in grado di generare la tensione necessaria e la valvola del gas, opportunamente contrastata da una molla, si chiude automaticamente arrestando il flusso.

L'accensione del bruciatore è affidata, di solito, a un dispositivo piezoelettrico il quale, a seguito della pressione di un pulsante, produce una scintilla in grado di accendere una fiamma (fiamma pilota) nella quale risulta immersa la termocoppia.

L'accensione del bruciatore, quando richiesta, avviene per effetto della presenza della fiamma pilota (accensione indiretta).

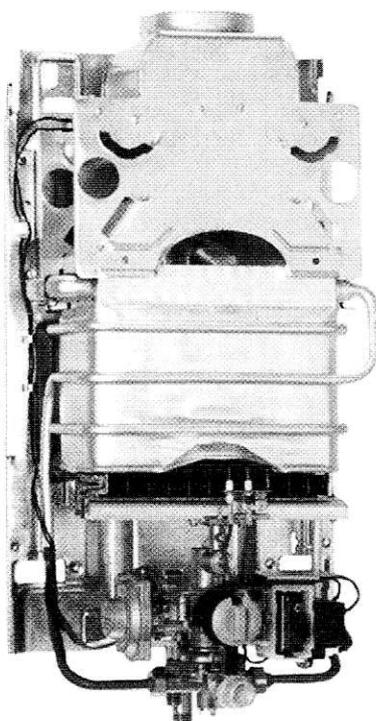


Fig. 8.3 Scaldabagno istantaneo di tipo B (Vaillant Spa, Milano).

La *sorveglianza di tipo elettronico* sfrutta l'atmosfera ionizzata che si crea in presenza di fiamma, per fare circolare una debole corrente attraverso un elettrodo (elettrodo di rilevazione).

In caso di assenza di fiamma viene meno l'atmosfera ionizzata e la corrente, detta corrente di ionizzazione, non può più circolare.

Una speciale centralina elettronica controlla costantemente l'intensità della corrente di ionizzazione; quando questa scende sotto valori minimi prestabiliti si attiva per chiudere la valvola del gas.

L'accensione del bruciatore è gestita dalla stessa centralina elettronica la quale comanda un elettrodo che, a seguito della richiesta d'acqua, produce una scintilla che accende il bruciatore (accensione diretta).

Nella figura 8.3 si illustra la struttura di uno scaldabagno istantaneo di tipo B.

Si può notare che la tubazione attraverso la quale fluisce l'acqua da riscaldare è posta in diretto contatto con la camera di combustione in modo da recuperare calore che andrebbe altrimenti ad aumentare le dispersioni in ambiente.

È chiaramente visibile anche la scatola

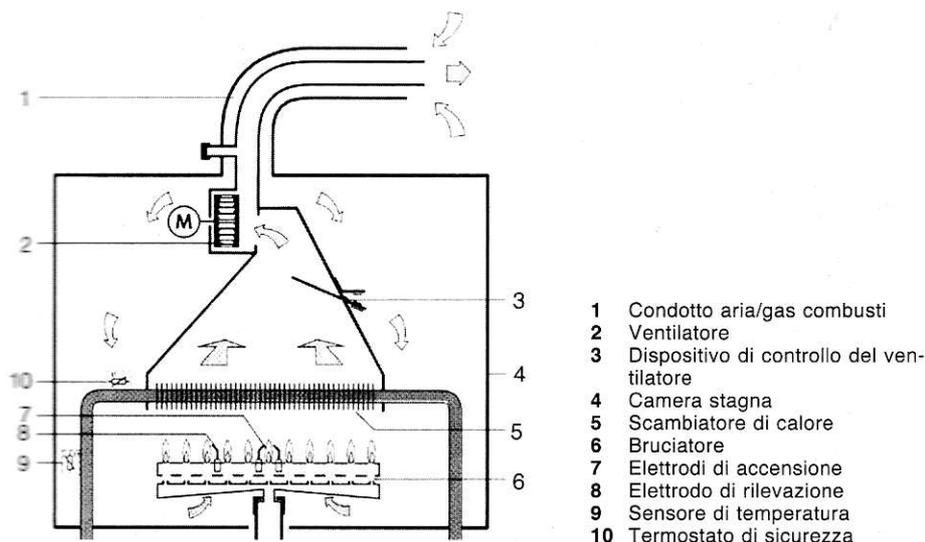


Fig. 8.4 Circuito di combustione in uno scaldabagno di tipo C.

dei fumi con le aperture rompitruggio.

Nella figura 8.4 viene evidenziata la parte di schema, relativa al circuito di combustione, di uno scaldabagno istantaneo di tipo C.

Rispetto allo schema relativo allo scaldabagno di tipo B, nella figura 8.4 si mostra una scatola fumi priva di aperture, direttamente sistemata sullo scambiatore di calore, al cui interno è posizionata la girante di un elettroventilatore.

La prevalenza sviluppata dall'elettroventilatore è tale da generare un movimento di aspirazione di aria comburente e una contemporanea espulsione di gas combusti verso l'esterno.

La velocità dell'elettroventilatore è controllata in modo da adeguarla al carico termico del bruciatore per garantire il giusto eccesso d'aria comburente e ottimizzando, di conseguenza, il rendimento e il contenimento delle emissioni inquinanti.

Recentemente il mercato ha proposto apparecchi con un sistema di controllo aria/gas integrato, in virtù del quale la portata di gas al bruciatore è bilanciata, in modo continuo, allo scopo di mantenere costante, al variare del carico, il rapporto stechiometrico ottimale.

Le tubazioni usualmente impiegate per l'adduzione di aria comburente e di scarico di gas combusti sono di tipo concentrico: la tubazione interna è percorsa dai gas di scarico dalla camera di combustione verso l'esterno; nello spazio contenuto tra la tubazione interna e quella esterna affluisce l'aria comburente dall'esterno.

Un particolare dispositivo sorveglia il regolare funzionamento del ventilatore, provvedendo, in caso di anomalia, a bloccare il flusso di gas al bruciatore.

In questo tipo di apparecchi il sistema di sorveglianza della fiamma è usualmente di tipo elettronico. Lo schema, infatti, evidenzia la presenza di elettrodi

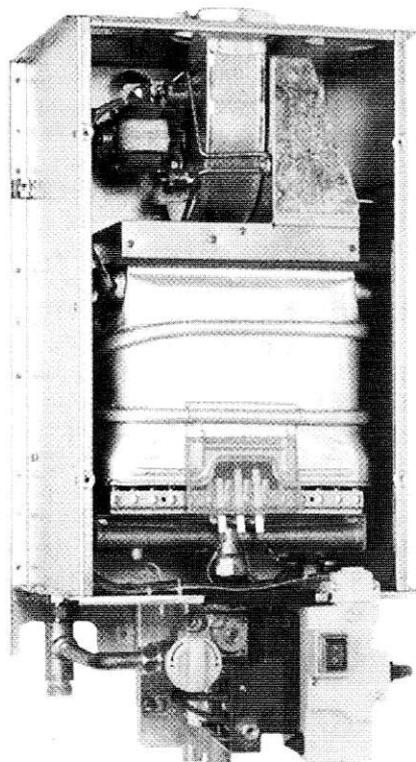


Fig. 8.5 Scaldabagno di tipo C (Vaillant Spa, Milano).

implementati sistemi di controllo della temperatura dell'acqua sanitaria più complessi.

