

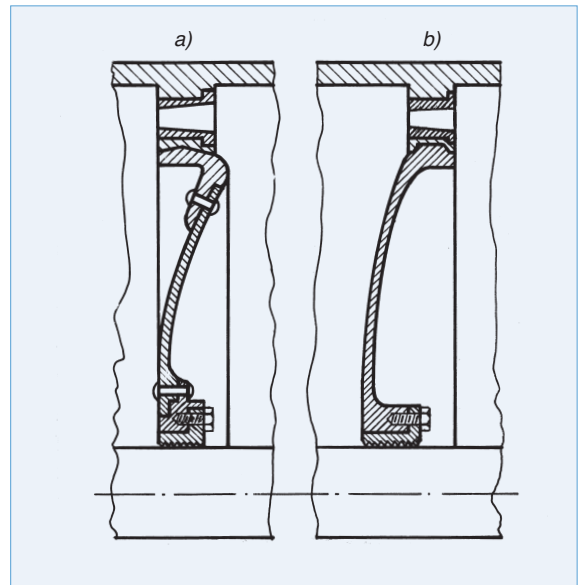
Particolari costruttivi delle turbine a vapore

L'involucro delle turbine viene costruito in due metà, secondo un piano assiale orizzontale, denominate rispettivamente **cassa** e **coperchio**; un bordo flangiato consente l'unione delle due parti a mezzo di una serie di perni (passanti o prigionieri) e bulloni.

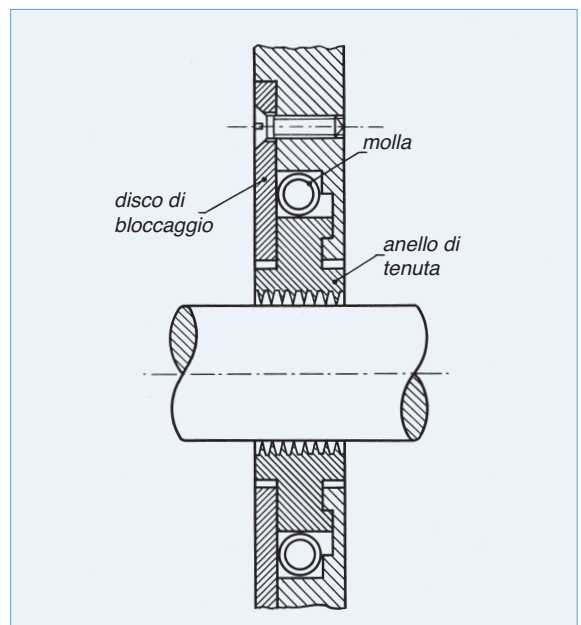
Le facce delle due flange che devono venire a contatto vanno accuratamente spianate e levigate in modo da consentire una tenuta perfetta senza l'interposizione di guarnizioni, salvo un leggero strato di mastice a rapido essiccamento.

Per macchine di notevoli dimensioni, sia la cassa che il coperchio possono essere realizzate anche in più pezzi, uniti insieme con flange disposte in piani verticali. Il materiale impiegato è in genere la ghisa o, per alte pressioni, l'acciaio. L'accoppiamento viene reso possibile da opportuni perni di centraggio fissi alla cassa che penetrano nei rispettivi fori calibrati praticati nella flangia dell'involucro.

I diaframmi che separano le varie camere nelle turbine a salti di pressione, assumono spesso una caratteristica forma bombata per essere più adatti a sopportare la differenza di pressione fra le due camere (FIGURA 1). Nelle piccole turbine essi constano di un unico pezzo, mentre nelle macchine di grandi dimensioni possono essere formati da tre pezzi uniti fra loro con bulloni; la parte che dovrà permettere il passaggio e la rotazione dell'albero viene corredata da una « tenuta » a denti anulari, in modo che il vapore sia costretto a laminarsi più volte prima di defluire nella camera adiacente, perdendo così gran parte della sua energia di pressione. La moderna tendenza costruttiva prevede anche la costruzione dei diaframmi in due metà, una fissata alla cassa e l'altra al coperchio in modo che, a giunzione effettuata, sia garantita la continuità dell'insieme. Gli **organi di tenuta** inseriti nei diaframmi separatori sono generalmente applicati a quest'ultimi, collocandoli in un apposito alloggiamento (FIGURA 2) nel quale vengono poi bloccati con una piastra di fissaggio e un complesso di bulloni per consentire lo smontaggio e l'eventuale sostituzione; numerose sono le forme conferite agli anelli a seconda

