

MACCHINE OPERATRICI – PARTE 2: POMPE VOLUMETRICHE

- versione#B1 - Prof. A.Tonini – www.andytonini.com

INDICE: [P.ALTERNATIVE](#) – [INSTALLAZIONE](#) – [P.MEMBRANA](#) – [P.ROTATIVE](#) - [ALTRI TIPI](#) – [APPENDICI](#) -

CLASSIFICAZIONE E CAMPI D'IMPIEGO DELLE POMPE [VEDI ANCHE PARTE 1]

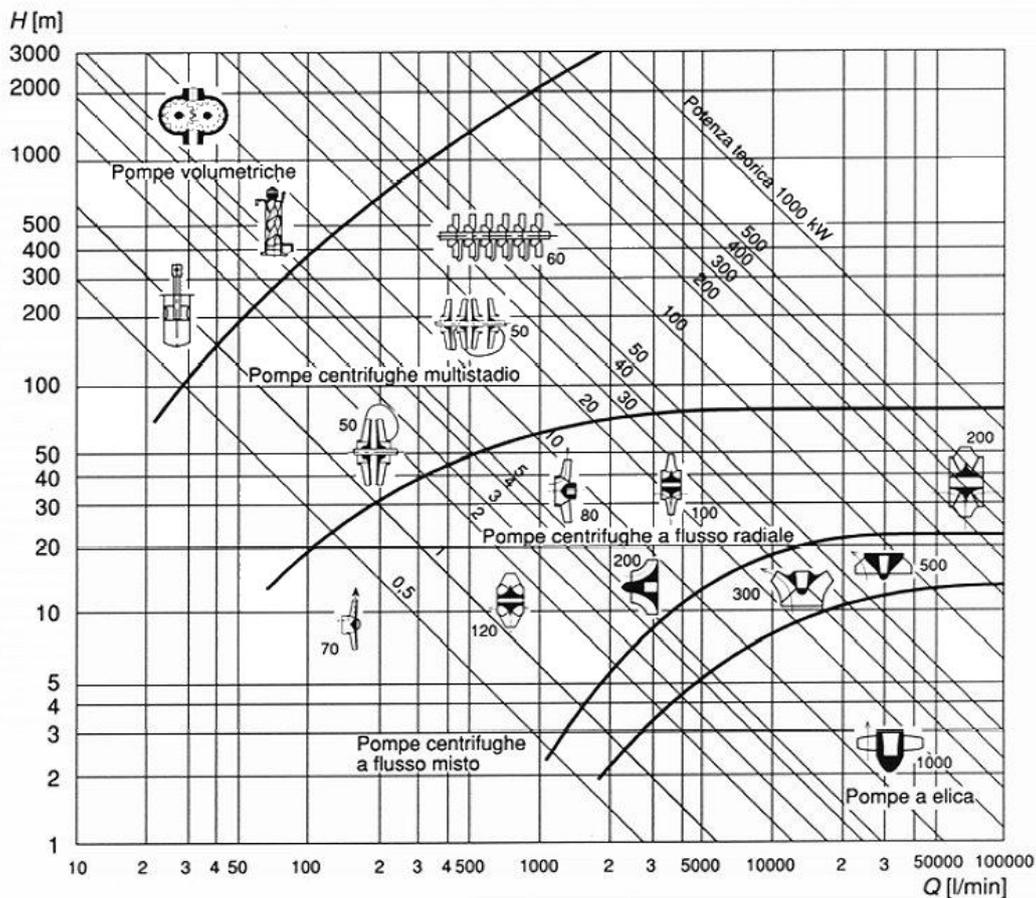
Sono molte le condizioni in cui possono essere utilizzate le pompe. In base al principio di funzionamento si suddividono in:

- pompe cinetiche (o dinamiche):** grazie all'azione di forze centrifughe, il liquido incrementa dapprima la sua energia cinetica che viene immediatamente trasformata in energia di pressione. La portata erogata dipende dalla prevalenza. Tipi: pompe centrifughe; pompe a elica. Usate per prevalenze medio basse, alte portate.
- pompe volumetriche:** spostano quantità di liquido costanti per ogni ciclo di funzionamento. Possono essere **alternative**, per ciclo la corsa completa di un pistone, o **rotative**, per ciclo un giro completo dell'elemento propulsore. La caratteristica fondamentale è che la portata erogata non dipende dalla prevalenza, ma solo dal numero di cicli effettuati nell'unità di tempo. Usate per prevalenze medio alte, basse portate.
- pompe speciali:** sono pompe che funzionano secondo principi di funzionamento particolari o che rispondono ad esigenze specifiche. Tipo: eiettori, air lift,...