Questi sistemi prevedono la misurazione della temperatura di mandata dell'acqua calda sanitaria mediante appositi sensori immersi a diretto contatto del fluido o posti più semplicemente a contatto della tubazione.

La misura ricavata viene confrontata con un riferimento di temperatura stabilito dall'utente, il quale ha la possibilità di operare le sue scelte direttamente sul quadro di comando, installato a bordo dell'apparecchio.

Un sistema di controllo elettronico sulla base della differenza di temperatura rilevata, elabora un segnale che nei moderni apparecchi viene utilizzato per modulare la portata di gas al bruciatore realizzando quella che normalmente è chiamata "modulazione di fiamma". Tale controllo produce un costante adeguamento della potenza termica erogata dall'apparecchio al reale fabbisogno per mantenere la temperatura erogata il più costante possibile rispetto al valore scelto dall'utente.

Allo scopo di consentire una migliore stabilità della temperatura viene, in alcuni casi, controllata la portata di erogazione; in tal modo il sistema di controllo dispone di un segnale che anticipa la variazione di temperatura permetten-

di accensione e di rilevazione per cogliere appunto il passaggio della corrente di ionizzazione.

Si noti infine come tutto il circuito di combustione sia situato all'interno di un involucro chiuso e a tenuta verso l'esterno, mediante apposite guarnizioni morbide; questa particolarità, tipica degli apparecchi di tipo C, conferisce maggiore sicurezza d'uso in quanto impedisce la fuoriuscita dei fumi nell'ambiente abitato.

Nella figura 8.5 si evidenzia quanto precedentemente espresso in maniera schematica.

Una struttura in lamiera sagomata contiene completamente la camera di combustione, frontalmente un'apposita portella determina il completo isolamento rispetto all'ambiente esterno, inoltre si può osservare il ventilatore montato direttamente sulla scatola dei fumi.

In generale l'apparecchio di tipo C (camera stagna) è più costoso proprio perché è più sofisticato nel suo funzionamento di base; pertanto è su questo tipo di scaldabagno che, per ragioni di mercato, vengono normalmente

do di adeguare in maniera preliminare la risposta del sistema di controllo stesso.

3.5 Produzione istantanea di tipo indiretto

La produzione istantanea di tipo indiretto, di acqua calda sanitaria, prevede l'impiego di uno speciale scambiatore in grado di trasferire calore da un fluido, che chiameremo fluido primario, direttamente all'acqua sanitaria da scaldare.

In generale il fluido primario può provenire da un sistema di teleriscaldamento o in alcuni casi essere direttamente riscaldato da un apposito generatore termico.

Lo scambiatore è costituito da un insieme di piastre in acciaio, tra loro accostate in modo da realizzare canali di passaggio; questi canali vengono alternativamente percorsi dal fluido primario e dall'acqua sanitaria da scaldare.

Nella figura 8.6 viene illustrato, in maniera schematica, il concetto espresso; per ragioni di esposizione le piastre sono mostrate distanti tra di loro, mentre nella realtà costruttiva sono montate a tenuta idraulica.

Nella figura 8.6 si mostra come ogni piastra sia interessata, su una faccia, dal fluido primario e sull'altra dal fluido secondario (acqua sanitaria) in modo da consentire il migliore trasferimento di calore tra il fluido caldo e quello da scaldare.

L'assemblaggio delle piastre può essere realizzato in due modi:

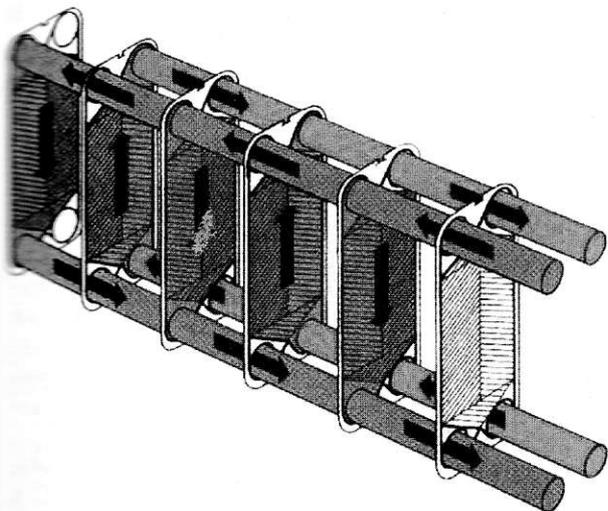


Fig. 8.6 Schema di principio di uno scambiatore a piastre.

ma schematica, il concetto espresso; per ragioni di esposizione le piastre sono mostrate distanti tra di loro, mentre nella realtà costruttiva sono montate a

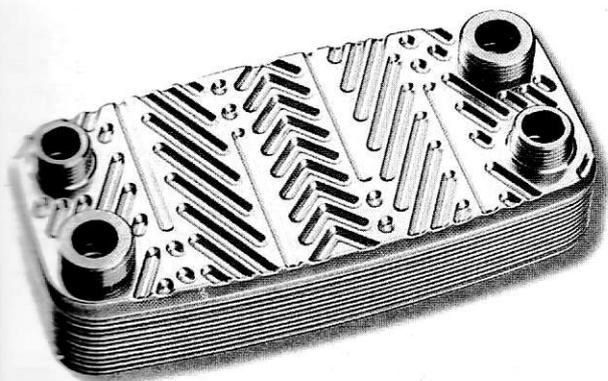


Fig. 8.7 Scambiatore saldobrasato (Giannoni Srl, Milano).

- mediante saldobrasatura;
 - mediante interposizione di guarnizioni con impiego di tiranti e dadi.
- Entrambi gli scambiatori impiegano piastre in acciaio AISI 316.

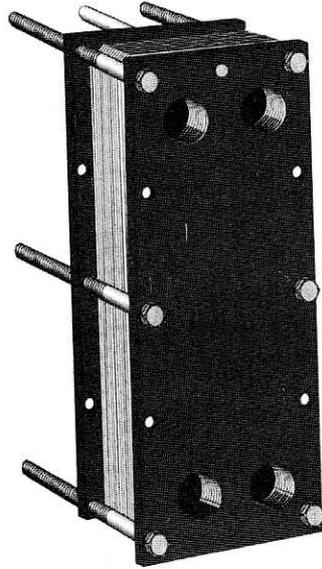


Fig. 8.8 Scambiatore a piastre con guarnizioni di tenuta (Alfa Laval GmbH, Glinde, Germania).