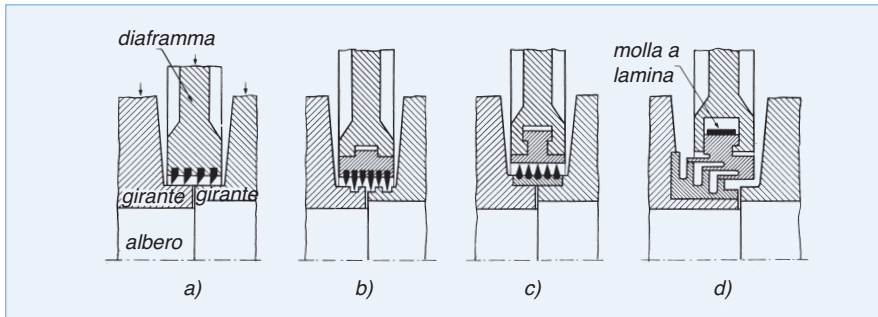


1 Diaframmi separatori per turbine a salti di pressione.

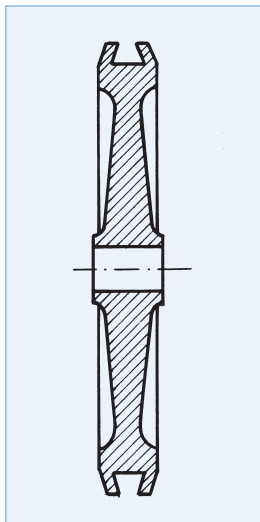


2 Organo di tenuta per diaframmi intermedi.

del tipo di motrice e dell'entità del salto di pressione esistente fra le due camere; nella FIGURA 3 sono riportati alcuni esempi scelti fra i più significativi.



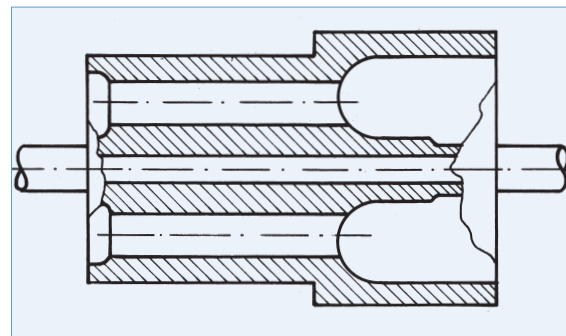
3 Tipi di tenute per diaframmi intermedi



4 Girante a disco (schema)

altissima resistenza per sopportare le enormi sollecitazioni conseguenti alla forza centrifuga. Alla periferia esse presentano un solco (la cui conformazione varia a seconda dei casi) nel quale vengono impegnati i *codoli* delle singole palette che nel loro insieme costituiscono i condotti mobili.

I **tamburi** delle turbine a reazione, si costruiscono anch'essi in acciaio fucinato

