



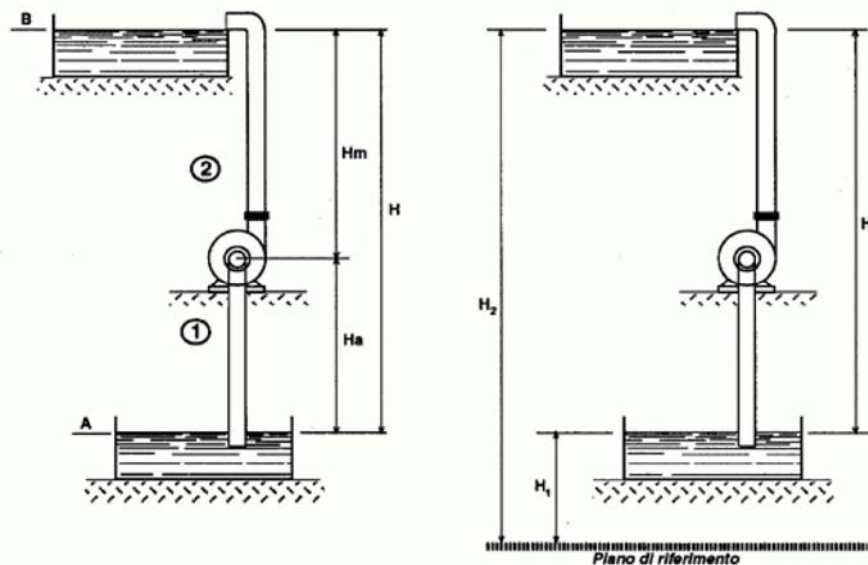
## Pompe

Le pompe, più propriamente chiamate “macchine idrauliche operatrici”, sono quei macchinari che, opportunamente azionati da motrici di diverso tipo, comunicano energia ad un fluido per sollevarlo ad una certa quota, o per convogliarlo, sotto pressione, ad una certa distanza, oppure per imprimergli una certa velocità. Nella pratica le pompe sono classificate in base:

- all'impiego: pompe di sollevamento, di spinta, di circolazione;
- alla pressione fornita: bassa, media, alta pressione;
- principio di funzionamento: centrifughe, rotative, alternative.

Le caratteristiche delle pompe sono:

- portata: quantità di liquido che la pompa riesce ad erogare nell'unità di tempo;
- prevalenza: dislivello tra la bocca di aspirazione e la lancia di mandata.



**Figura 1.** Schema di funzionamento di un impianto di sollevamento d'acqua a mezzo pompa e riferimenti per il calcolo della prevalenza. (1) tubo di aspirazione; (2) tubo di mandata.

Si definisce:

- **altezza geodetica d'aspirazione  $H_a$**  la differenza di livello tra il punto A e la pompa,
- **altezza geodetica di mandata  $H_m$**  la differenza di livello tra il punto B e la pompa,
- **prevalenza geodetica  $H$**  la differenza tra i livelli del liquido alla mandata e all'aspirazione (Fig. 1).

La prevalenza geodetica  $H$ , comunemente definita prevalenza, corrisponde quindi alla somma delle altezze geodetiche d'aspirazione  $H_a$  e di mandata  $H_m$ . Con riferimento alla Fig. 1b, se misuriamo i livelli dei punti A e B rispetto ad un unico piano di riferimento la prevalenza  $H$  è data dalla differenza:

