

## CENTRALINA OLEODINAMICA / IDRAULICA

Le **centraline oleodinamiche** sono unità di potenza che vengono impiegate per trasformare energia elettrica o endotermica in energia meccanica.

La rotazione del motore (elettrico, pneumatico o endotermico) imprime una rotazione alla pompa che ad esso è collegata; questa aspira l'olio (sintetico o minerale) contenuto in un apposito serbatoio e lo spinge, attraverso una specifica successione di condotte e valvole, verso gli utilizzi ai quali le centrali sono collegate.

Tutte le pompe oleodinamiche sono caratterizzate da:

- cilindrata (la quantità d'olio che in ogni rotazione viene fatta passare)
- pressione (la pressione espressa in bar a cui il circuito può lavorare)

Il fluido spinto dalla pompa, viene controllato da diverse valvole aventi ciascuna diversa funzione:

**Valvole di controllo pressione:** Sono organi meccanici o elettromeccanici che intercettano il flusso dell'olio in un circuito e ne limitano la pressione al valore determinato. Questa salvaguarda il rischio di scoppio o rottura degli altri organi coinvolti nel circuito.

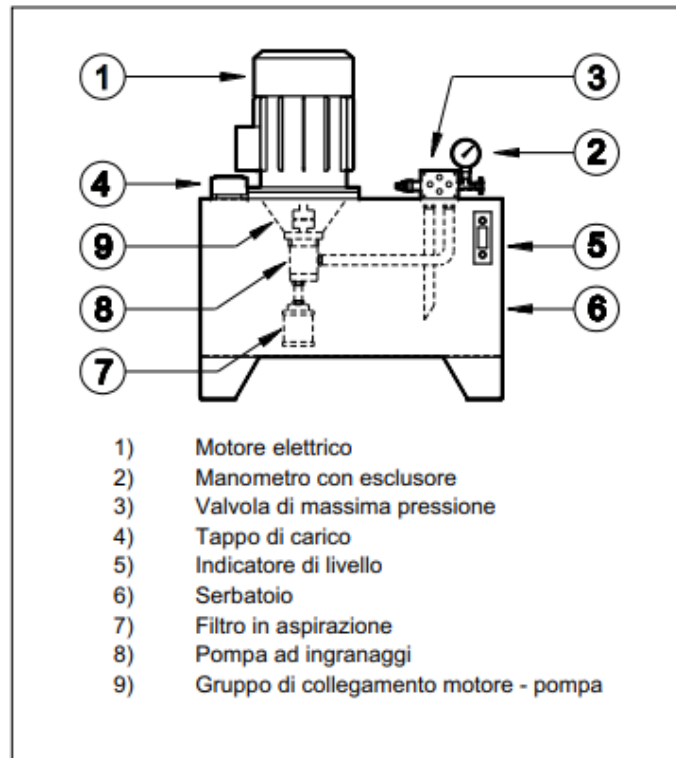
**Valvole di controllo flusso:** Sono componenti oleodinamici, anch'essi meccanici o elettro-meccanici aventi la funzione di regolare la velocità del flusso di olio verso gli utilizzi, determinando così il tempo con cui un attuatore compie la corsa stabilita.

**Valvole di ritegno:** Incanalano il fluido nel percorso obbligato, impedendone il percorso inverso. Al tempo stesso, impediscono agli utilizzi di muoversi quando questi devono rimanere assolutamente fermi in una determinata posizione.

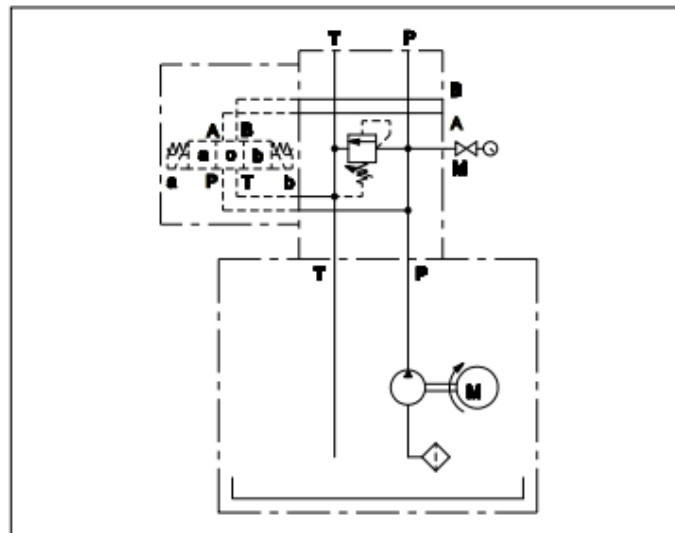
**Distributori oleodinamici:** Possono essere manuali, meccanici o elettro-meccanici. Hanno la funzione di dirigere il flusso in arrivo dalla pompa verso l'utilizzo stabilito e chiudendo la via ad altri utilizzi che devono rimanere fermi. Applicati ad un cilindro oleodinamico a doppio effetto, consentono di definirne l'apertura e la chiusura.



