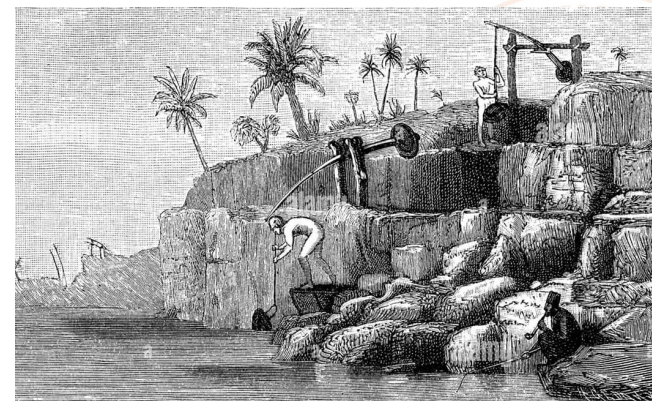
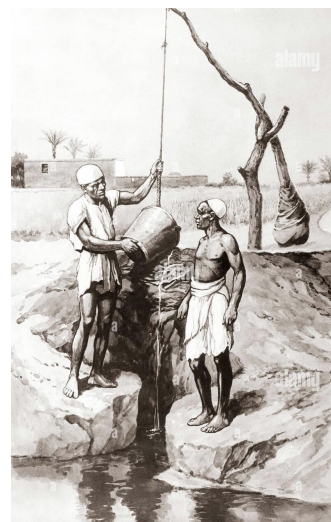




Corso di formazione
RISCHIO IDROGEOLOGICO E IDROLOGICO

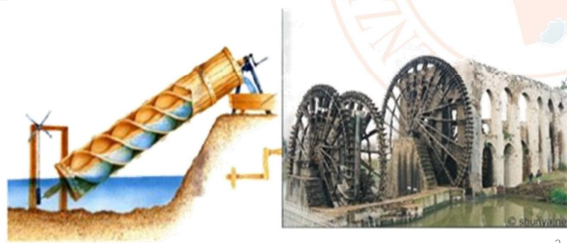
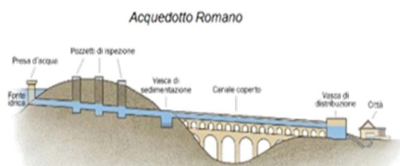
POMPE (Generale)

Giuseppe Bolzoni
Emergency Manager

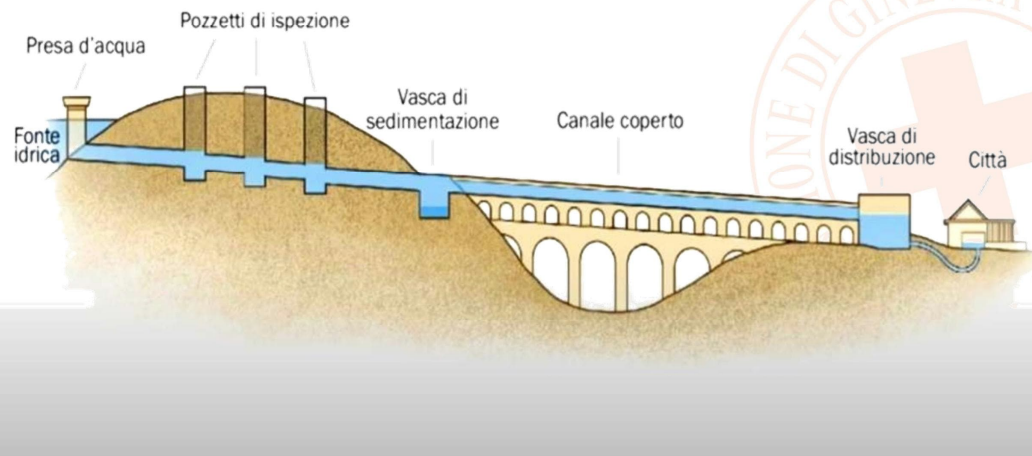


Sistema di irrigazione dell'antico Egitto

Sviluppo dei sistemi di prelievo e trasporto dell'acqua nella storia



Un acquedotto romano funzionava per gravità sfruttando una leggera pendenza dal prelievo all'utilizzo quindi senza l'utilizzo di pompe





L'uso del mulino ad acqua, attestato in Europa fin da tempi molto antichi (è descritto nel Trattato d'architettura di Vitruvio), è antecedente all'utilizzo del mulino a vento.

Un ulteriore sviluppo è avvenuto alla fine della schiavitù a partire dal IX secolo: l'utilizzo dell'energia idraulica al posto di quella animale o umana permise un aumento della produttività senza precedenti nell'antichità.

5



Esistono diversi tipi di pompe, ognuna delle quali utilizza un principio di funzionamento specifico per generare il flusso desiderato. Alcuni esempi comuni di pompe includono le pompe centrifughe, le pompe ad ingranaggi, le pompe a pistoni, le pompe peristaltiche e le pompe ad aria compressa. Le pompe sono utilizzate in una vasta gamma di applicazioni, dall'approvvigionamento idrico domestico all'industria chimica e petrolifera, all'agricoltura e all'ingegneria dei processi.