$$H = H_2 - H_1$$



## L'uso delle pompe negli interventi di Protezione Civile

### 5. Pompe idrauliche

vale a dire dalla differenza tra il livello dell'acqua all'aspirazione e quello alla mandata, coincidente con l'altezza  $H$  di Fig. 1a. Si può determinare la prevalenza di una pompa misurando la differenza in metri esistente fra il livello dell'acqua d'aspirazione e quello di mandata: una pompa che aspira acqua da una vasca appoggiata al terreno, contenente un metro d'acqua e la solleva fino ad un serbatoio a 15 metri dal suolo ha una prevalenza  $H = 14$  m. In realtà nella vasca d'aspirazione ed in quella di mandata l'acqua è caratterizzata, oltre che da altezze diverse, anche diverse pressioni e velocità, per cui la pompa non le ha solo fornito un'energia potenziale sollevandola di un'altezza  $H_2 - H_1$ , ma le ha anche dato una pressione  $P_2 - P_1$  ed una velocità (quindi un'energia cinetica)  $V_2 - V_1$  corrispondenti alla differenza fra la pressione e la velocità finali ed iniziali. Nel passare attraverso le tubazioni e la pompa stessa l'acqua subisce dei rallentamenti e quindi delle perdite d'energia, definite perdite di carico, che si traducono in una minor prevalenza. Quando chiudiamo parzialmente il rubinetto della gomma con cui laviamo l'auto, l'acqua esce più lentamente e non arriva più dove arrivava prima: la chiusura del rubinetto ha aumentato le perdite di carico, cioè si è verificata una perdita d'energia a discapito della prevalenza totale.

### Portata della pompa

La portata della pompa è il volume d'acqua, misurato in litri o metri cubi, che viene mosso dalla pompa nell'unità di tempo (generalmente secondi o minuti). La portata si misura pertanto in litri al secondo (l/s), litri al minuto (l/m), metri cubi all'ora ( $m^3/h$ ), ecc. La portata e la prevalenza sono i due elementi fondamentali che contraddistinguono le pompe.

### Potenza della pompa

La pompa, per sollevare una portata d'acqua  $Q$  fornendole una prevalenza totale  $H_t$  compie un lavoro di sollevamento che richiede una potenza  $P$  (misurata in Kw/ora), cioè un'energia, fornita attraverso un motore, definita dalla seguente espressione:

$$P = 9,8 * Q * H_t$$

La potenza così espressa è la potenza utile, cioè quella strettamente necessaria per sollevare la portata d'acqua  $Q$  all'altezza  $H$ . A causa delle inevitabili perdite d'energia la potenza utilizzata, cioè quella realmente necessaria per far funzionare la pompa, è maggiore e viene definita potenza assorbita. Il rapporto fra la potenza utile e quella assorbita è definito rendimento. Il rendimento è sempre inferiore all'unità perché in qualsiasi macchina operatrice la potenza utile è sempre minore di quella assorbita.

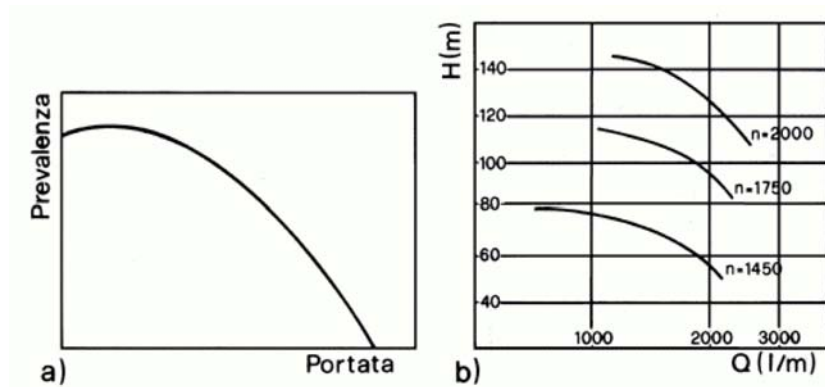
### Curve caratteristiche delle pompe

Prevalenza e portata seguono leggi di variazione diverse, essendo la prima proporzionale al quadrato della velocità e la seconda direttamente proporzionale alla velocità. All'aumentare della portata corrisponde una diminuzione della prevalenza, e la reciproca variazione di queste grandezze viene rappresentata in una curva chiamata **curva caratteristica**.