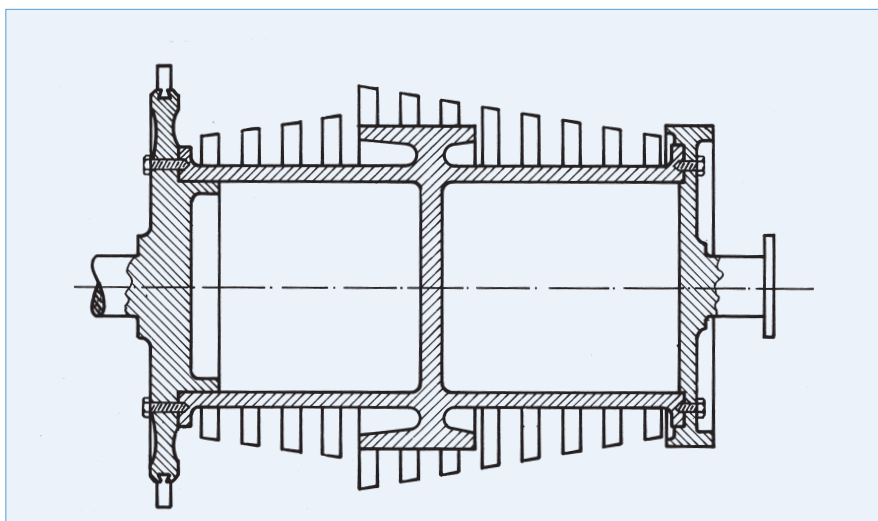


5 Tamburo a reazione (schema)

Le giranti a dischi (FIGURA 4) nelle moderne costruzioni sono in un sol pezzo; il materiale impiegato è quasi sempre l'acciaio fucinato con un carico di rottura non inferiore a 800 N/mm². Talvolta, per velocità di rotazione molto alte (superiori ai 200 m/s), si ricorre agli acciai speciali, al nichel o al nichel-cromo ad

carico di rottura intorno a 600 N/mm²) e, per piccole macchine, in un sol pezzo con il relativo albero (FIGURA 5). Nel caso di turbine di dimensioni notevoli, i tamburi sono cavi, con due spezzoni di albero riportati alle due estremità e fissati per mezzo di corone bullonate (FIGURA 6).

Il distributore delle turbine ad azione è formato da un unico pezzo, fuso in acciaio, o più raramente in ghisa, in cui sono praticate delle finestrate per l'imbocco e il fissaggio degli ugelli; questi hanno in genere una sagoma convergente-divergente (De Laval) con sezione rettangolare che, in corrispondenza all'area contratta, diventa quadrata. La loro lavorazione deve essere ovviamente accuratissima per ottenere una superficie interna più liscia possibile onde ridurre gli attriti. La stessa precauzione è riservata



6 Tamburo a reazione in più pezzi (schema)

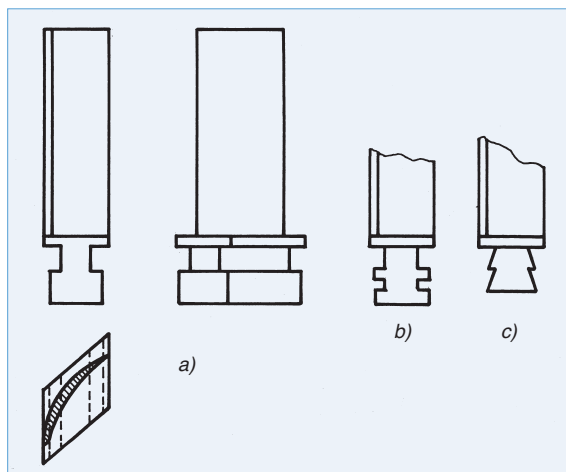
vata alle **palette** delle giranti; esse, nella parte inferiore, presentano un codolo la cui forma può variare dalla coda di rondine, a un «T» rovescio, o infine a un profilo speciale seghettato (FIGURA 7). Per le operazioni di montaggio, i codoli vengono

impegnati in una scanalatura praticata alla periferia delle giranti, che presenta lateralmente una piccola apertura; poi vengono fatti scorrere circonferenzialmente in modo da completare tutta la palettatura dopodiché l'apertura viene occlusa con un tassello. Fra una paletta e la seguente è inserito un **distanziatore** per conferire la voluta larghezza al canale; in alcuni tipi di macchine, ogni paletta è costruita di pezzo con il relativo distanziatore il che rende più rapido il montaggio anche se diventa più costosa la lavorazione.

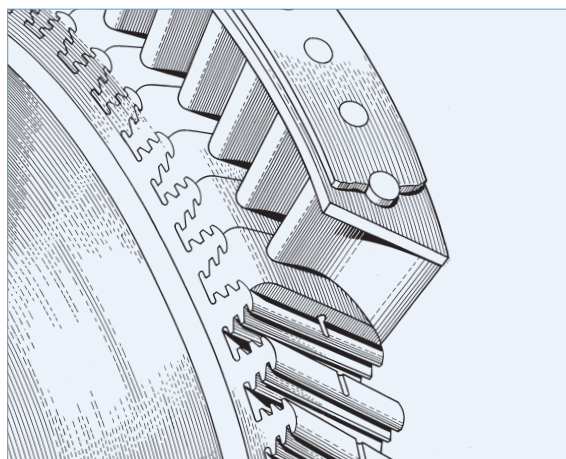
Un diverso criterio costruttivo prevede codoli sagomati, in modo da poter essere introdotti in senso assiale negli alloggiamenti praticati lungo la circonferenza della girante; il bloccaggio delle singole palette è assicurato da una chiavetta trasversale come illustrato nella FIGURA 8 in cui si nota la presenza del nastro metallico posto sulla sommità delle palette per conferire maggior robustezza e indeformabilità all'insieme. Il materiale impiegato per la costruzione delle palette deve resistere bene alle forti sollecitazioni dinamiche, alle sollecitazioni termiche, e all'azione erosiva e ossidante operata dal vapore, contrariamente a quello dei distanziatori che in genere è più scadente. Per velocità periferiche modeste, venne usato dapprima il normale ottone, mentre di recente si è preferito impiegare leghe speciali come bronzi al manganese e bronzi d'alluminio; molto spesso si riveste il bordo d'entrata delle palette con un tassello di stellite **1**, specialmente nelle giranti investite dal vapore ad alta temperatura.