La scelta del tipo di pompa da installare è determinata da diversi fattori: **la prevalenza e la portata, il tipo di liquido da pompare, il tipo di energia disponibile** (per la scelta del motore).

CAMPI DI IMPIEGO DELLE PRINCIPALI POMPE:

esigenze:	scelta:
bassa prevalenza (60-100 m); portata medio-bassa	pompa centrifuga
elevata prevalenza (oltre 100 m); portata bassa	pompa volumetrica
bassa prevalenza (fino a 10 m); portate ingenti	pompa assiale
a parità di portata e ad impianto realizzato voglio aumentare la prevalenza	più pompe in serie
a parità di prevalenza voglio aumentare la portata e l'affidabilità dell'impianto	più pompe in parallelo



PARTE 2: POMPE VOLUMETRICHE

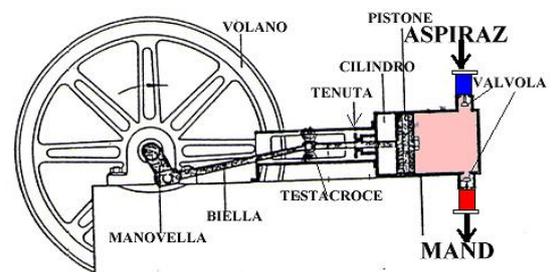
[\[INIZIO\]](#)

1 - POMPE ALTERNATIVE (reciprocating pump)

Sostanzialmente tutte le pompe alternative sono formate da un cilindro nel quale scorre, in modo **alternativo**, un **pistone** comandato da un motore tramite un meccanismo a biella e manovella che trasforma il moto rotativo del motore in un moto alternativo del pistone.

Il moto alterno del pistone fa sì che il cilindro si riempia durante la fase di **aspirazione** e si scarichi durante quella di **mandata**, sfruttando la presenza di **valvole** di aspirazione e mandata.

Questo tipo di pompa si dice a singolo effetto e trasferisce energia al fluido sotto forma di pressione.



Le pompe alternative più comuni sono le pompe a **pistone**, che possono essere suddivise, in base al tipo di pistone ed alla modalità di flusso, in:

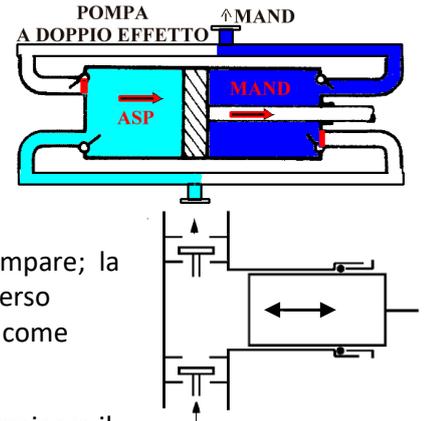
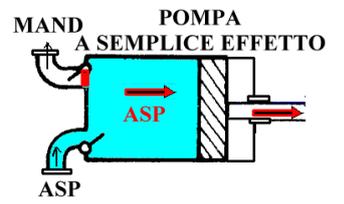
- pompe a semplice e doppio effetto (1 cilindro) –pompe duplex (2 cilindri sempl. eff.)
- pompe a pistone tuffante
- pompe a membrana

► pompa a **semplice effetto simplex** è costituita da un cilindro fisso in cui si muove un pistone. La camera del cilindro è collegata alle tubazioni di aspirazione e mandata tramite valvole di ritegno.

► pompa **simplex a doppio effetto** ha una camera che è divisa dal pistone in due parti: quando una è in aspirazione l'altra è in mandata;

► pompa **duplex** (2 cilindri sempl. eff.) riesce a far ottenere una portata ancora più uniforme: è costituita da due cilindri avvicinati funzionanti in maniera da far coincidere la massima portata di una con la minima dell'altro.

► pompa a **stantuffo tuffante**, [singolo effetto] in cui il pistone è immerso nel liquido da pompare; la corsa del pistone viene regolata in modo da mandare il volume desiderato; il pistone è immerso completamente nel liquido, le tenute sono esterne; si prestano bene per essere adoperate come dosatori di reattivi; è adatta a trasportare sospensioni.