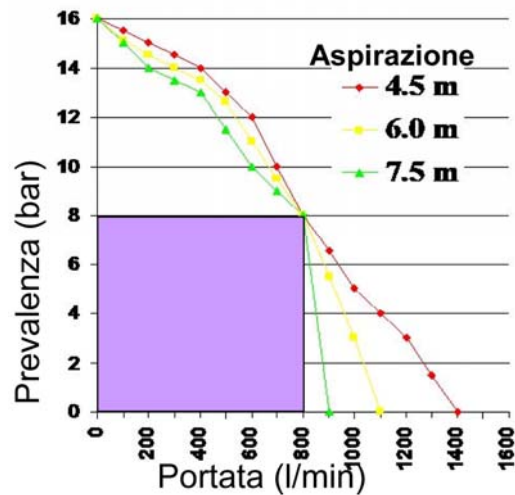


## L'uso delle pompe negli interventi di Protezione Civile

### 5. Pompe idrauliche



**Figura 2.** Curva caratteristica delle pompe. (2a) Curva teorica; (2b) Curva reale di una pompa centrifuga pluristadio per alte pressioni in funzione del numero di giri al minuto ( $n$ )



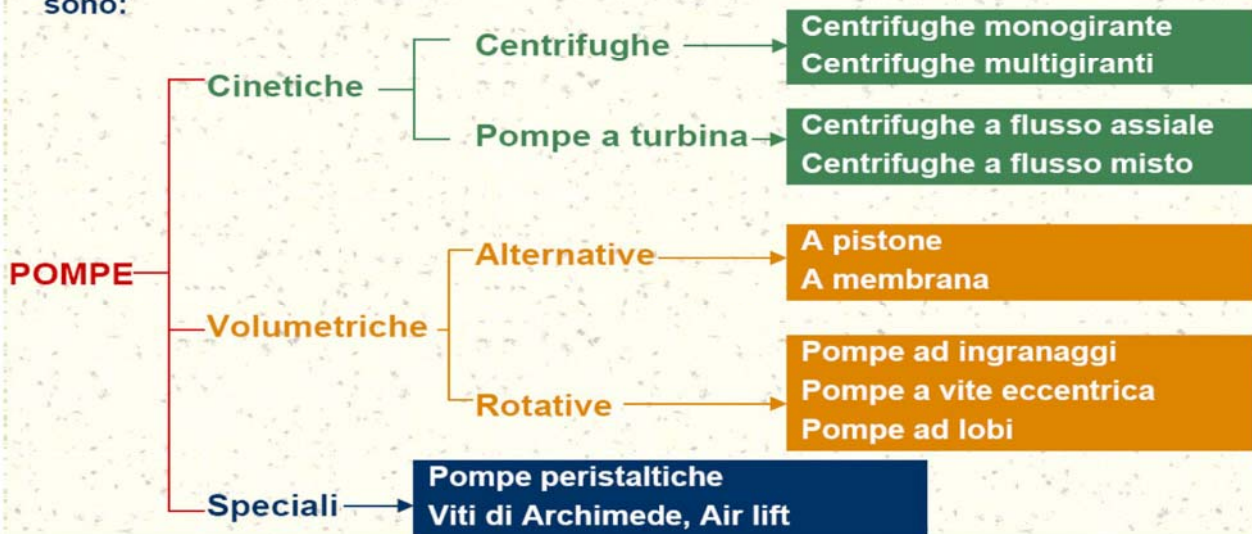
Dalla curva caratteristica, costruita sperimentalmente per ogni tipo di pompa, si può desumere quale sarà la prevalenza fornita dalla pompa per ogni valore di portata erogata (Fig. 2a). Ne consegue che il valore di prevalenza di una pompa deve sempre essere riferito alla portata erogata. La curva caratteristica varia poi in funzione del numero di giri del motore, per cui in realtà ogni pompa è caratterizzata da una famiglia di curve caratteristiche, cioè da andamenti portate-prevalenze che variano in funzione del numero di giri (Fig. 2b).



## Tipologie di pompe

Le condizioni operative in cui possono essere utilizzate le pompe sono le più svariate, in relazione al tipo di fluido, alle pressioni e temperature di esercizio, alle caratteristiche idrauliche dell'impianto, ecc. Di conseguenza, diversi sono i tipi di pompe che vengono costruiti.

In base al principio di funzionamento i tipi di pompe di più comune impiego sono:



## Tipi di pompe impiegate nelle operazioni di Protezione Civile

I tipi di pompe più comunemente impiegate nelle operazioni di protezione civile sono quelle assiali o elico-pompe, quelle centrifughe e le volumetriche alternative.