Qualche considerazione a parte meritano gli organi di tenuta necessari per impedire il trafileamento di vapore all'esterno (in corrispondenza alla testata anteriore) o, peggio ancora, le eventuali rientrate di aria (presso la testata posteriore) che potrebbero alterare il valore della pressione di scarico; si provvede a eliminare l'inconveniente inserendo nelle due testate delle opportune **scatole di tenuta** di tipo metallico rigido (tenute a labirinti) o di tipo elastico (tenute ad anelli di carbone) o infine di tipo idraulico (tenute idrauliche). Le **tenute a labirinti** (FIGURA 9) sfruttano l'ormai noto principio di costringere il vapore a laminarsi più volte (perdendo così progressivamente di pressione) nel passaggio attraverso varchi piccolissimi ricavati fra l'albero e una serie di anelli fissi alla cassa, il cui bordo sfiora la superficie rotante; anche in questo caso, come nelle tenute dei diaframmi, i profili adottati sono numerosi, alcuni dei quali sono schematizzati in FIGURA 10 (a pagina seguente).

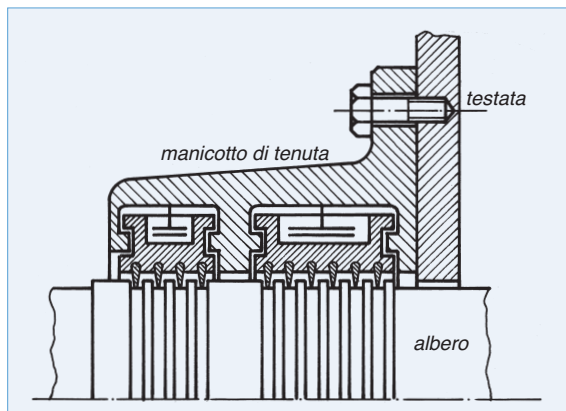
Le **tenute ad anelli di carbone** (FIGURA 11 a pagina seguente) prevedono una serie di anelli che, suddivisi inizialmente in due o tre settori, vengono montati in modo da abbracciare l'albero e mantenuti a leggero contatto mediante un sistema di molle che li avvolgono, adagiandosi in una scanalatura praticata nella loro superficie esterna; ne deriva una leggera resistenza di attrito, ma la natura stessa del materiale impedisce qualsiasi conseguenza dannosa. Interessante è anche la



7 Varie forme di codoli per palette



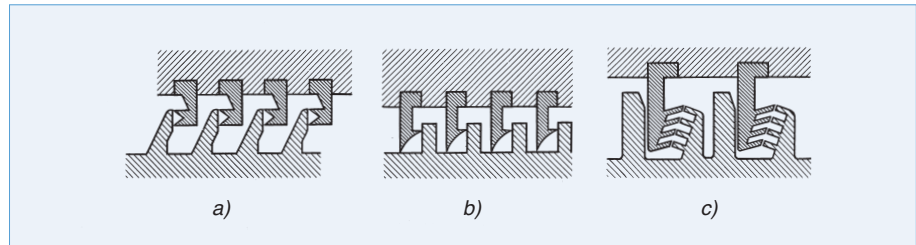
8 Palette inserite normalmente al piano della girante