7

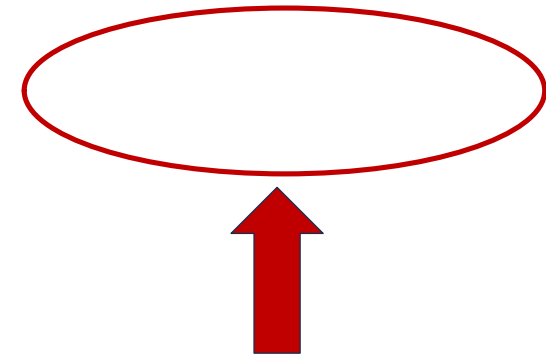
Definizione di una pompa

Una pompa è un dispositivo meccanico progettato per trasferire liquidi o gas da un punto a un altro attraverso l'applicazione di energia meccanica.

Per pompa si intende normalmente un dispositivo usato per spostare liquidi, mentre un dispositivo destinato allo spostamento di fluidi gassosi viene definito compressore.



6



Pompe volumetriche

Il mulino olandese sfrutta la forza del vento per creare un processo meccanico che può servire a lavorare tanti tipi di materiali come: cereali, malto, olive, ecc., ma in origine, la funzione più importante era quella di pompare acqua dal terreno e re-immeterla nei fiumi per ottenere del terreno coltivabile. Un mulino classico ha 4 vele verticali che girano grazie alla forza del vento, il loro movimento attiva una serie di ingranaggi che, a loro volta, fanno muovere le pompe.

Un mulino olandese può innalzare l'acqua, al massimo, di un metro. Per innalzarla a livelli superiori, si utilizzavano diversi mulini in serie come da figura.



9

Pompe volumetriche rotative

Noria

La noria è una ruota idraulica che ha la funzione di sollevare acqua sfruttando la corrente di un corso idrico. Il nome è spagnolo, a sua volta derivato dall'arabo.

È costituita da una grande ruota, del diametro di alcuni metri, pescante con la parte inferiore in un fiume o canale.



Noria di Hama in Siria alta 20 metri

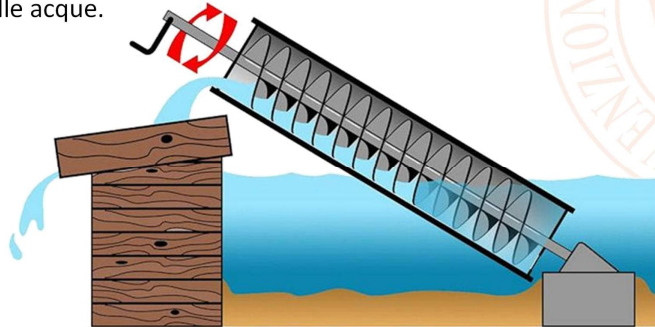
11

Pompe volumetriche rotative

Pompa a vite di Archimede

Le pompe volumetriche rotative si chiamano così perché sono azionate da elementi rotatori. Fanno parte di questo gruppo la vite di Archimede, le pompe a ingranaggi e quelle peristaltiche. Questo tipo di pompa sposta quantità costanti di liquido ad ogni rotazione. Si usa per basse prevalenze ed alte portate.

È oggi utilizzata come idrovora e come mezzo di sollevamento negli impianti di depurazione delle acque.

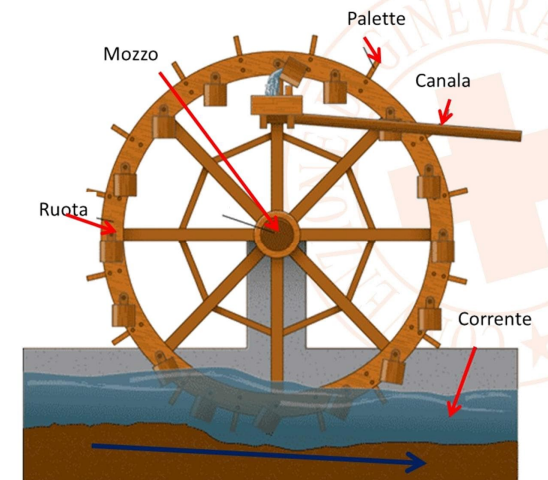


10

Sulla ruota di una noria sono montate delle pale per mezzo delle quali la noria è messa in rotazione dalla corrente d'acqua, e dei secchi o tazze che si riempiono d'acqua.

Quando i secchi giungono nella parte superiore della ruota svuotano il loro contenuto in una vasca di raccolta o in un canale di distribuzione.

L'origine della noria sembra essere collocabile in Mesopotamia in un periodo databile intorno al 200 A.C. ed è stata molto diffusa e migliorata nel mondo islamico dagli ingegneri meccanici.