### COMPOSIZIONE DI BASE



### SIMBOLO IDRAULICO



Per assicurare un corretto funzionamento di una centralina idraulica si deve tener conto di diversi fattori, vediamo insieme quali sono:

- **Sbalzi e picchi di pressione** causati da valvole o contraccolpi sostenuti dai cilindri idraulici. Per questo motivo gli strumenti di misura della pressione devono essere protetti adeguatamente. Una soluzione collaudata è rappresentata dall'impiego degli esclusori che sono azionati solo in caso di necessità, oppure da una presa di pressione e relativo manometro digitale per una lettura più precisa.

## Preparazione

L'impianto deve essere ancorato su un piano orizzontale fisso, utilizzando gli appositi fori di fissaggio; qualora fosse necessario uno spessoramento, questo deve garantire stabilità e non permettere spostamenti di equilibrio durante il funzionamento. Occorre assicurare l'accessibilità, con uno spazio di almeno un metro su tre lati, per agevolare la manutenzione, l'allacciamento ai vari servizi, le connessioni alle tubazioni e un'adeguata aerazione.

Occorre garantire la massima pulizia dell'impianto:

- **Per l'ambiente:**  
Mantenere puliti e all'occorrenza ripulire accuratamente i gruppi motopompa, i componenti, le tubazioni (per esempio, mediante decapaggio, se sottoposte a operazioni di saldatura, curvatura a caldo, ecc.).
- **Per i fluidi idraulici:**  
Verificare accuratamente l'assenza di sporcizia e umidità; nel serbatoio non devono penetrare sporcizia e inquinanti. Riempire e rabboccare il serbatoio esclusivamente con fluido filtrato e attraverso i punti di riempimento previsti. L'eventuale verniciatura interna del serbatoio deve essere compatibile con il fluido idraulico utilizzato.
- **Per le parti prelevate da magazzino:**  
Se non sono state preventivamente lubrificate o trattate con liquidi anticorrosione, possono presentare depositi e morchie che vanno rimossi con solventi adeguati. Verificare l'integrità dei componenti da installare.

## Connessioni idrauliche

Lo schema oleodinamico riporta la dimensione delle utenze, quale riferimento per le tubazioni di collegamento da eseguire in campo (vedi Allegato 2), a cura dell'utilizzatore, se non diversamente specificato. Per una corretta esecuzione dei collegamenti oleodinamici rispettare i seguenti punti:

- Per tubazioni flessibili, contattare il progettista del sistema per le dimensioni e le caratteristiche (è preferibile l'utilizzo di tubi flessibili corti, in modo da ridurre le vibrazioni e i rumori trasmessi).
- Per tubi in gomma flessibili, si raccomanda di seguire scrupolosamente le specifiche dei costruttori per assemblaggio, scelta dimensionale, resistenza alla pressione, tempi di utilizzo e raggio di curvatura.

- Per l'utilizzo dei tubi flessibili si raccomanda l'utilizzo di catene o dispositivi di trattenimento adeguati (tipo STOP-FLEX) e si raccomanda la regolare sostituzione dei tubi secondo quanto previsto dal produttore del tubo stesso.
- Per tubazioni rigide, impiegare esclusivamente tubi in acciaio trafilato a freddo senza saldatura, compatibili con i valori di pressione massima e portata, indicati sullo schema idraulico. Si consiglia di fissare i tubi con apposite staffe ad intervalli regolari.
- Accertarsi che i tubi siano collegati correttamente e che flange e raccordi siano serrati a fondo.
- I tubi e i raccordi vanno scelti in funzione della pressione di esercizio e della portata.
- Per la realizzazione delle tenute evitare di utilizzare canapa e mastici perché possono produrre detriti e generare disfunzioni.
- Si raccomanda di ridurre il più possibile curve e sagomature dei tubi.

L'esecuzione delle tubazioni deve consentire la manutenzione e rimozione dei vari componenti; ogni tratto di tubazione deve essere smontato senza interessare altri componenti; i tubi vanno adeguatamente supportati per contenere le vibrazioni e non devono consentire o creare un possibile piano di calpestio; i tubi non vanno utilizzati per supportare componenti pesanti che possono deformarli o danneggiarli.

Per la scelta dei fluidi idraulici attenersi alle norme ISO VG 51524, ISO VG 51519; per fluidi difficilmente infiammabili utilizzare la norma DIN 24317, verificare sempre la compatibilità con tutti i componenti dell'impianto. In funzione dei requisiti dell'impianto porre attenzione a:

- Viscosità del fluido idraulico
- Campo di temperatura d'esercizio
- Tipo di miscela delle guarnizioni dei componenti

## Connessioni elettriche

L'allacciamento elettrico del motore e di eventuali altri dispositivi elettrici, devono essere realizzati con cura e responsabilità del Cliente.