Gli scambiatori assemblati mediante saldobrasatura (rame al 99% di purezza) sono particolarmente indicati per condizioni di esercizio che prevedono alte temperature (max. 220 °C) ed elevate pressioni (max. 30 bar); il campo di potenza di impiego va da circa 20 fino a circa 200 kW.

Nella figura 8.7 si mostra uno scambiatore saldobrasato di piccola potenza, circa 30 kW.

Si notino le superfici particolarmente corrugate che servono ad aumentare la capacità di scambio, aumentando la superficie esposta e la turbolenza dei fluidi interessati allo scambio termico.

Nella figura 8.8 viene illustrato uno scambiatore assemblato con interposizione di guarnizioni tra una piastra e quella immediatamente contigua; un sistema di tiranti, agendo sulla piastra frontale e quella terminale, consente di serrare le piastre per realizzare la necessaria tenuta.

La temperatura e pressione massime di impiego sono rispettivamente dell'ordine di 160 °C e 25 bar.

Le guarnizioni sono realizzate con un'ampia varietà di elastomeri (EPDM, hypalon, Viton ecc.).

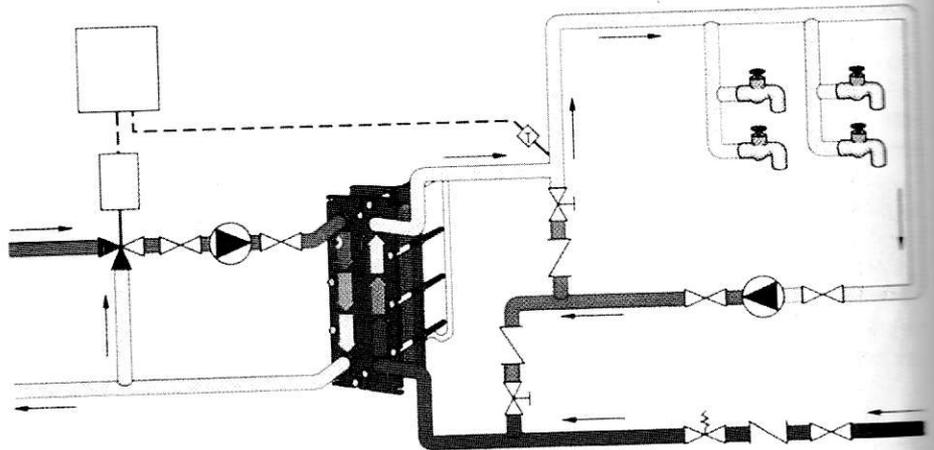


Fig. 8.9 Possibile impiego di uno scambiatore istantaneo.

La potenza di impiego copre lo stesso campo che si riferisce agli scambiatori saldobrasati raggiungendo potenze dell'ordine di 700 kW.

Nella figura 8.9 viene presentato uno schema di una possibile distribuzione di acqua sanitaria con produzione istantanea.

Si può notare la presenza di una valvola miscelatrice sul circuito primario il cui posizionamento è asservito alla misura di temperatura del secondario.

Sul secondario è presente una pompa di ricircolo che permette la disponibilità immediata all'utenza di acqua calda sanitaria.

8.6 Produzione ad accumulo

I sistemi di produzione di acqua sanitaria ad accumulo prevedono l'immagazzinamento e il mantenimento in temperatura di un determinato volume di acqua, in appositi contenitori comunemente chiamati bollitori, rendendolo disponibile all'utenza che effettuerà i prelievi secondo le proprie necessità.

I sistemi ad accumulo sono caratterizzati da una richiesta di potenza termica ridotta, in funzione delle utenze servite, se raffrontata alla potenza dei produttori istantanei. Si comportano infatti come integratori di energia: utilizzano una potenza ridotta per riscaldare anche grandi volumi d'acqua in tempi medio-lunghi durante i quali l'utenza non ha necessità di prelievo.

Il parametro che permette di caratterizzare i sistemi ad accumulo oltre, ovviamente, al volume è il tempo di riscaldamento ossia il tempo impiegato dal sistema per portare il volume di acqua alla temperatura di immagazzinamento.

Questo tempo è funzione sia della potenza termica disponibile sia del differenziale di temperatura (differenza di temperatura tra la temperatura di accumulo e la temperatura della sorgente fredda); normalmente è indicato come tempo di ripristino, intendendo, in tal modo, il tempo di attesa per riavere il bollitore in temperatura a seguito di un completo prelievo dell'acqua calda immagazzinata.

Immagazzinare un volume di acqua in un serbatoio richiede di considerare alcuni aspetti.

Fenomeno della corrosione

I serbatoi di accumulo sono in larga parte costituiti da cilindri in acciaio chiusi alle estremità con fondelli ellittici.

Il processo di corrosione a umido è un meccanismo elettrochimico risultante da vari processi complementari.

Possiamo distinguere:

- un processo anodico che implica la dissoluzione del materiale metallico in forma di cationi (atomi del materiale metallico caricati positivamente) e rende disponibili elettroni nel corpo del metallo;
- un processo catodico, che, viceversa, riduce cationi o specie neutre presenti nell'ambiente con consumo degli elettroni prodotti dalla reazione anodica.

Tutto ciò rende l'interno del serbatoio una cella elettrolitica in cui avviene una migrazione di cellule (corrente) che producono una dissoluzione dei materiali meno nobili con conseguenti possibili perforazioni.

Questo aspetto impone l'impiego di opportuni trattamenti di protezione delle parti interne aventi la funzione di realizzare un vero e proprio rivestimento (*protezione di tipo passivo*).

I trattamenti attualmente utilizzati consistono in:

- vetroporcellanatura;
- teflonatura;
- zincatura a caldo.

La vetroporcellanatura prevede l'applicazione a caldo di un rivestimento a base di fibre di vetro, usualmente di colore bluastro; è un sistema di protezione qualitativamente elevato in grado di conferire un'ottima e duratura protezione.

L'inconveniente è rappresentato dalla fragilità delle sostanze a base vetrosa: sono possibili venature o scheggiature del rivestimento conseguenti le normali operazioni di trasporto, di installazione e in alcuni casi sono dovute anche a microdilatazioni termiche, specialmente nei punti di saldatura in cui maggiori sono le tensioni meccaniche nel materiale.

Queste difettosità locali diventano punti di inizio per l'attacco della corrosione.

In alcuni casi, per tentare di ridurre l'incidenza di questi fenomeni, si ricorre a una doppia vetroporcellanatura, ovvero all'applicazione di un doppio strato di materiale.