Le **pompe assiali** possono spostare grandi quantità d'acqua, ma con prevalenze modeste e vengono impiegate soprattutto in bonifica, dove è necessario sollevare portate d'acqua ingenti con modesti dislivelli (pompe idrovore). Si tratta d'impianti di grandi dimensioni, quindi fissi, utilizzati normalmente per liberare dalle acque ampie zone che altrimenti non avrebbero scolo. In caso d'esondazioni fluviali le aree allagate possono essere prosciugate facendo confluire le acque fuoriuscite, attraverso canali esistenti o appositamente costruiti, verso queste pompe, adatte ad allontanare grandi quantità d'acqua.

Le **pompe centrifughe** coprono ampi settori d'applicazione per la loro versatilità e per la possibilità di raggiungere forti prevalenze anche con portate elevate. Nelle operazioni di protezione civile vengono impiegate per lo spegnimento d'incendi, il prosciugamento di locali allagati, l'approvvigionamento idrico in casi d'emergenza.

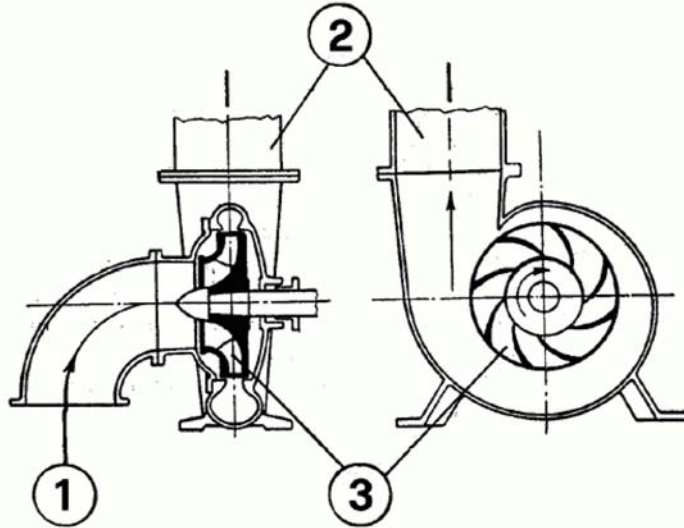
Le pompe centrifughe sono macchine idrauliche operatrici con le quali si ottiene il sollevamento dell'acqua per effetto della forza centrifuga. Una pompa centrifuga è composta essenzialmente da una parte rotante detta girante e da una parte fissa, o corpo di pompa, entro cui si muove l'acqua convogliata dalla forza centrifuga impressa dalla girante. L'acqua entra nel corpo di pompa attraverso il tubo di aspirazione e viene inviata, attraverso il movimento della girante, nel tubo di mandata. Il tubo di aspirazione è assiale rispetto alla girante, il tubo di mandata è radiale.



## L'uso delle pompe negli interventi di Protezione Civile

### 5. Pompe idrauliche

Il movimento della girante determina una depressione nel tubo di aspirazione e l'acqua, spinta dalla pressione atmosferica, risale lungo il tubo e viene proiettata dalla girante sul corpo della pompa dal quale esce attraverso il tubo di mandata (Fig. 3).

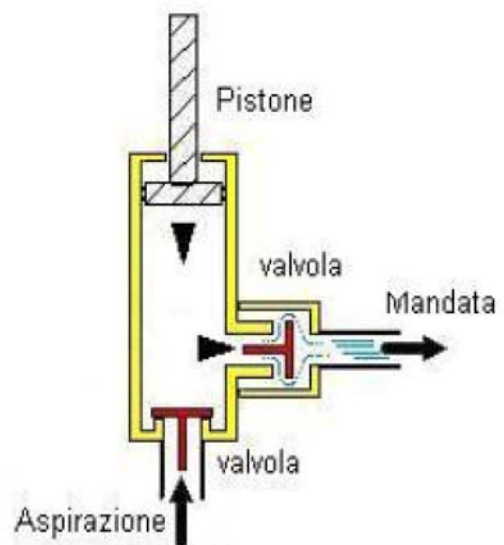


**Figura 3.** Rappresentazione schematica di una pompa centrifuga. (1) Tubo di aspirazione; (2) Tubo di mandata; (3) Girante.