12

POMPE VOLUMETRICHE O A DISLOCAMENTO POSITIVO

Le pompe volumetriche sfruttano la variazione di volume all'interno di una camera per creare aspirazione e spinta di un fluido. Il fluido viene prima aspirato nella camera, creando una depressione nella medesima, e quindi espulso dalla camera, aumentando la pressione all'interno della medesima.

Per fare un esempio, il cuore dei mammiferi è una pompa volumetrica.

Le pompe volumetriche spostano volumi di liquido costanti per ogni ciclo di funzionamento, dato che la camera ha un volume massimo definito e invariabile.

Un ciclo di funzionamento corrisponde ad una rotazione completa (360°) dell'albero di trasmissione.

Il volume pompato per unità di tempo (l/min o gpm) è indipendente dalla pressione del fluido, mentre è direttamente proporzionale alla velocità della pompa (numero di rpm).

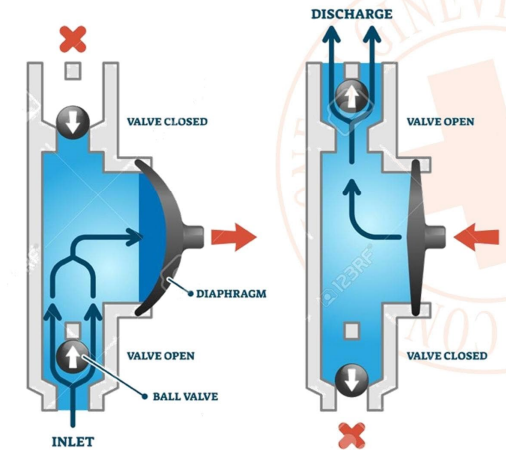
Le pompe volumetriche si dividono in due sottogruppi: pompe rotative e pompe alternative.

13

Pompe volumetriche

Pompe a diaframma o membrana, una variazione sullo stesso principio della pompa a stantuffo. In questo tipo di pompa, una membrana flessibile viene fatta oscillare avanti e indietro, creando un'azione di aspirazione e di espulsione del fluido. Le pompe a membrana sono spesso utilizzate in applicazioni in cui è necessario evitare la contaminazione del fluido. In questo caso il fluido non viene mai a contatto con organi in movimento ma solo con la membrana.

DIAPHRAGM PUMP



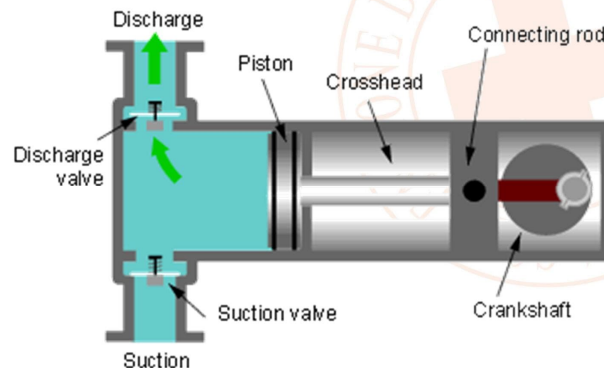
15

Pompe volumetriche

Le pompe di tipo volumetrico sfruttano la variazione di volume o lo spostamento di una camera per provocare un'aspirazione o una spinta sul fluido.

I principali tipi sono:

Pompe a stantuffo, in cui la variazione di volume è ottenuta con lo scorrimento alternato di un pistone in un cilindro. Queste pompe utilizzano un pistone all'interno di un cilindro per spingere il fluido. Il movimento alternativo del pistone crea un'azione di aspirazione e di espulsione del fluido.

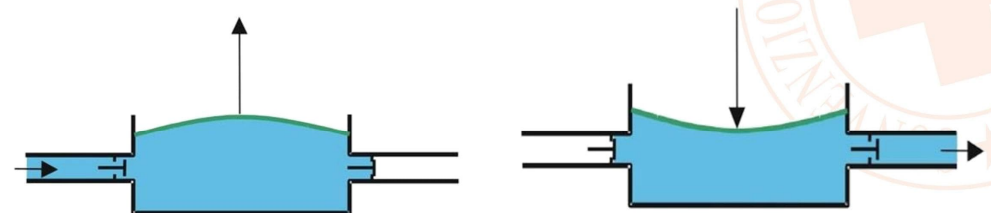


14

Pompe a diaframma o a membrana

Sono pompe dosatrici di quantità relativamente piccole di soluzioni.

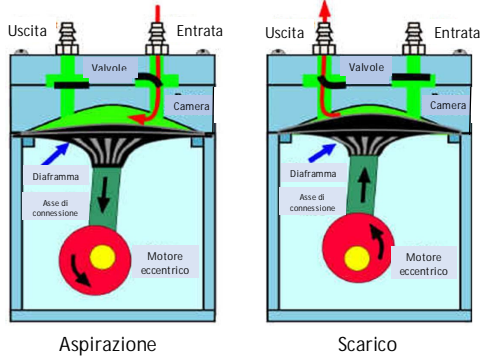
Sono le pompe che utilizziamo sugli impianti per dosare i reagenti che si usano per potabilizzare l'acqua. In genere hanno una bassa prevalenza (da 5 a 10 bar) e una altezza massima di aspirazione di 1.5 - 2 metri per cui si rende necessario posizionare la pompa appena sopra il contenitore con la soluzione da dosare.