La teflonatura è un procedimento analogo che differisce da quello precedente per il tipo di materiale impiegato (a base di teflon).

Con questo materiale i difetti connessi alla fragilità delle fibre vetrose sono superati, trattandosi di un prodotto dotato di buona elasticità.

L'esperienza indica che la vetroporcellanatura, se esente da difetti in origine o successivi in installazione, offre un migliore grado di protezione. Non si ha mai però la certezza dell'assenza di difetto per cui si giunge a un compromesso e in generale, a livello di mercato, i due sistemi finiscono con l'equivalersi.

La zincatura a caldo si utilizza su bollitori di grandi dimensioni e in particolare su quelli in cui, per la complessità delle superfici interne, sarebbe difficile offrire una omogenea copertura con i precedenti metodi.

Va poi considerato che il procedimento di zincatura è più economico rispetto alla vetroporcellanatura e teflonatura.

Qualunque sia il metodo di rivestimento protettivo adottato, esiste sempre una possibilità di difetto.

A tale scopo si prevedono sistemi di *protezione di tipo attivo* in quanto tali da contrastare l'origine del fenomeno elettrochimico corrosivo.

Il metodo più diffuso di protezione attiva è l'inserimento di un'asta di magnesio che si comporta come un polo positivo (anodo) rispetto al ferro il quale assume la funzione di polo negativo (catodo); pertanto la corrente elettrolitica che si viene a stabilire evidenzia un trasporto di ioni positivi di magnesio sul ferro.

In definitiva accade che, mentre la barretta di magnesio si consuma, il suo materiale si deposita su quelle microsuperfici in acciaio non protette dal trattamento di rivestimento.

Questo fenomeno ha suggerito per la barretta di magnesio la definizione di "anodo sacrificale".

La durata dell'anodo di magnesio è variabile in relazione alle caratteristiche dell'acqua e può essere indicativamente stimata in un periodo che va da 1 a 5 anni.

I costruttori consigliano, per i primi due anni di vita dell'apparecchio, la verifica dello stato dell'anodo di magnesio almeno una volta l'anno.

Alcuni apparecchi sono dotati di dispositivi in grado di indicare l'usura dell'anodo.

Viene sistemata sull'anodo una valvolina accessibile all'utente; se aprendola non si ha passaggio di acqua significa che all'interno l'anodo è ancora sufficientemente integro, se viceversa si manifesta passaggio di acqua è necessario provvedere alla sua sostituzione in quanto l'anodo risulta completamente consumato.

Un altro sistema di protezione attiva, consiste nell'immettere, all'interno del serbatoio una certa intensità di corrente elettrica che riequilibri le differenze di potenziale.

A tale scopo viene introdotto nel bollitore un anodo di titanio, mentre un dispositivo elettronico controlla, con una periodicità di alcuni microsecondi, la differenza di potenziale tra elettrodo e serbatoio determinando di conseguenza l'intensità di corrente da imprimere.

Questa corrente si oppone di fatto alla corrente che è, naturalmente, alla base della corrosione.

Temperatura di immagazzinamento dell'acqua

Le precipitazioni calcaree, ovvero le sedimentazioni dei carbonati di calcio disciolti nell'acqua, si manifestano in maniera decisa già con temperatura dell'acqua di 65 °C.

Tali precipitazioni producono un rivestimento superficiale che, se posto sulle superfici di scambio termico, ne riduce notevolmente la capacità di scambio, limitando nel tempo la produzione di acqua calda sanitaria.

A tale riguardo due sono le attenzioni da porre in atto:

- limitare la temperatura di stoccaggio a valori inferiori a 65 °C;
- considerare l'opportunità di prevedere dispositivi di addolcimento dell'acqua per ridurre la durezza totale.

Si deve poi considerare che se valori bassi di temperatura di accumulo comportano un incremento dello stesso volume, è pur vero che elevati valori di temperatura comportano maggiori perdite verso l'ambiente e in generale l'adozione di sistemi di coibentazione adeguati.

Inoltre eventuali batteri (*legionella*) riescono a sopportare a lungo temperature prossime ai 50 °C, mentre vengono distrutti, in tempi rapidi, con temperature di oltre 55 °C.

Da quanto esposto risulta essere un buon compromesso l'accumulo dell'acqua alla temperatura di 60 °C.

Poiché, per norma, l'acqua erogata in utenza non può superare i 48 °C (+5 °C) diviene necessario installare, in uscita dal bollitore, un miscelatore per consentire la regolazione della temperatura.

8.7 Produzione ad accumulo di tipo diretto

In sintonia con le definizioni inizialmente indicate potremo definire una produzione ad accumulo di tipo diretto se l'acqua sanitaria da scaldare è in diretto contatto con la sorgente di energia primaria.

È questo il caso degli scaldabagni elettrici ad accumulo.

In virtù del tipo di alimentazione si prestano per quelle installazioni dove non è possibile collocare un apparecchio a gas.

In questi apparecchi uno o più gruppi di resistenze corazzate, nelle quali l'elemento riscaldante (la resistenza elettrica), è contenuta in una struttura in metallo che svolge sia la funzione di protezione meccanica sia quella di dispersore termico del calore prodotto, sono inseriti all'interno del bollitore e a diretto contatto con l'acqua da scaldare.

Il mercato propone volumi di accumulo che variano da poche decine di litri fino a 2000 e oltre.

I volumi più piccoli sono evidentemente destinati a servire singole unità familiari, quelli maggiori una pluralità di utenze. I primi sono previsti per sistemazioni pensili a parete, i secondi hanno una struttura completa di basamento per essere sistemati a pavimento; i primi hanno potenze elettriche installate da 1 a 3 kW, mentre i secondi possono giungere anche a 20 kW; in questo caso



Fig. 8.10 Esempi di scaldabagni elettrici ad accumulo (Heizer Gas Srl, Milano).

però
I te
Nel
spett
cità (r
Una
casist
In q
relativ
tubazi
do dal
cui int
pratic
In fu
fumo c
Anal
a cam
I vol
sono r
Le po
Come
tate cor
degli so
buzione
Quest
riori risp
In que
ad accu
termica
decina d
Si con
i sistem
sistem
mentre
significa
scambio
La tipo
accumul
richiesta
da di acc
Nella fi
tivamente
(150 litri)
Si noti
dalla pres
tiraggio (s
Il terzo

però è necessaria un'alimentazione trifase.

I tempi di riscaldamento sono dell'ordine di 3-4 ore.

Nella figura 8.10 vengono mostrati tre scaldabagni elettrici ad accumulo rispettivamente di grande capacità (da sistemare a pavimento), di media capacità (100 litri) e di piccola capacità (30 litri) con sistemazione pensile.

Una seconda tipologia di apparecchi che dobbiamo considerare in questa casistica è costituita dagli scaldabagni a gas ad accumulo.