Per le pompe alternative la **velocità** del **pistone** non può essere molto elevata per non determinare il distacco del liquido nella fase di aspirazione, e sollecitazioni meccaniche eccessive su asta e biella. Quindi vengono collegate a motori lenti o con riduttori.

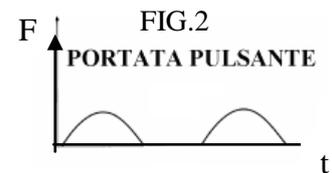
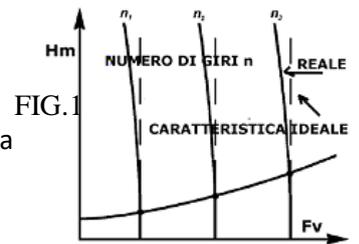
■ **USO**: queste pompe vengono usate per prevalenze medio alte, basse portate [bassa velocità].

■ **CARATTERISTICHE:**

Caratteristica fondamentale per questo tipo di pompe è che la **portata** erogata non dipende dalla **prevalenza** (Fig.1- caso ideale/reale con perdite volumetriche, a pari n.giri), ma solo dal numero di **cicli** effettuati nell'unità di tempo: la portata è quindi **pulsante**.

La pompa alternativa a **semplice** effetto ha portata pulsante, con momenti a portata = 0 [fig.2].

La pompa alternativa a **doppio** effetto ha portata pulsante più regolare [fig.3]



● **Cassa d'aria [o polmone]:** l'introduzione di una cassa d'aria nella condotta di **mandata**, costituita da un serbatoio che contiene aria (fluido comprimibile) nella parte superiore, ed il liquido elaborato dalla pompa in quello inferiore, porta ad un notevole smorzamento delle oscillazioni di portata nel tempo nella tubazione, con erogazione di liquido continua anche se non al massimo; nella cassa l'aria è a volte separata dal liquido da una membrana flessibile ed impermeabile, al fine d'impedire il progressivo disciogliersi dell'aria nel liquido e dunque il completo riempimento della cassa con il liquido (incomprimibile).



N.B.: si definisce **cilindrata** il volume di liquido che a ogni ciclo la pompa invia, pari all'area del pistone per la lunghezza del suo movimento, detta **corsa**.

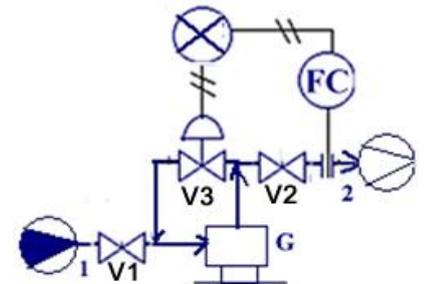
[INIZIO]

■ **Installazione e regolazione delle pompe volumetriche:**

INSTALLAZIONE: anche sopra battente, perchè sono pompe autoadescanti;

REGOLAZIONE - si effettua:

- con by-pass e valvola V3; (a funzionamento le valvole a monte e a valle del cilindro V1, V2, devono essere sempre aperte, per evitare rotture della pompa);
- regolando il N° giri del motore;
- variando il volume della camera del cilindro;



■ **Prestazioni e campi di impiego pompe volumetriche:**

- adatte per **alte prevalenze** e **portate ridotte**.
- la pressione è limitata solo dalla potenza del motore e dalla robustezza del sistema.
- a meno di fughe, le pompe a stantuffo danno la prevalenza che è loro imposta dall'esterno.
- i rendimenti sono elevati.
- non possono essere accoppiate a motori veloci a causa del basso numero di giri di funzionamento, e alle forze di inerzia per il movimento alternativo agenti sulle parti meccaniche.
- sono ingombranti e pesanti.
- i liquidi utilizzati devono essere abbastanza puri e privi di residui solidi (causa presenza di valvole).