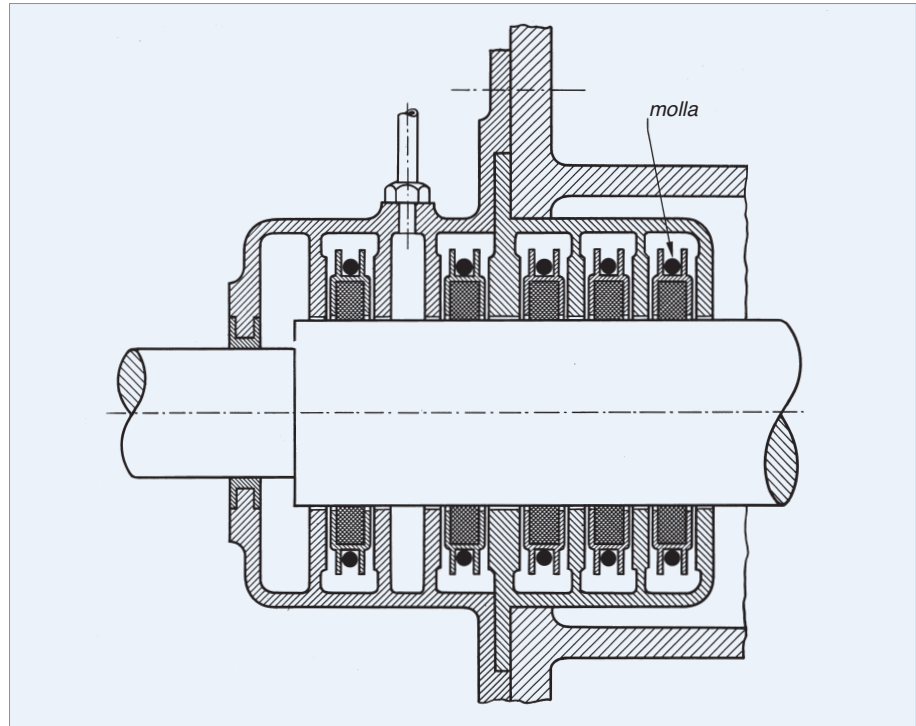
9 Tenuta a labirinto (schema)

1 Nome commerciale di una lega cobalto-cromo che ha un'alta durezza (resistenza all'usura), e ottima resistenza alle alte temperature e alla corrosione.

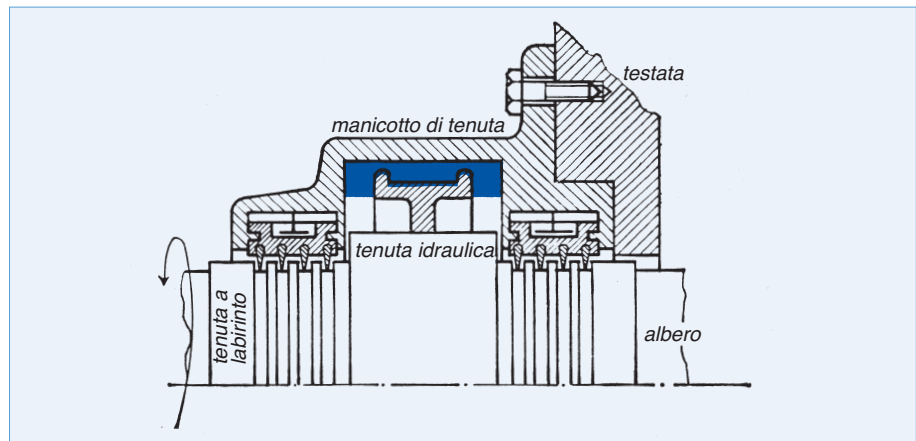
10 Tipi di anelli per tenuta a labirinto



11 Tenute ad anelli di carbone (schema)



12 Tenuta idraulica (schema)



soluzione offerta dalle **tenute idrauliche** (FIGURA 12) costituite da una cassa piena d'acqua; questa viene trascinato in rotazione da un disco e spinto verso la periferia formando un tampone liquido che impedisce il passaggio del vapore; tale sistema presenta però l'inconveniente di non realizzare alcuna tenuta quando la turbina è ferma o ruota lentamente in fase di pre-avviamento e richiede inoltre periodiche somministrazioni di liquido per compensarne la parte evaporata. La tenuta idraulica dovrà quindi essere sempre associata a una comune tenuta a labirinti anche se di grandezza minore del consueto.