In questi apparecchi è presente un circuito di combustione la cui camera e il relativo bruciatore sono situati nella parte bassa, in modo da potere realizzare tubazioni, con sviluppo verticale, per il deflusso dei gas combusti che, partendo dalla camera di combustione, attraversano longitudinalmente il volume al cui interno è immagazzinata l'acqua da riscaldare. Tale sistema realizza, in pratica, una struttura a tubi di fumo.

In funzione delle dimensioni dell'accumulo possiamo avere un unico tubo di fumo o più tubi per accumuli di maggiore volume.

Analogamente agli scambiatori a gas istantanei sono realizzati nelle versioni a camera aperta di tipo B e a camera stagna di tipo C.

I volumi di accumulo proposti dal mercato, per questo tipo di apparecchi, sono racchiusi tra gli 80 litri circa fino a volumi dell'ordine di 2000 litri.

Le potenze termiche previste variano da circa 10 a 35 kW.

Come si può notare le potenze termiche pur essendo modeste, se confrontate con quelle degli scambiatori istantanei, sono comunque superiori a quelle degli scambiatori elettrici ad accumulo; minore infatti è la disponibilità di distribuzione di potenza della rete elettrica.

Questo aspetto consente agli apparecchi a gas tempi di riscaldamento inferiori rispetto a quelli elettrici, a parità di volume.

In questo panorama meritano una considerazione a sé gli scambiatori a gas ad accumulo di media capacità (800 litri circa), con una notevole potenza termica di 130 kW circa che consente tempi di riscaldamento dell'ordine della decina di minuti, con produzioni in continuo di 50 litri/min.

Si consideri che il termine "produzione in continuo", mentre è qualificante per i sistemi a scambio rapido (istantaneo), è praticamente privo di interesse per i sistemi ad accumulo in considerazione della modesta potenza disponibile; mentre per l'ultima tipologia di apparecchi indicata, diventa un parametro significativo proponendo valori addirittura superiori ai tradizionali sistemi a scambio rapido.

La tipologia di apparecchi appena trattata modifica il concetto tradizionale di accumulo, in quanto sistema integratore di energia e quindi con una modesta richiesta di potenza, poiché cerca di offrire una risposta alla crescente domanda di acqua in spazi, a disposizione delle apparecchiature, sempre più ridotti.

Nella figura 8.11 vengono mostrati tre scambiatori a gas ad accumulo rispettivamente di grande capacità (da sistemare a pavimento), di media capacità (150 litri) e piccola capacità (80 litri), con sistemazione pensile.

Si noti che i primi due apparecchi sono di tipo B (camera aperta), evidenziati dalla presenza, alla sommità dell'apparecchio, della scatola fumi con rompi-traggio (sono visibili le aperture verso l'ambiente).

Il terzo è di tipo C per impiego prettamente domestico; alla sua sommità, in



Fig. 8.11 Esempi di scaldabagni a gas ad accumulazione (Heizer Gas Srl, Milano).

luogo della scatola dei fumi, troviamo un involucro contenente l'elettroventilatore per l'estrazione dei gas combusti e adduzione dell'aria comburente.

8.8 Produzione di tipo indiretto

Potremo esprimerci con il termine di produzione ad accumulazione di tipo indiretto se l'acqua sanitaria da scaldare riceve calore da un fluido intermedio a sua volta in scambio termico con la sorgente primaria.

Le soluzioni attraverso cui si può realizzare una condizione di scambio come quella descritta sono molteplici.

Bollitori a intercapedine

I bollitori a intercapedine sono così definiti in quanto sono costituiti da un volume, contenente l'acqua sanitaria da riscaldare, che risulta completamente immerso in un secondo volume; nell'intercapedine tra i due contenitori viene fatta circolare dell'acqua che rappresenta il fluido intermedio di scambio, la quale è preventivamente riscaldata con un sistema esterno (usualmente una caldaia comunque alimentata).

Nella figura 8.12 viene mostrata schematicamente un'apparecchiatura del

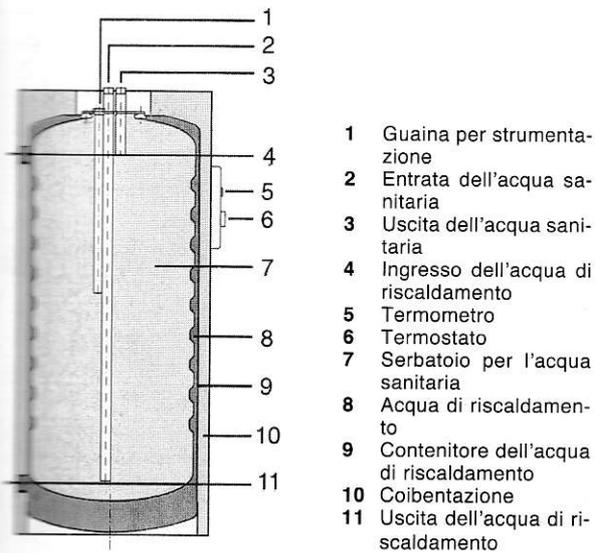


Fig. 8.12 Bollitore a intercapedine: schematizzazione.

tipo appena trattato.

Poiché nei bollitori a prevalente sviluppo verticale acquista importanza il fenomeno della stratificazione termica dell'acqua di impiego sanitario, per cui negli strati superiori troviamo acqua più calda di quella presente negli strati inferiori, i costruttori provvedono a sistemare, all'interno del volume, tubazioni che consentono di prelevare l'acqua, da erogare all'utenza, direttamente dalla parte superiore e immettere l'acqua fredda nella parte inferiore.

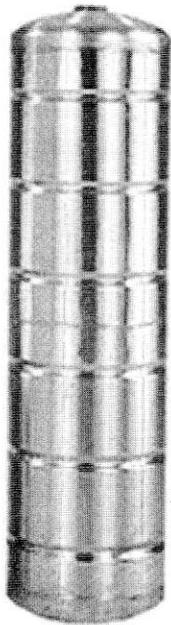


Fig. 8.13 Esempio di serbatoio sanitario in un bollitore a intercapedine (Sile Spa, Treviso).

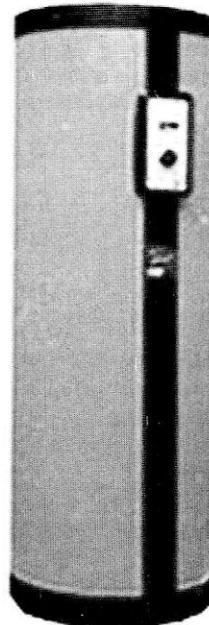


Fig. 8.14 Esempio di bollitore a intercapedine finito (Sile Spa, Treviso).