[INIZIO]

2 - ALTRI TIPI DI POMPE VOLUMETRICHE:

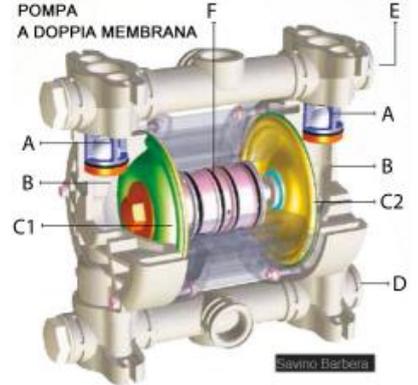
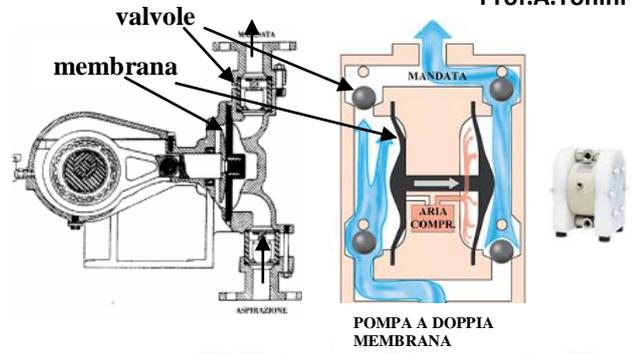
POMPE A MEMBRANA- DIAFRAMMA

vengono impiegate nel trasporto di liquidi corrosivi, di sospensioni e in tutti quei casi in cui si vuole isolare il liquido dagli organi in movimento, come ad esempio nell'industria farmaceutica o delle fermentazioni. Sono costituite da un corpo pompa diviso in due settori: in uno agisce un pistone immerso in olio, mentre in un secondo settore, separato dal primo da una membrana in metallo, gomma o altro materiale plastico, si muove il liquido da trasportare.

Il movimento del pistone viene trasmesso alla membrana che agisce, a sua volta, sul liquido da trasportare.

Le valvole di ritegno sono di vario tipo e costruite in materiale resistente al particolare liquido.

Le pompe a membrana possono essere azionate da motori con eccentrici, o da aria compressa: ciò ne consente l'installazione anche in aree dove sarebbe pericoloso installare motori e cavi elettrici. (in fig. anche a doppia membrana)



[\[INIZIO\]](#)

3 - POMPE ROTATIVE

Le pompe volumetriche rotative possono superare prevalenze inferiori rispetto a quelle alternative, ma possono erogare **portate continue e regolari** e di maggiore entità non avendo i problemi di inerzia tipici dei moti alternativi.

Le pompe rotative possono essere impiegate soprattutto per liquidi molto **viscosi**.

Sono **prive** di valvole e la **tenuta** è assicurata dalla minima tolleranza [distanza] esistente tra gli organi rotanti e la carcassa.

USI:

Acque di scarico e fanghi; Fanghi diluiti e concentrati, fino al 25% di sostanza secca; Reagenti chimici; Industria casearia: latte e derivati; Industria enologica: vino, vinacce, feccia, uva pigiata; Industria conserviera: confetture, mosti, succhi, frutta, pomodoro, olive; distillerie: frutta, macinati densi, bevande e distillati; industria petrolifera petrolchimica e della depurazione.

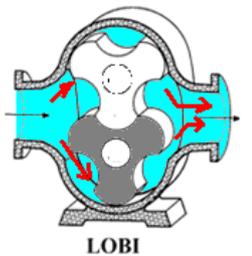
TIPI:

● **POMPA AD INGRANAGGI:** (la più usata) è costituita da un corpo pompa all'interno del quale ruotano due ruote dentate; le ruote spingono il liquido negli spazi che si creano tra l'incavo dei denti e il corpo della pompa; il motore è collegato a una delle ruote, l'altra si muove per trascinamento.

La pompa ad ingranaggi interni è costruita con i due ingranaggi uno all'interno dell'altro su assi sfalsati e separati da un setto fisso a forma di mezza luna. La depressione provocata dal movimento degli ingranaggi consente l'ingresso del liquido che occupa lo spazio libero tra i denti e viene spinto verso l'uscita. Hanno bassa rumorosità, usate per relativamente alte pressioni di esercizio, sono poco ingombranti.

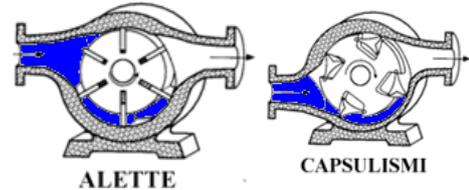


● **POMPA A LOBI:** è una modifica di quella ad ingranaggi, in cui gli ingranaggi sono sostituiti da lobi [con meno denti]. Quindi la portata erogata non è continua, ma leggermente pulsata. Il livello di pulsazione diminuisce all'aumentare del numero dei denti. Può trasportare liquidi viscosi.