16

Pompe a diaframma o a membrana

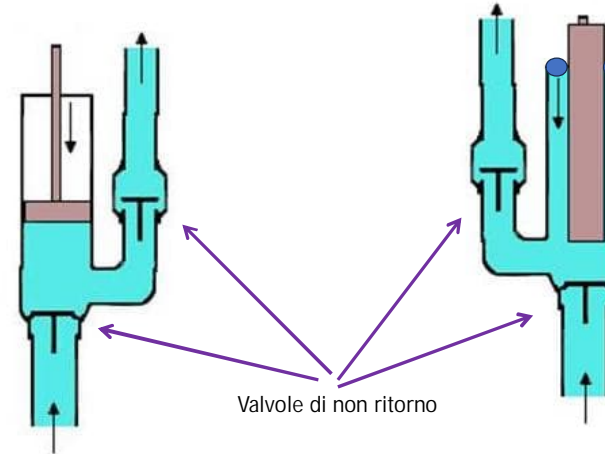
Nella pompa a diaframma la variazione di volume è data dall'oscillazione di una membrana che chiude un lato di una camera. Il vantaggio di questa soluzione è l'assoluta impermeabilità ottenuta con l'eliminazione dello scorrimento tra parti. Non vi è contatto tra i liquidi da dosare e parti meccaniche in movimento. La membrana evita il contatto di liquidi corrosivi con il pistone.



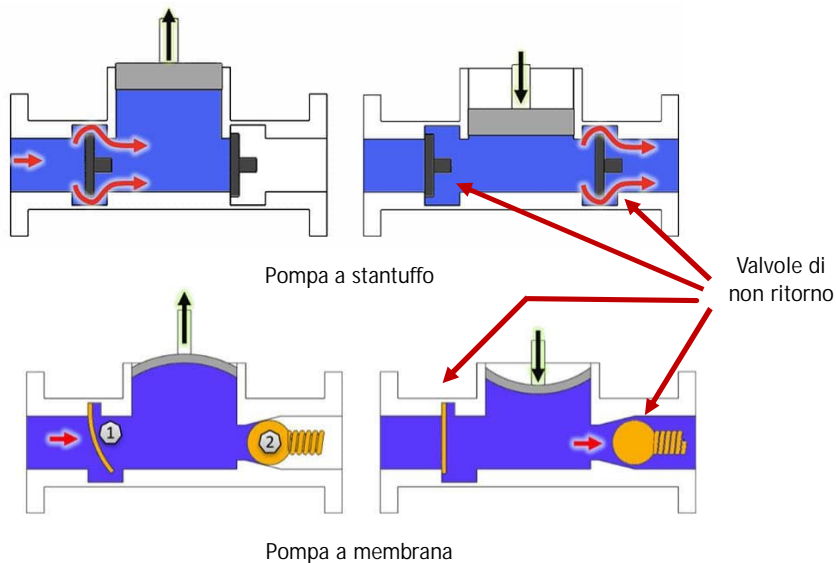
17

Pompa a pistone

Pompa a stantuffo



19



18

Pompe volumetriche

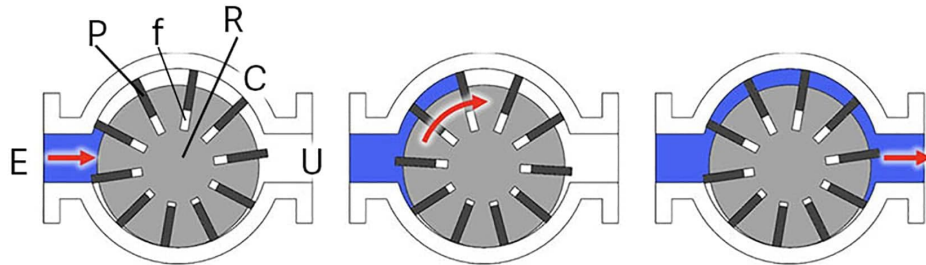
Pompe a ingranaggi, dove è sfruttata la variazione di volume causata dall'ingranamento dei denti di due ingranaggi. Funzionano attraverso il movimento rotatorio di due o più ingranaggi all'interno di una camera di pompaggio. Le pompe a ingranaggi sono costituite da due ingranaggi, un motore (o azionatore) e un condotto (o guidato), che ruotano all'interno di una carcassa. Durante la rotazione, i denti degli ingranaggi si ingranano tra loro, creando camere di dimensioni variabili che aspirano il fluido dalla parte di aspirazione e lo spingono verso la parte di scarico.