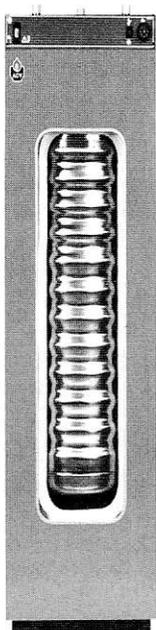


Fig. 8.15 Bollitore a intercapedine: sezionato (ACV Italia Srl, Ravenna).

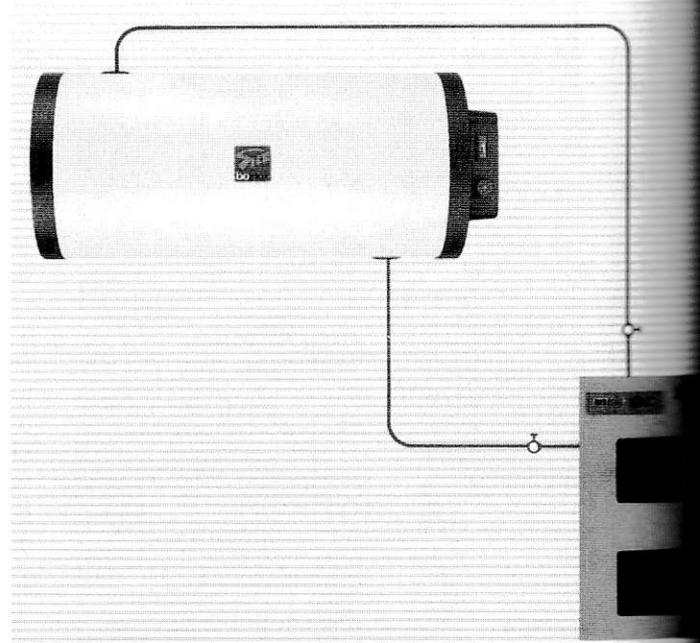


Fig. 8.16 Bollitore a intercapedine con circolazione naturale (Sile Spa, Treviso).

Per la stessa ragione la misura di temperatura viene effettuata in un punto termicamente baricentrico per disporre di una misura mediata sul volume.

Nei bollitori a intercapedine il riscaldamento dell'acqua sanitaria avviene in maniera "avvolgente"; questo aspetto contribuisce significativamente a ridurre il gradiente termico (stratificazione).

Il serbatoio interno costituisce il cuore del sistema, poiché deve resistere all'aggressione dell'acqua di prelievo, alle pressioni e alle continue variazioni di temperatura.

Per questo tipo di apparecchi i costruttori propongono realizzazioni in acciaio inox, mentre la particolare ondulazione dello scambiatore-accumulatore e la sua collocazione in sospensione consentono allo scambiatore di effettuare micro-dilatazioni e contrazioni per compensare le variazioni sia di pressione sia di temperatura; si veda la figura 8.13.

Questi micro-movimenti sono anche funzionali a impedire ai depositi calcarei di aderire stabilmente.

In questi apparecchi a grande superficie acquista particolare importanza l'isolamento termico; usualmente i costruttori impiegano un isolamento dell'involucro mediante schiuma di poliuretano ricorrendo eventualmente a coperchi

in polistirolo espanso stampato per i fondi superiore e inferiore, mentre l'insieme è racchiuso da una copertura in PVC; nella figura 8.14 si mostra il prodotto finito.

Per questi tipi di bollitori il mercato propone volumi di accumulo, che variano da 100 a 800 litri con potenze di scambio termico di 20 fino a 180 kW.

Nella figura 8.15 viene illustrato un interessante spaccato di un bollitore a intercapedine; risulta ben visibile la coibentazione che avvolge il contenitore esterno, al cui interno è sistemato il contenitore dell'acqua sanitaria.

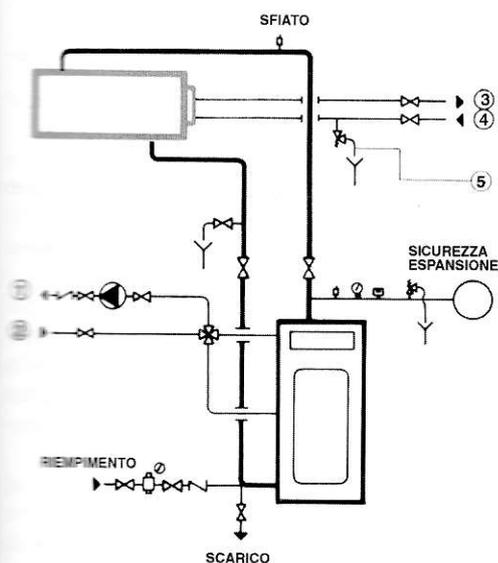
In questi apparecchi le perdite di carico per la circolazione dell'acqua del circuito primario sono particolarmente ridotte; sono idonei pertanto anche a funzionamenti con circolazione di primario naturale, non assistita da circolatore.

In questo caso, poiché la circolazione avviene per differenza di densità, al variare della temperatura nel circuito primario, è necessario potere disporre il bollitore in posizione sopraelevata rispetto alla caldaia; acquistano dunque particolare significato le realizzazioni di tipo pensile.

Nella figura 8.16 viene mostrato un esempio di realizzazione a circolazione naturale in cui è proposto un bollitore a prevalente sviluppo orizzontale; naturalmente in questi casi la capacità di scambio risulta ridotta rispetto a quella nominale con circolazione assistita.

Nella figura 8.17 viene illustrato uno schema di principio di una realizzazione a circolazione naturale in cui una caldaia alimenta l'impianto di riscaldamento mediante un circuito con valvola a quattro vie e circolatore di impianto; il bollitore disposto in posizione sopraelevata è alimentato per circolazione naturale.

Una particolare realizzazione dei bollitori a intercapedine orientata ad au-



- 1 Mandata dell'impianto di riscaldamento
- 2 Ritorno dell'impianto di riscaldamento
- 3 Mandata dell'acqua calda sanitaria
- 4 Ingresso dell'acqua fredda sanitaria
- 5 Valvola di sicurezza

Fig. 8.17 Schema di principio di impianto.

