

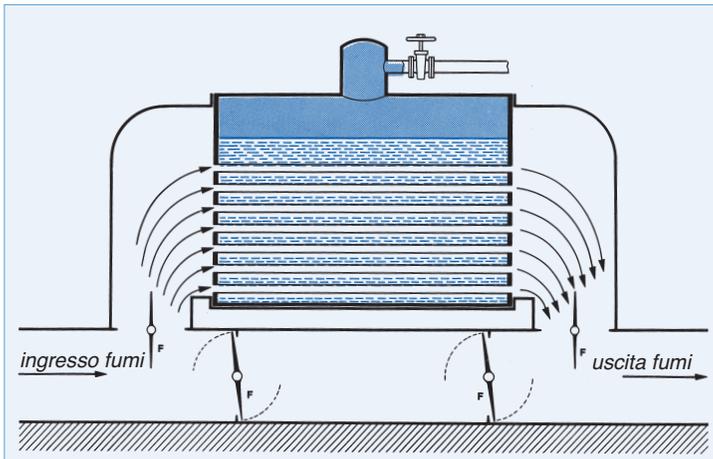


internamente dal mercurio liquido, il surriscaldatore dei vapori di mercurio ( $S_m$ ) e quello del vapor d'acqua ( $S_a$ ) nonché i due fasci economizzatori per il mercurio ( $E_m$ ) e per l'acqua ( $E_a$ ). Il vapore di mercurio sviluppatosi nei bollitori (B) passa nel surriscaldatore ( $S_m$ ) e viene convogliato poi alla turbina a mercurio ( $T_m$ ); lo scarico avviene entro uno scambiatore di calore ( $S_c$ ) ove i vapori di mercurio si condensano ad una pressione di circa 0,3 bar-a ( $t \cong 200^\circ\text{C}$ ) cedendo le calorie di condensazione all'acqua che circola entro i tubi dello scambiatore; quest'acqua vaporizza, si raccoglie nel collettore superiore (K), passa nel surriscaldatore ( $S_a$ ) e da questo alla seconda turbina ( $T_a$ ) entro la quale si espande fino alla normale pressione di scarico (0,05 ata) per poi fluire entro il condensatore (C) ove viene ricondotta, mediante raffreddamento allo stato liquido. Mentre il mercurio condensato passa nell'economizzatore ( $E_m$ ) per poi rientrare nei tubi bollitori (B) e ricominciare il ciclo, l'acqua proveniente dal condensatore (C) viene convogliata, tramite la pompa ( $P_a$ ) al suo economizzatore ( $E_a$ ) ove si preriscalda per poi essere ricondotta nello scambiatore di calore. Per maggior chiarezza di esposizione, nello schema citato abbiamo riprodotto in nero il circuito seguito dall'acqua (e dal suo vapore) ed in COLORE quello del mercurio; quest'ultimo, essendo un circuito chiuso, non richiede — almeno teoricamente — continue reintegrazioni di liquido, ma

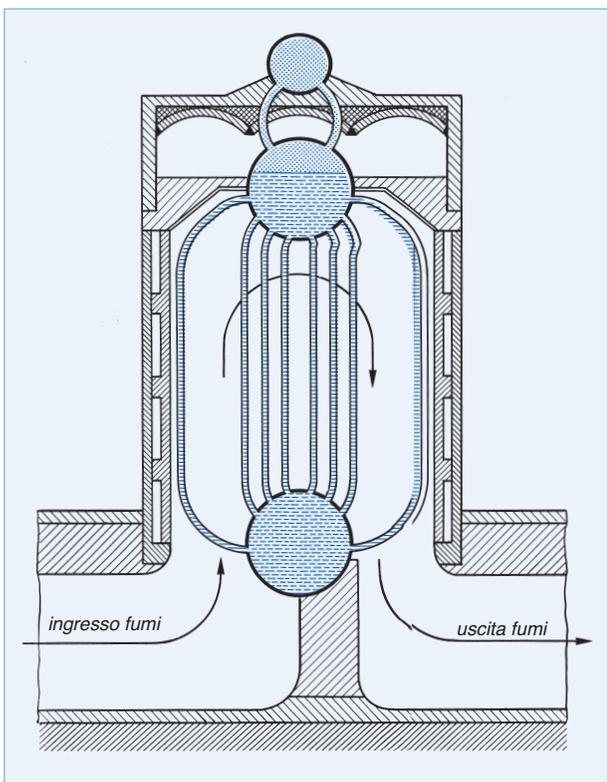
nella pratica, le piccole perdite attraverso giunzioni, manicotti, estrazioni ed organi di tenuta, richiedono un leggero apporto dall'esterno per mantenere costante la quantità di mercurio operante. L'impianto

risulta perciò costoso, richiede una assidua sorveglianza e può essere fonte di pericolo a causa della tossicità dei vapori di mercurio; queste considerazioni, opposte al non lieve aumento di rendimento, fanno sì che impianti di questo tipo siano raramente adottati.