Le pompe centrifughe, a seconda della disposizione dell'albero di trasmissione che muove la girante, si distinguono in orizzontali e verticali.

Le **pompe centrifughe orizzontali** sono accoppiate direttamente al gruppo motore, e a seconda che questo sia ad alimentazione elettrica o a benzina, si distinguono in elettropompe o motopompe. Sono pompe molto versatili, di dimensioni e peso contenuti, facilmente spostabili e trasportabili sia su automezzi sia a mano (pompe carrellate o barellate). Si prestano quindi sia per il prosciugamento di locali allagati che per l'uso antincendio.

Le **pompe volumetriche** sono le più antiche. In esse il movimento di un pistone o la dilatazione di una membrana producono l'aspirazione dell'acqua in un cilindro o in una camera attraverso una valvola di ritegno, che ne consente il solo ingresso. Nella fase successiva il pistone o la membrana, con movimento inverso, spingono l'acqua fuori dal cilindro o dalla camera attraverso una valvola, che ne consente soltanto l'uscita. Pompe di questo genere erano già conosciute dai romani che le usavano sulle navi per il prosciugamento delle sentine e per l'antincendio. Quando l'applicazione richiede una pompa che sia in grado di trattare il prodotto senza turbolenza ed aerazione, fornire pressioni anche elevate, o di trattare con minimo danno un prodotto che contenga anche particelle solide in sospensione, la soluzione può generalmente essere trovata tra i diversi modelli di pompe volumetriche. Esistono diversi tipi di pompe volumetriche, in relazione alle caratteristiche del liquido da pompare, le principali si possono distinguere in:

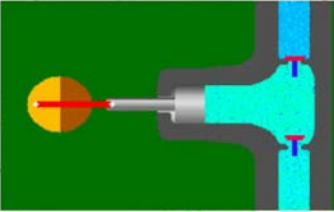




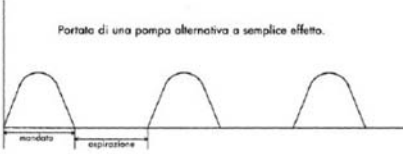
## L'uso delle pompe negli interventi di Protezione Civile

### 5. Pompe idrauliche

- **Alternative** che comprendono le pompe a stantuffo («a semplice effetto» e «a doppio effetto»), le pompe a membrana e le pompe a cuscinetto d'olio;
- **Rotative** la più comune è la pompa ad ingranaggi.

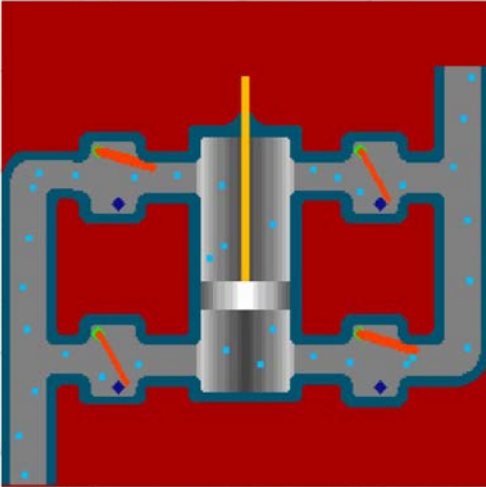


Questo tipo di pompa si dice a **singolo effetto**. La sua portata è discontinua, infatti il flusso in uscita si interrompe durante la fase di aspirazione, come evidenziato dal grafico.

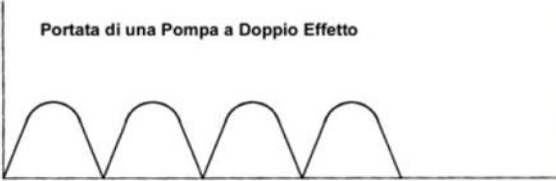


Portata di una pompa alternativa a semplice effetto.