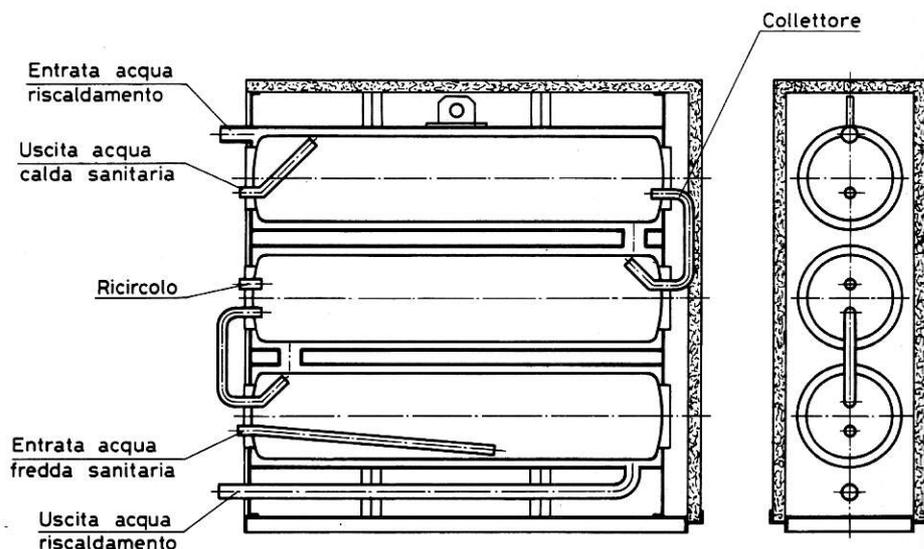


Fig. 8.18 Bollitore a intercapedine di tipo modulare.

mentare la potenza di scambio termico prevede una combinazione di tipo modulare; in tal modo l'intero volume di accumulo viene suddiviso in serbatoi di volume più piccolo, comunicanti tra loro, e contornati da un'unica intercapedine; si veda la figura 8.18.

L'aumentata superficie di scambio realizza un compromesso fra la notevole potenza di scambio istantaneo e il volume di accumulo.

La flessibilità del sistema è favorita dalla modularità, che consente di adeguare la capacità di accumulo alle esigenze del progetto.

Bollitori a serpentino

I bollitori a serpentino sono così definiti perché, all'interno del volume che contiene l'acqua sanitaria da riscaldare, sono immersi uno o più avvolgimenti in tubo d'acciaio, costituiti da un numero variabile di spire in funzione della superficie di scambio di cui si vuole dotare il bollitore.

In questa tipologia di bollitori l'acqua da riscaldare è contenuta all'interno del recipiente, mentre l'acqua del primario (fluido riscaldante) è fatta circolare all'interno del serpentino. Le perdite di carico associate sono maggiori di quelle connesse alla circolazione nell'intercapedine dei bollitori precedentemente trattati per cui la circolazione di primario nei bollitori a serpentino deve necessariamente essere assistita; è quindi esclusa quella naturale.

Da un punto di vista meccanico lo scambiatore a serpentino, rispetto al precedente a intercapedine, consente l'impiego di fluidi primari a maggiore pressione. Tale situazione può presentarsi, per esempio, nell'utilizzazione di acqua surriscaldata.

Si consideri infatti da un punto di vista qualitativo che i bollitori a interca-



- 1 Flangia di ispezione superiore
- 2 Attacco della sonda termometro
- 3 Anodo di magnesio
- 4 Attacco della sonda termostato
- 5 Attacco per eventuale installazione del gruppo elettrico
- 6 Calottina copriflangia
- 7 Flangia di ispezione laterale
- 8 Isolamento in poliuretano
- RC Attacco per linea di ricircolo
- M Mandata dell'impianto
- R Ritorno dell'impianto
- E Entrata del sanitario
- U Uscita dell'acqua calda

Fig. 8.19 Bollitore a serpentino: schematizzazione e prodotto finito (MerloniTermoSanitari Spa, Ancona).

pedine presentano pressioni di esercizio (lato primario) di 3-4 bar mentre nel lato secondario (acqua calda sanitaria) di 10 bar; viceversa gli scambiatori a serpentino offrono nel lato primario anche 20 bar e nel secondario 10 bar.

Da un punto di vista di scambio termico possiamo affermare che, raffrontan-

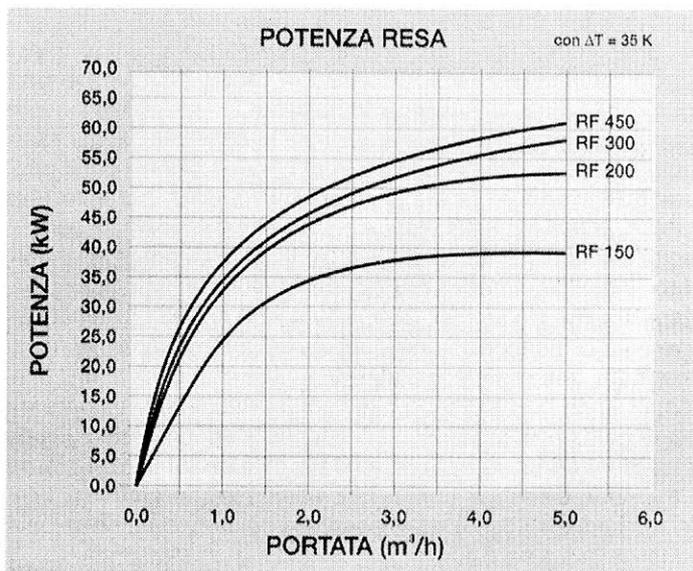


Fig. 8.20 Diagramma della potenza resa.

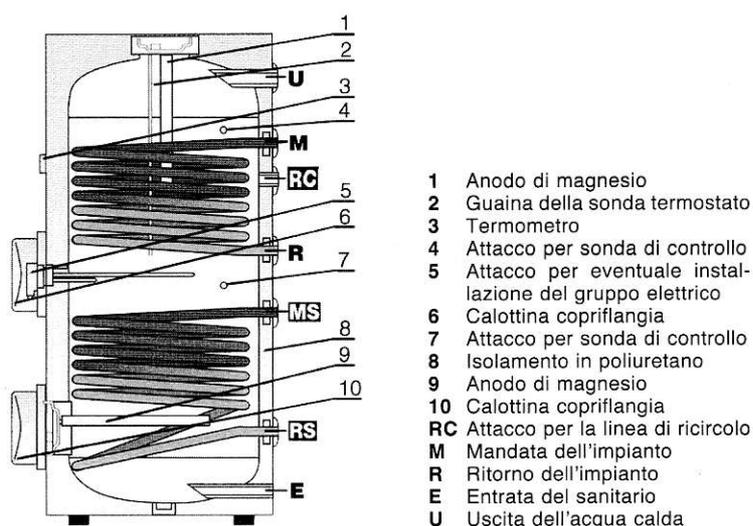


Fig. 8.21 Bollitore a doppio serpentino: schematizzazione e prodotto finito (MerloniTermoSanitari Spa, Ancona).

do i dati proposti dal mercato e ragionando a parità di volume di accumulo, i bollitori a serpentino e quelli a intercapedine sostanzialmente si equivalgono.

Nella figura 8.19 viene presentata una schematizzazione di scambiatori a serpentino previsti per una sistemazione a pavimento.

Si osservi come il costruttore abbia posto particolare attenzione nell'orientare una spira del serpentino verso il basso in modo da favorire una migliore uniformità di temperatura all'interno del bollitore.