20

Pompe volumetriche

Pompe a camera variabile, a lobi o palette, ed a vite eccentrica. Queste pompe utilizzano lobi o ingranaggi all'interno di una camera per spingere il fluido attraverso la pompa. Il movimento rotatorio dei lobi o degli ingranaggi crea un'azione di aspirazione ed espulsione del fluido.

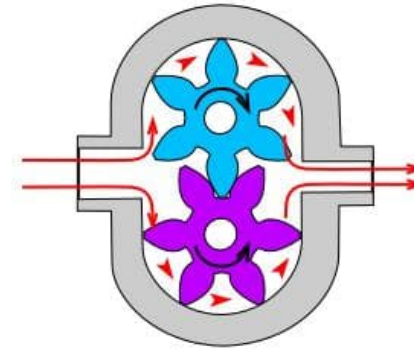


21

Pompe volumetriche

Pompe ad ingranaggi

Le pompe di tipo volumetrico sfruttano la variazione di volume o lo spostamento di una camera per provocare un'aspirazione o una spinta sul fluido. Queste pompe si utilizzano per liquidi particolarmente viscosi o gel.



23

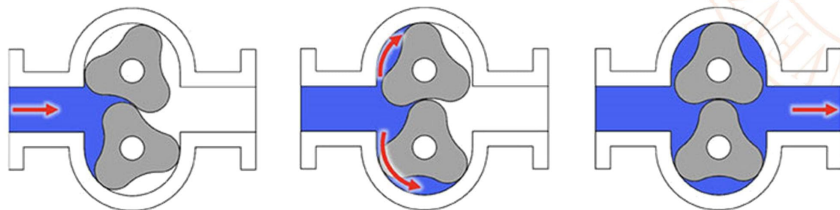
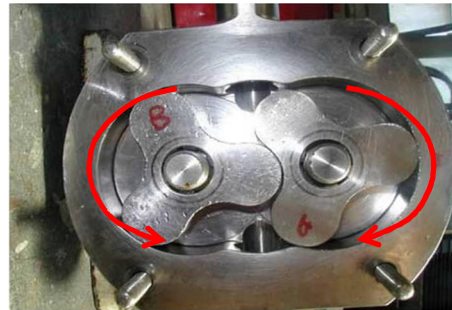
Pompa volumetriche

Pompe a lobi

Le pompe a lobi sono costituite da una camera sagomata, al cui interno ruotano su assi paralleli ed in modo sincrono due rotori a lobi.

Nella rotazione i lobi muovono il fluido dalla bocca di aspirazione a quella di mandata, creando così un flusso continuo.

Le pompe a lobi vengono utilizzate soprattutto nell'industria.



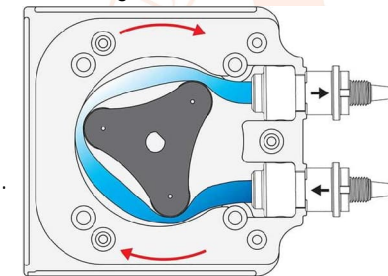
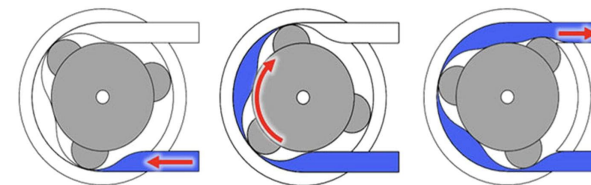
22

Pompe volumetriche

Pompe peristaltiche

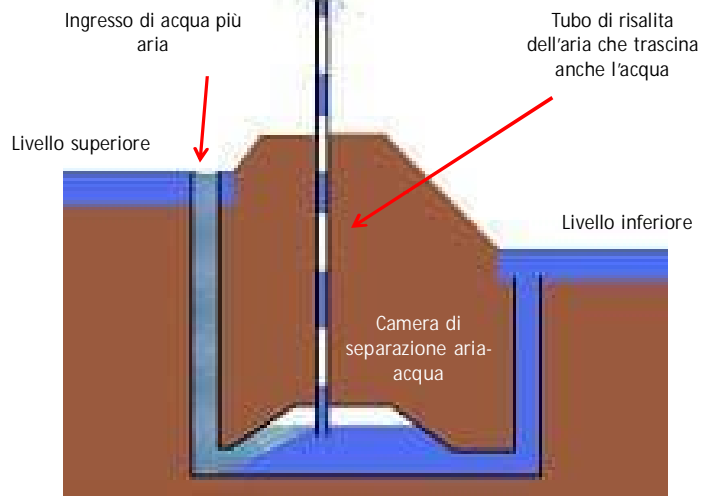
Si basano sull'effetto della peristalsi, ovvero lo scorrimento di una strozzatura su un tubo che ha l'effetto di *spremere* attraverso di esso il fluido contenuto. Sono costituite da un rotore che porta diversi rulli. Ruotando i rulli schiacciano un tubo di gomma contro una parete cilindrica.

Il principale vantaggio di questa pompa è che il fluido contenuto non entra in contatto con altra parte se non il tubo, ed è isolato dall'atmosfera. Per questo motivo è particolarmente utilizzata in medicina per pompare il sangue nella circolazione extracorporea e nella emodialisi.