● **POMPE AD ALETTE [palette]:** differiscono solo per la forma ed il movimento delle alette, che sotto l'azione della forza centrifuga si muovono in direzione radiale.

● **POMPE A CAPSULISMI:** sono costituite da un rotore munito di capsulismi, elementi che per effetto della centrifuga ruotano accostandosi sempre alla carcassa della pompa. In questa maniera generano dei vani in cui si inserisce il liquido da trasportare, che viene spinto verso la mandata.

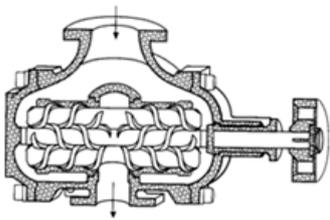


● **POMPE A VITE:** [vedi fig.seguenti]

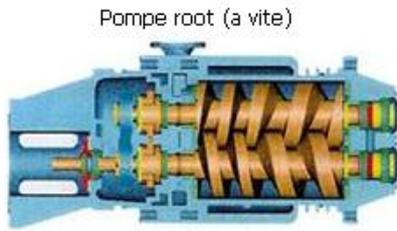
sono la soluzione ideale per il pompaggio di liquidi ad alta densità e viscosità, quando è necessario un pompaggio continuo non pulsante e quando deve essere evitato lo sbattimento del liquido da pompare.

Le pompe a **VITE**, di metallo, raggiungono portate di **150 mc/h** e pressioni di mandata fino a **24 bar**.

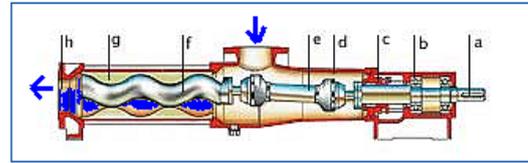
Le pompe **MOHNO** [monovite] sono costituite da un pezzo fisso, di solito di gomma dura, e uno mobile, di materiale opportuno, che si avvita in quello fisso spingendo il liquido negli spazi tra i due pezzi;



A VITE



Componenti della pompa monovite "Bellin"



- a) albero di comando
- b) cuscinetti
- c) tenuta a baderna
- d) corpo pompa
- e) albero di trasmissione
- f) rotore
- g) statore in gomma
- h) bocca mandata

POMPA MONOVITE (MOHNO)

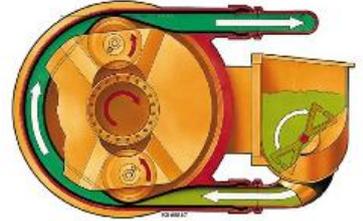
[INIZIO]

● POMPE PERISTALTICHE:

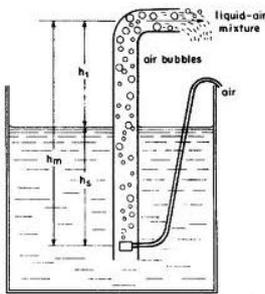
Si basano sull'effetto della peristalsi, ovvero lo scorrimento di una strozzatura su un tubo che ha l'effetto di *spremere* attraverso di esso il fluido contenuto.

Sono costituite da un rotore che porta diversi rulli [2 o più]; 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, e come **pompa dosatrice** per reagenti nell'industria, in quanto la portata può essere regolata variando i giri del motore .



4 - ALTRI TIPI DI POMPE:



POMPA AIR LIFT



POMPA EJETTORE



POMPA A VITE DI ARCHIMEDE

POMPA AIR-LIFT:

tubo con immissione di aria compressa, che spinge il liquido avente con aria densità minore; uso per liquidi sabbiosi.

POMPA EJETTORE:

liquido spinto da liquido vettore inserito a pressione assialmente; vedi anche pompe per gas a vuoto e compressori;

POMPA A VITE DI ARCHIMEDE:

vite senza fine azionata da un motore: portata erogata funzione delle spire immerse; per liquidi torbidi; dislivelli non elevati;

POMPE AD ANELLO LIQUIDO (per gas e vapori: uso come aspiratore-compressore).

Quando si deve creare una depressione in un reattore, si aspira il gas presente nel recipiente con una pompa adatta. Una di tali apparecchiature è la pompa ad anello liquido, all'interno della quale c'è un liquido che viene spinto dalle palette della girante sulle pareti della carcassa formando appunto un anello liquido. La girante ha un asse di rotazione eccentrico tale da creare camere che variano il loro volume al suo girare. Sul fianco della carcassa vi sono i condotti di aspirazione [E] e di scarico [U]. L'utilità di questa apparecchiatura risiede nella perfetta tenuta delle camere garantita dal liquido interno.