La realizzazione del prodotto finito evidenzia la copertura di accesso alla flangia di ispezione utile per visionare lo stato di conservazione delle parti interne.

Nella figura 8.20 viene proposto un diagramma della potenza resa, ovvero della capacità di scambio, misurata con un differenziale di temperatura di ingresso-uscita del lato sanitario di 35 K, al variare della portata dell'acqua di riscaldamento (circuiti primario) per differenti modelli di bollitori con volumi di accumulo rispettivamente di 150, 200, 300 e 450 litri.

Questa tipologia di bollitori, come pure quelli a intercapedine, sono previsti per potere ospitare una resistenza elettrica.

In tale caso, quando non è disponibile l'acqua riscaldante di primario perché, per esempio, la caldaia di produzione è spenta (periodo estivo), la produzione di acqua calda sanitaria può essere affidata all'alimentazione elettrica; il bollitore diventa quindi, a tutti gli effetti, uno scaldabagno elettrico.

Una particolarità costruttiva è rappresentata dai bollitori a doppio serpentino, come illustrato nella figura 8.21.

L'impiego di bollitori a doppio serpentino è pensato per lo sfruttamento di fonti alternative, quali per esempio l'energia solare.



Fig. 8.22 Scambiatori a fascio tubiero (Sile Spa, Treviso).

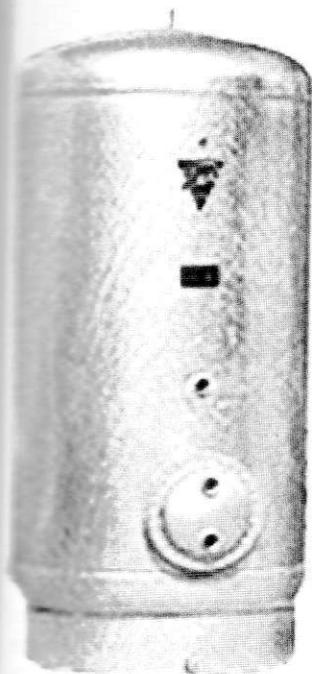


Fig. 8.23 Corpo bollitore (Sile Spa, Treviso).

In questo caso abbiamo due circuiti primari; in uno circola acqua riscaldata mediante i pannelli solari mentre nell'altro circola acqua riscaldata da un generatore convenzionale.

I dispositivi di controllo tendono a privilegiare l'uso del circuito riscaldata con energia solare e solamente quando questo si dimostra insufficiente, a causa di condizioni climatiche non favorevoli, provvede a inserire il circuito con alimentazione convenzionale.

Bollitori con scambiatore estraibile

Si tratta di bollitori caratterizzati da un'importante caratteristica costruttiva: la possibilità di estrarre lo scambiatore di calore dal corpo del bollitore in modo da consentire semplici e periodiche operazioni di pulizia delle superfici di scambio termico al fine di mantenerne elevata l'efficienza.

Si tratta di bollitori prevalentemente destinati a grandi volumi di accumulo; il mercato propone capacità fino a 5000 litri. L'involucro contenitore, date le dimensioni, è in acciaio zincato, mentre lo scambiatore è costituito da tubi di rame o acciaio inox, in un unico pezzo senza saldatura,

mandrinati in una piastra tubiera (fig. 8.22).

Nella figura 8.23 viene mostrato un bollitore con scambiatore estraibile: si può notare, in primo piano, il portello che permette l'inserimento dello scambiatore.

Sul portello vi sono i due attacchi per il circuito di primario; quello superiore

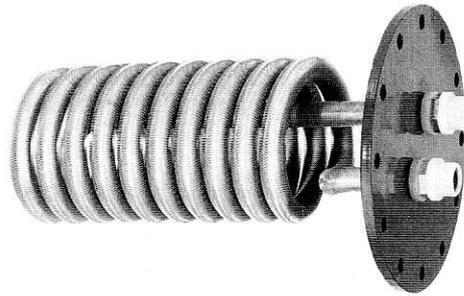


Fig. 8.24 Scambiatore spiroidale (Zani Srl, Rovigo).

è di mandata, quello inferiore è di ritorno.

Una realizzazione alternativa è rappresentata dagli scambiatori di tipo spiroidale realizzati in tubo alettato di rame stagnato; il tubo è reso solidale alla piastra flangiata per l'inserimento nel bollitore; si veda la figura 8.24.

Analogamente ai bollitori a serpentino fisso, anche quelli con scambiatore estraibile offrono la possibilità

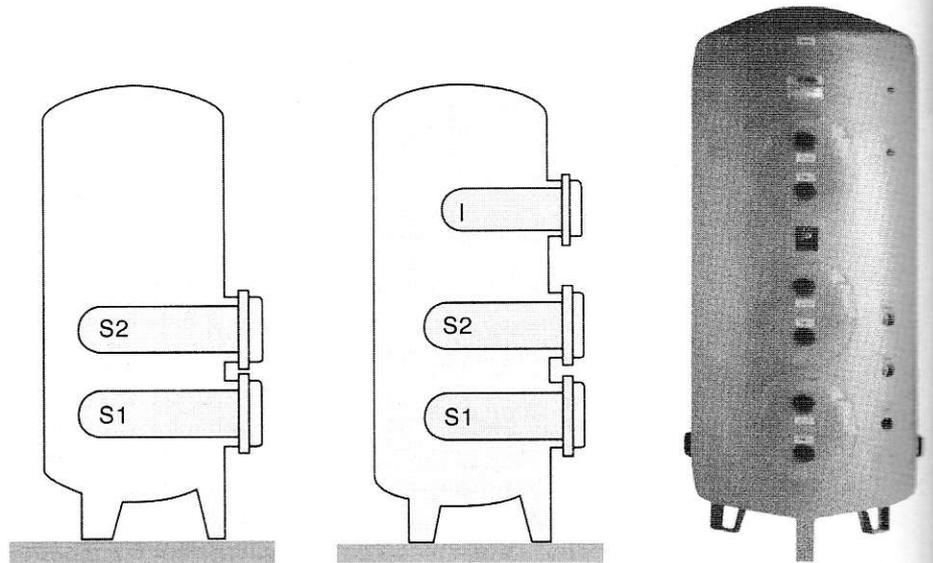


Fig. 8.25 Bollitori con due scambiatori "solari" ed eventuale integratore termico: schematizzazioni e prodotto finito (Zani Srl, Rovigo).

di utilizzare acqua calda di primario ottenuta con sistemi di riscaldamento solare ed eventualmente prevedere sistemi di integrazione termici quando la produzione solare non risulti sufficiente.

Nella figura 8.25 vengono illustrati due bollitori con doppio serpentino estraibile per alimentazione da acqua riscaldata mediante energia solare; il secondo bollitore presenta anche un terzo serpentino per alimentazione convenzionale con la funzione di integratore termico.