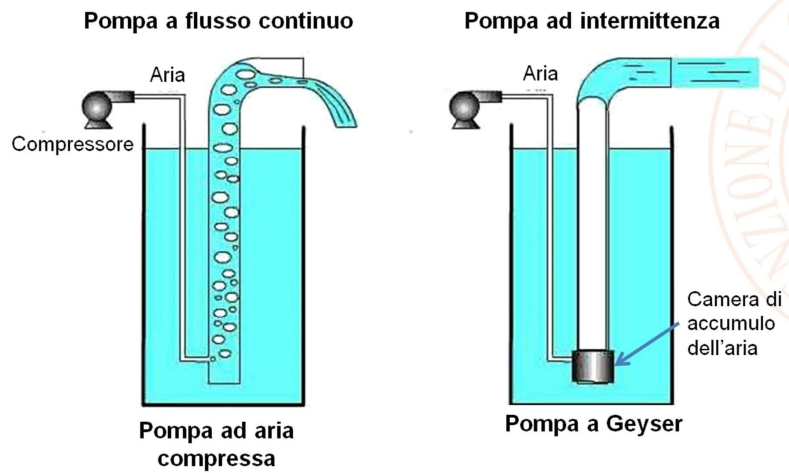
24

Pompa a impulsi



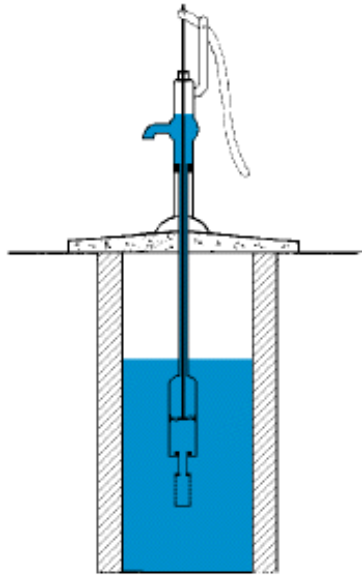
Bellagio Fountain – Las Vegas
 Pompe ad intermittenza ad aria compressa con uso di un compressore

POMPE AD ARIA COMPRESSA con uso di un compressore



Pompa manuale a stantuffo





La pompa a mano è una pompa volumetrica

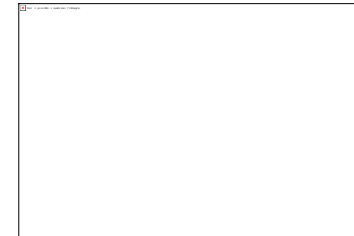
Di fatto si tratta di una pompa a pistone semplice, di larghissimo impiego nelle campagne e, in tempi passati, nelle fontane pubbliche delle città.

Si presta bene all'estrazione di acque da pozzi di piccola profondità (fino a 10 m, anche se esistono modelli capaci di pompare da 100 m: in tal caso, però, possiedono sistemi piuttosto complessi di demoltiplicazione per ridurre lo sforzo).

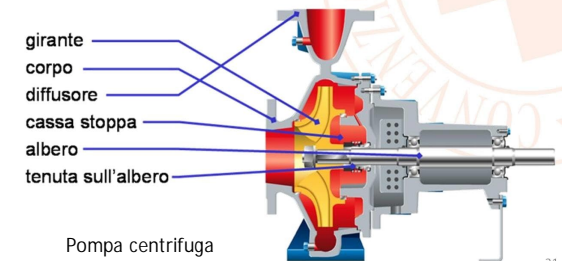
29

Pompe fluidodinamiche (centrifughe)

Nelle pompe fluidodinamiche il movimento del fluido è prodotto da un momento indotto nel fluido stesso. Queste pompe non hanno bisogno di valvole, ma hanno lo svantaggio che la portata e l'efficienza diminuiscono con l'aumentare della pressione all'uscita. In genere queste pompe hanno la necessità dell'adescamento, ovvero di essere inizialmente riempite di liquido per poter funzionare.

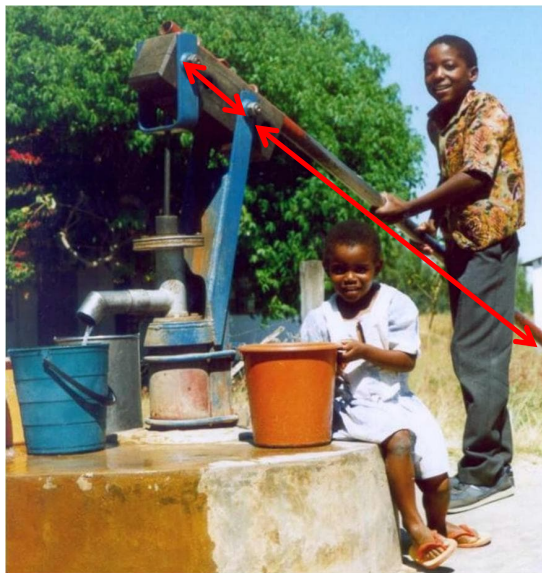


Pompa assiale



Pompa centrifuga

31



Effetto demoltiplicazione

In questo caso, il braccio molto lungo che aziona il ragazzo è parte di una leva che permette di moltiplicare le forze e pompare acqua anche da profondità elevate (vedi frecce).