Prestazioni e vantaggi:

Pressioni di aspirazione fino a **33 mbar** assoluti, Portate fino a **4200 m3/h**, Potenza installata da **1,5 a 55 KW**; possibilità di aspirare gas e vapori, anche in **presenza di liquido trascinato**. Compressione **isotermica** dei gas.

Precauzione: il gas aspirato **non deve essere inquinato** da lubrificanti, nè solubile nel liquido pompa.

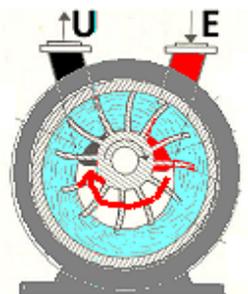
Assenza di parti sottoposte ad **usura**.

Campi d'impiego:

Aspirazione di gas e vapori nei diversi settori dell'industria:

Chimica, farmaceutica, alimentare, cartaria, ospedaliera, saccarifera, tessile ed energetica.

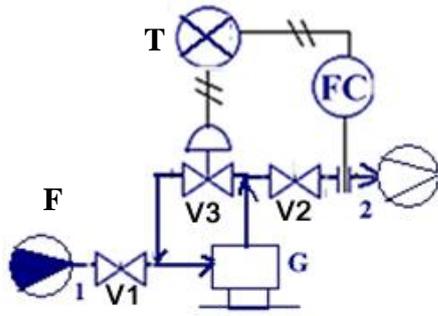
Nei processi di concentrazione, essiccazione, impregnazione, estrusione di materie plastiche, degasaggio, estrazione di incondensabili da condensatori, sterilizzazione in autoclave.



[INIZIO]

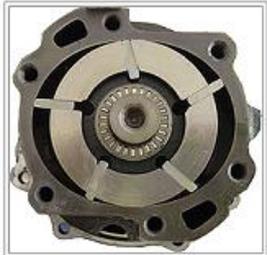
APPENDICE

SCHEMA DI CONTROLLO DI UNA POMPA VOLUMETRICA-

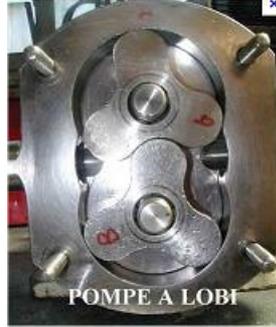


funzionamento: alimentazione (F) deve essere inviata con un valore di portata costante;
 l'anello di regolazione è composto da:
FC: misuratore di portata-controllore di portata;
T: trasmettitore trasduttore;
V3: valvola pneumatica di regolazione [attuatore]; si apre e chiude a seconda degli scostamenti di portata registrati rispetto al valore stabilito di set-point;
 Per la pompa alternativa, la valvola V3 di regolazione è posta sul ricircolo.

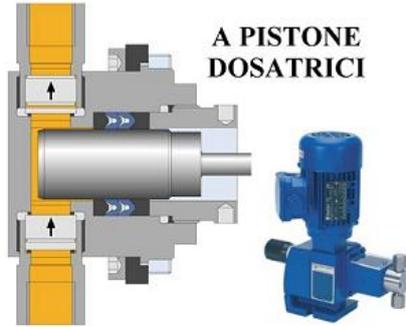
ESEMPI DI POMPE VOLUMETRICHE:



POMPA A PALETTE



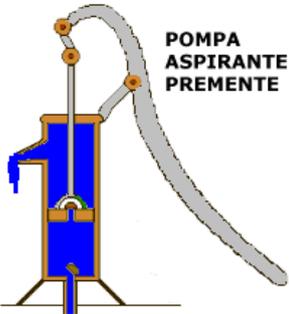
POMPE A LOBI



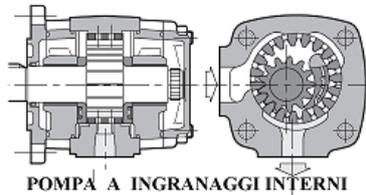
A PISTONE DOSATRICI



POMPA PERISTALTICA



POMPA ASPIRANTE PREMENTE



POMPA A INGRANAGGI INTERNI

Pompa a vite



[INIZIO]