Meritano un breve cenno anche le caldaie a recupero di calore, installate laddove si disponga di fumi ancora sufficientemente caldi che non potrebbero essere utilizzati in altro modo; queste caldaie (generalmente di dimensioni modeste) producono vapore saturo in quantità sufficiente per l'azionamento di meccanismi ausiliari (piccole turbine, macchine a vapore, cavallini a vapore ecc.) L'impiego di queste caldaie è comune nelle acciaierie, ove si sfrutta il calore residuo dei fumi uscenti dai forni, o negli impianti navali a motori diesel, utilizzando i gas di scarico che conservano ancora una temperatura intorno ai  $250 \div 300^\circ\text{C}$  sufficiente a produrre vapore a bassa pressione ( $3 \div 4$  bar). Lo schema di una caldaia a recupero non si discosta sensibilmente da quelli descritti in precedenza; esistono caldaie di questo tipo con tubi disposti orizzontalmente (FIGURA 2) a somiglianza delle caldaie a ritorno di fiam-



2 Caldaia a recupero di calore con tubi orizzontali (schema)

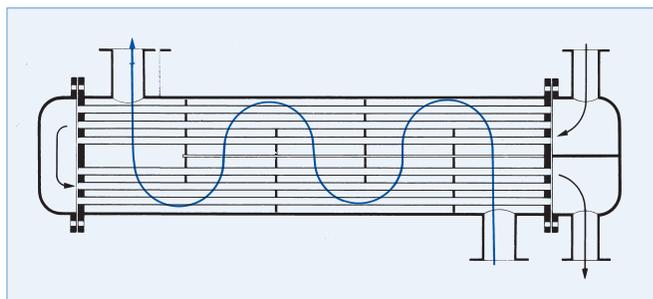


3 Caldaia a recupero di calore con tubi verticali

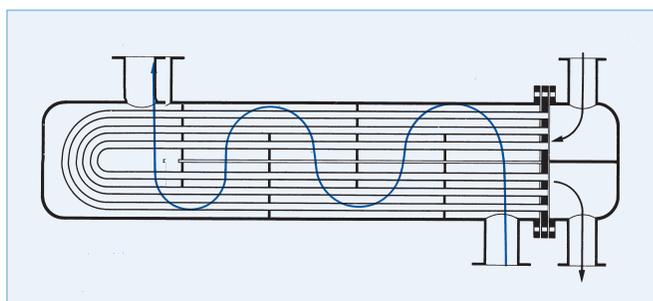
ma, ed altre con due (o più) collettori congiunti da una serie di tubi d'acqua più o meno verticali (FIGURA 3); un opportuno sistema di valvole a farfalla permette di convogliare i fumi entro la caldaia, o di escludere la stessa dal loro percorso, scaricando direttamente all'atmosfera quando lo si ritenga necessario.

Ricordiamo infine gli **scambiatori di calore**, di cui abbiamo già parlato al capitolo 15, che pur non appartenendo alla categoria delle caldaie vere e proprie, ne sfruttano i principi fondamentali, per trasmettere il calore da un fluido ad un altro; essi sono generalmente costituiti da un corpo cilindrico allungato (mantello) e da un fascio di tubi di piccolo diametro disposti longitudinalmente. Il tipo più comune è quello **a piastre fisse** (FIGURA 4), in cui i tubi sono mandrinati alle due piastre, ricoperte a loro volta da due calotte, una delle quali porta un diaframma separatore che obbliga il fluido a percorrere metà del fascio tubiere in un senso e l'altra metà in senso opposto. In questi scambiatori la pulizia esterna dei tubi è difficoltosa per cui è bene impiegarli solo con fluidi che non diano luogo a depositi o incrostazioni; un altro inconveniente è rappresentato dalla diversità di dilatazioni che si manifesta fra tubi interni e mantello esterno, diversità che può produrre pericolose deformazioni e talvolta il distacco dei tubi dalle piastre. Negli scambiatori **a tubi piegati** (FIGURA 5) non vi sono preoccupazioni per le dilatazioni dei tubi in quanto essi sono ripiegati a forma di «U» e mandrinati sulla stessa piastra tubiera, in modo che il fluido, una volta penetrato in essi, li