30

Pompe fluidodinamiche

Il movimento del fluido è prodotto da un momento meccanico indotto nel fluido stesso. Queste pompe non hanno bisogno di valvole, ma hanno lo svantaggio che la portata e l'efficienza diminuiscono con l'aumentare della pressione all'uscita. A volte queste pompe hanno la necessità dell'adescamento, ovvero di essere inizialmente riempite di liquido per poter funzionare.

I principali tipi di pompe fluidodinamiche sono:

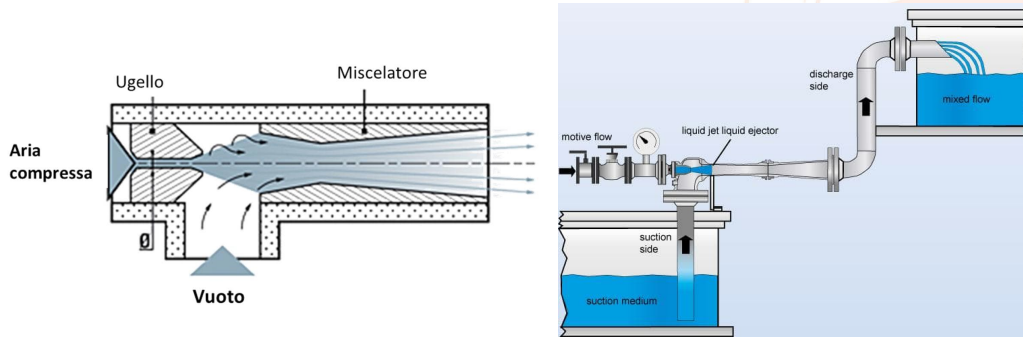
- ✓ lineari, come gli eiettori,
- ✓ ad ariete idraulico, in grado di sfruttare il colpo d'ariete.
- ✓ centrifughe, basate sull'effetto della forza centrifuga su di un fluido,

32

Pompe fluidodinamiche

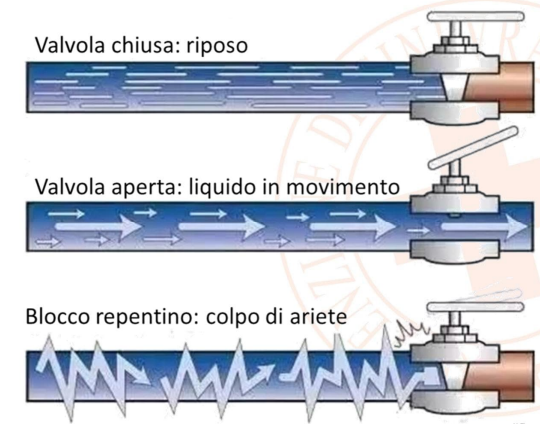
Eiettore

In queste pompe il movimento è ottenuto applicando un momento linearmente. Un esempio è l'eiettore, in cui un fluido ad alta velocità trascina il fluido da pompare. Nella pompa ad acqua un flusso di acqua viene fatto passare ad alta velocità in una camera. Per effetto dell'equazione di Bernoulli l'aumento della velocità del fluido comporta una diminuzione della pressione e quindi una aspirazione.



Il colpo d'ariete è un fenomeno idraulico che si presenta in una condotta quando un flusso di liquido in movimento al suo interno viene bruscamente fermato dalla repentina chiusura di una valvola. Consiste in un'onda d'urto di pressione che si origina a causa dell'inerzia di una colonna di liquido in movimento che impatta contro una parete, ad esempio quella di una valvola chiusa in maniera improvvisa. L'intensità del colpo e il valore della pressione massima dell'onda possono raggiungere livelli tali da far esplodere le condotte.

Colpo d'ariete



Pompa a colpo d'ariete idraulico

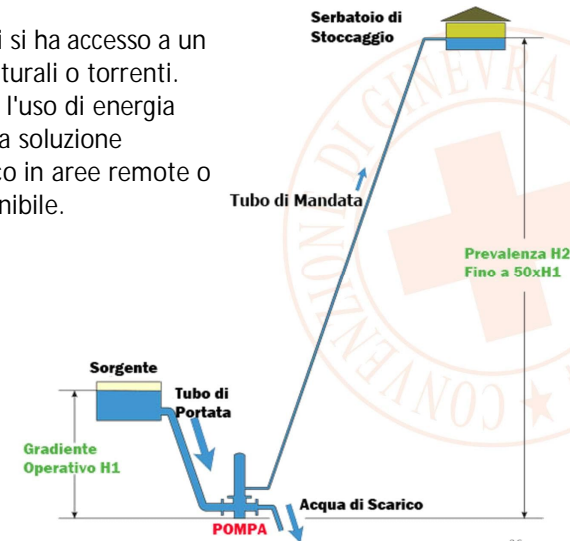


ACQUA VIOLENTA

Avete mai associato l'acqua a qualcosa di esplosivo? Oggi parleremo del colpo d'ariete ("water hammer"), così che tutti possiate capire quanto i fluidi, in alcune condizioni, siano molto simili al famoso Cavaliere Nero.