Per diminuire questo inconveniente sono state realizzate **pompe a doppio effetto**: in queste ultime, il cilindro nel quale si muove il pistone è fornito di due valvole di aspirazione e di due valvole di scarico sistemate in modo che durante il moto del pistone risultino sempre aperte una valvola di aspirazione e una di mandata



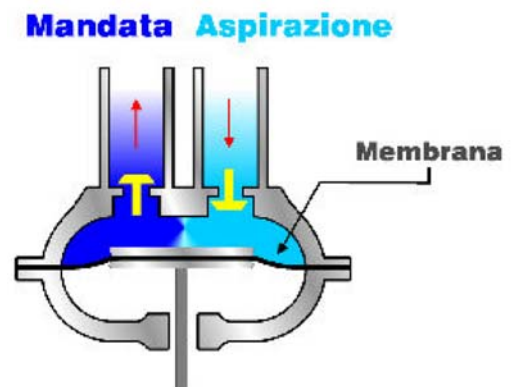
Portata di una Pompa a Doppio Effetto



### Altre tipologie di pompe

#### Pompe a membrana

- Di peso e ingombro limitato.
- Adatte a superare altissimi dislivelli (alta prevalenza).
- Portate limitate.
- Specifiche per l'agricoltura e gli incendi boschivi.
- 40-60 bar di pressione.



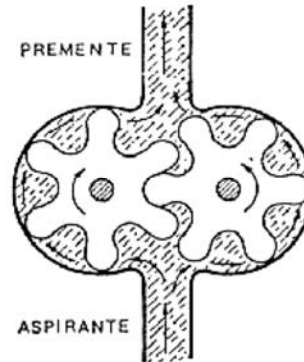
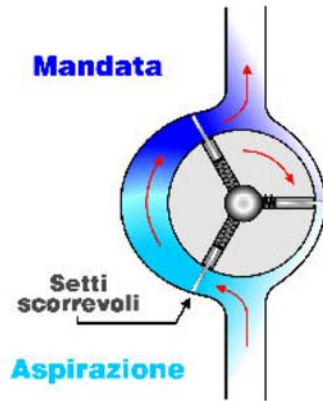


## L'uso delle pompe negli interventi di Protezione Civile

### 5. Pompe idrauliche

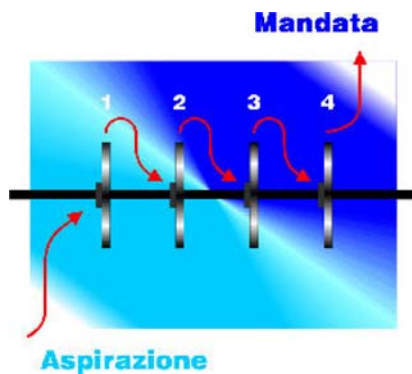
#### Pompe a rotative

- Poco utilizzate.
- Il principio è utilizzato nelle idrovore.

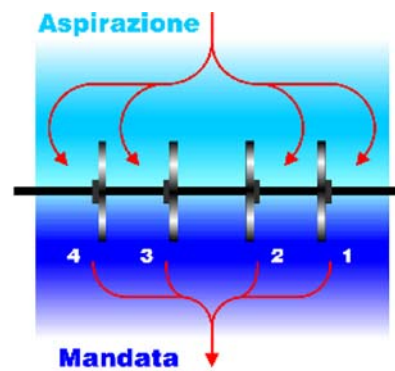


#### Pompe combinate

- La portata è proporzionale al numero di giri.
- La pressione varia col quadrato del numero di giri.
- Accoppiamento in serie per pressioni maggiori.
- Allineamento in parallelo per portate maggiori.
- Misto per medie pressioni e portate.



Multiple in serie



Multiple in parallelo

## Smorzatori di pressione

L'accumulatore idropneumatico è un apparecchio capace di immagazzinare nei circuiti idraulici una notevole quantità di energia in spazi ridotti. Essendo i liquidi pressoché incompressibili e perciò non idonei all'accumulo di energia, si sfrutta, per raggiungere lo scopo, la comprimibilità del gas.