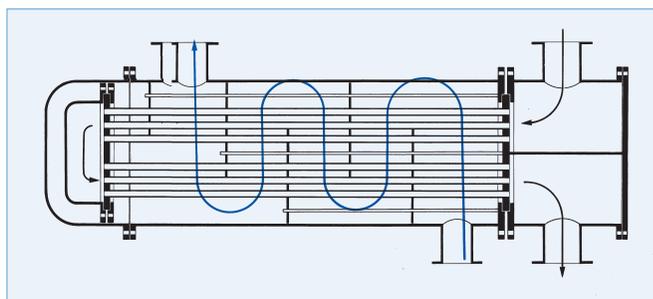
percorre fino allo sbocco; la pulizia esterna dei tubi non presenta alcuna difficoltà, poiché tutto il fascio tubiere è facilmente estraibile, ma in compenso risulta difficoltosa la pulizia interna che può essere effettuata con scovoli metallici fino all'inizio del tratto curvo e non oltre. **Nell'uno e nell'altro tipo, figurano alcuni diaframmi interni posti normalmente ai tubi, in modo che il fluido riscaldante sia costretto a compiere un percorso sinuoso investendo più volte il fascio tubiere e facilitando così la trasmissione del calore;** i diaframmi inoltre hanno un'efficace azione di irrigidimento dell'intero complesso. Più complessi sono gli scambiatori **a testa flottante** (FIGURA 9.6) dotati di una piastra tubiera fissa e di una mobile entro la calotta terminale, in modo da consentire la più assoluta libertà di dilatazione; è questa la soluzione migliore — anche se la più costosa — poiché al pregio già descritto accoppia la facilità di pulizia interna ed esterna in quanto il fascio tubiere è composto da tubi diritti ed è facilmente estraibile. Per quanto concerne i fluidi, quello riscaldato è di varia natura, mentre quello riscaldante è generalmente costituito da prodotti della combustione, acqua calda o vapore d'acqua; quest'ultimo caso è il più frequente e merita qualche precisazione. Il vapore impiegato è quasi sempre saturo umido a pressione relativamente bassa e nell'attraversamento dello scambiatore deve cedere tutte le calorie di condensazione di cui dispone; in altre parole esso deve uscire dall'apparecchio ridotto allo stato liquido. A tale scopo lo



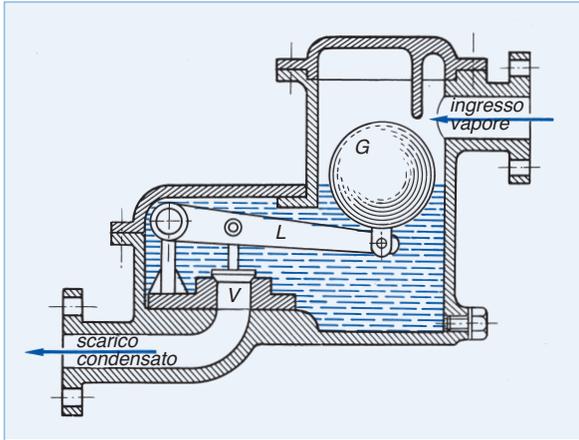
4 Scambiatore di calore a fascio tubiero (schema)



5 Scambiatore di calore a tubi piegati (schema)



6 Scambiatore di calore a testa flottante (schema)



7 Scaricatore di condensa a galleggiante

scambiatore è corredato da uno *scaricatore di condensa* installato alla bocca di uscita che consente l'efflusso del fluido solo quando questo ha assunto lo stato liquido, mentre lo impedisce fino a che esso mantiene lo stato aeriforme.

In FIGURA 7 è illustrato uno scambiatore di condensa a galleggiante: la valvola (V) di scarico è azionata tramite una leva (L) dal galleggiante (G); è chiaro che in assenza di liquido entro lo scambiatore, il galleggiante non è soggetto ad alcuna spinta ascendente, per cui, mantiene la valvola chiusa per effetto del proprio peso, favorito in questa azione dalla pressione esistente nell'interno del recipiente; quando il vapore si condensa, l'interno della scatola si riempie di liquido ed il galleggiante viene spinto verso l'alto aprendo la valvola di scarico e lasciando defluire il condensato fino a che,

raggiunto il minimo livello, la valvola si chiude nuovamente e l'efflusso si interrompe.