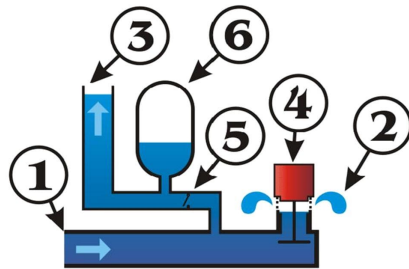
Pompa ad ariete idraulico

L'ariete idraulico è utile in situazioni in cui si ha accesso a un flusso costante d'acqua, come sorgenti naturali o torrenti. Viene utilizzato per pompare acqua senza l'uso di energia elettrica o combustibili, il che lo rende una soluzione sostenibile per l'approvvigionamento idrico in aree remote o in situazioni in cui l'elettricità non è disponibile.



Pompa ad ariete idraulico

Sfrutta il principio del "Colpo d'ariete"



Schema di pompa ad ariete idraulico:

- 1 - tubo di alimentazione
- 2 - scarico dell'acqua dalla pompa
- 3 - uscita dell'acqua in pressione
- 4 - paratia mobile
- 5 - valvola di non-ritorno
- 6 - serbatoio pneumatico (Vaso di espansione).

37

Pompe centrifughe

Classificazione per quanto concerne la disposizione:

- ✓ Di superficie, quando la pompa è posta fuori dal liquido che deve spostare ed utilizza un tubo di pescaggio.
- ✓ Ad immersione, quando la pompa è immersa nel liquido che deve spostare.
- ✓ Di spurgo, sono delle pompe a metà strada tra quelle di superficie e quelle ad immersione, possono essere sommerse, ma non devono per forza di cose essere ricoperte dal liquido per poter funzionare e quindi essere raffreddate. Queste pompe hanno una bassa prevalenza per cui non consentono salti di pendenza elevati.

39

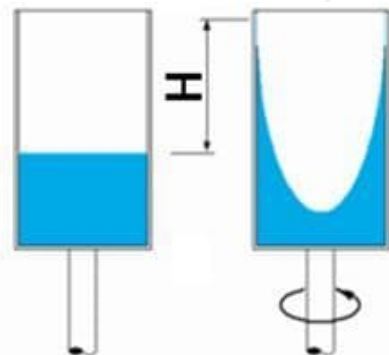
Pompe centrifughe

La pompa centrifuga è di gran lunga la pompa di uso più comune, sia in ambito industriale che civile.

Se ne comprende il funzionamento osservando come un cilindro riempito d'acqua, posto in rotazione attorno al proprio asse, modifica la forma del pelo libero, facendogli assumere un profilo parabolico.

La differenza H di livello che si osserva si dice prevalenza della pompa.

Se si pratica un foro nella parte inferiore del cilindro si osserverà una fuoriuscita di liquido a pressioni diverse in funzione della prevalenza (H).



38

Pompe centrifughe ad immersione

Sono pompe centrifughe anche a multistadio che funzionano in mandata.

Lavorano immerse nel liquido che devono pompare.

Alcune pompe, come quella riportata a fianco, sono accessoriate con un interruttore di livello che toglie corrente quando il liquido da pompare scende sotto ad un determinato livello.



40

Una pompa immersione (o pompa elettrica sommersa) è una pompa centrifuga multistadio che ha un motore a tenuta ermetica monoblocco al corpo della pompa.

Il tutto è immerso nel fluido da pompare.

Il vantaggio principale di questo tipo di pompa è che, essendo immersa nel liquido da pompare, impedisce il processo di cavitazione.

Le pompe ad immersione funzionano solo in mandata e non in aspirazione.

Le pompe ad immersione sono più efficienti rispetto alle altre pompe.

41



Pompe ad immersione per i pozzi degli acquedotti

43

Sotto sono riportati alcuni modelli di pompe ad immersione. Come si può notare, hanno tutte una forma cilindrica allungata. Questo perché quasi sempre devono lavorare immerse nei pozzi a grande profondità.



42

Pompate acqua da grandi profondità richiede di poter raggiungere grandi prevalenze; anche di centinaia di metri. Per questo motivo, le pompe ad immersione sono quasi sempre "multistadio" cioè sono formate da tante pompe centrifughe montate su un asse centrale che permette di raggiungere pressioni in uscita molto elevate.

A fianco, in sezione, si può vedere come è stata costruita una pompa ad immersione multistadio.

I nostri impianti per la produzione di acqua potabile sono sempre equipaggiati con pompe ad immersione.



44

Grazie per
l'attenzione