1. In un contenitore metallico (corpo accumulatore) è montata una membrana o sacca che separa la camera del liquido dal gas.
2. Dall'apposita valvola si introduce un gas inerte (azoto) ad una pressione  $P_0$  adatta all'impiego dell'accumulatore, ed il gas



## L'uso delle pompe negli interventi di Protezione Civile

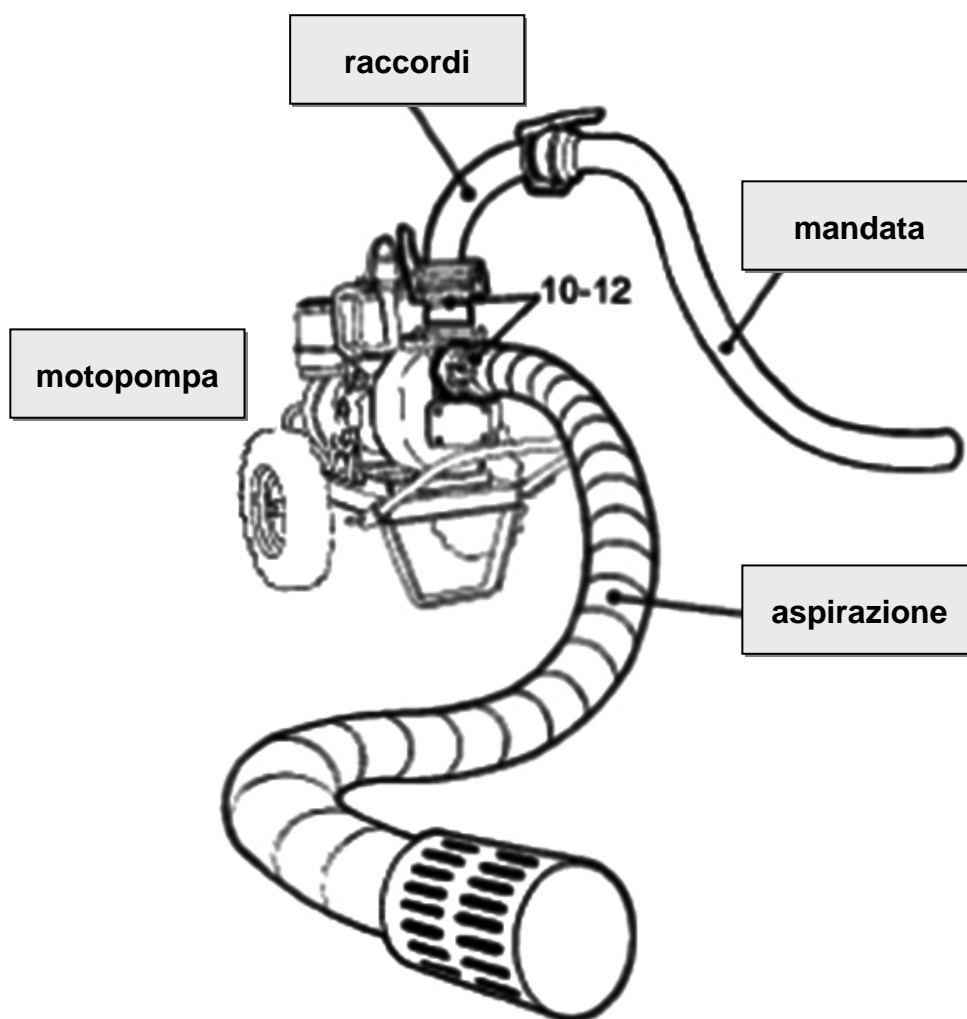
### 5. Pompe idrauliche

occupa tutto il volume interno dell'accumulatore  $V_0$ . Un piattello metallico o plastico vulcanizzato nella membrana o sacca impedisce che questa venga estrusa attraverso il foro di collegamento con il liquido.

3. Quando la pressione  $P_1$  dell'impianto supera la pressione di precarica  $P_0$  dell'accumulatore, la membrana o la sacca si alza e si comprime riducendo il volume a  $V_1$ .
4. Aumentando ulteriormente la pressione a  $P_2$ , si riduce ulteriormente il volume del gas a  $V_2$  con l'aumento della sua pressione per equilibrare la pressione del liquido. In questo modo si ottiene un accumulo di liquido in pressione.  $V = V_1 - V_2$  del quale potremo disporre secondo necessità.



### Schema di allestimento motopompa







## L'uso delle pompe negli interventi di Protezione Civile

### 5. Pompe idrauliche