Controllare che tensione e frequenza siano quelle specificate sui componenti e sullo schema di riferimento.

Verificare che il collegamento del motore elettrico sia come specificato sulla targa MOTORE stesso.

Per le connessioni di elettrovalvole e altri componenti elettrici, si rimanda alle caratteristiche elettriche riportate sulle schede tecniche e sullo schema idraulico.

Di seguito viene riportata la procedura di manutenzione di una centralina oleodinamica.

- **ISPEZIONE**

I punti più importanti dell'ispezione sono i seguenti:

1. Verifica del livello del fluido nel serbatoio
2. Verifica dell'efficienza dello scambiatore (aria-acqua)
3. Verifica visiva della tenuta dell'impianto nei confronti dell'ambiente esterno
4. Verifica della temperatura del fluido idraulico in esercizio e dei componenti.
5. Verifica delle pressioni
6. Verifica della velocità degli attuatori (deve essere coerente con le prestazioni)
7. Verifica della corrente assorbita
8. Verifica isolamento connessioni elettriche
9. Verifica dei dispositivi PED devono essere verificati e ricollaudati a cura dell'utilizzatore a intervalli stabiliti in accordo con le normative vigenti
10. Misura delle perdite di fluido per trafileamento
11. Verifica delle caratteristiche chimiche del fluido idraulico
12. Verifica dell'inquinamento dei filtri: per i filtri di profondità la verifica visiva non è possibile
13. Verifica degli indicatori dei filtri, se previsti
14. Verifica della precarica degli accumulatori con apposita strumentazione
15. Verifica e sostituzione delle tubature flessibili, secondo quanto previsto dal costruttore
16. Verifica della rumorosità
17. Verifica del grado di inquinamento del fluido idraulico
18. Verifica del sistema di tubazioni (tubi rigidi e flessibili)

**IMPORTANTE:** La verifica visiva consente solo una valutazione grossolana del fluido (torbidità, emulsione o schiuma, colore più scuro rispetto al fluido nuovo, deposito di fondo nel serbatoio). Per la verifica completa del grado di inquinamento del fluido si possono adottare tre metodi:

1. Determinazione gravimetrica dei solidi su un volume prefissato di liquido (per esempio 100 cm<sup>3</sup>), con pesatura dell'elemento filtrante prima e dopo la filtrazione: consente di quantificare la presenza di solidi in mg/L
2. Conteggio selettivo delle particelle con appositi strumenti contatori e Classificatori
3. Indagine al microscopio

**ATTENZIONE:** I tubi rigidi e flessibili danneggiati vanno prontamente sostituiti.

- **CONSERVAZIONE**

Per motivi di sicurezza nessun raccordo, attacco o componente può essere scollegato con l'impianto in pressione e/o in funzione. Si raccomanda di mantenere pulito l'impianto esternamente per evitare che sostanze estranee possano penetrare nel serbatoio e per una rapida localizzazione di eventuali fughe. Per queste operazioni non utilizzare solventi, sgrassanti e detergenti che possono inquinare il fluido.

I più importanti interventi di manutenzione mensili comprendono i seguenti:

- **Pulizia esterna**

È necessario mantenere PULITO l'impianto esternamente, evitando l'uso di acqua, solventi, sgrassanti e detergenti che possano contaminare il fluido. L'impianto pulito consente una facile localizzazione di eventuali trafiletti o perdite

- **Verifica delle tenute e delle tubazioni**

Esaminare tutte le tubazioni verificando che non vi siano perdite e riparare o sostituire quelle difettose, verificando il corretto serraggio dei raccordi.

- **Verifica della pressione**

Verificare la pressione principale e quelle secondarie, annotando eventuali variazioni sul registro, se necessario ripristinare il valore previsto; frequenti variazioni spontanee della pressione indicano una probabile usura della valvola limitatrice o della pompa.

- **Verifica del livello del fluido**

Verificare il livello e ripristinarlo se necessario; diminuzioni sensibili indicano trafileamenti verso l'esterno. Mediamente ogni 3.000 ore di funzionamento occorre cambiare il fluido. Eventuali rabbocchi sono da eseguire seguendo le procedure di riempimento precedentemente esposte. Il fluido invecchiato o inquinato non può essere migliorato con l'aggiunta di fluido nuovo

- **Verifica della temperatura del fluido**

Verificare la temperatura perché degli aumenti, non dovuti a condizioni ambientali, sono sintomo di malfunzionamenti o trafileamenti eccessivi.

- **Verifica dei filtri**

Dopo le prime 100 ore di funzionamento, verificare la pulizia dei filtri. Controllare gli indicatori di intasamento filtri e nel caso sostituire gli elementi filtranti.

Prestare particolare attenzione ai filtri in aspirazione

- **Manutenzione scambiatori di calore**

Per gli scambiatori ad aria è importante mantenere pulito il pacco radiante per non ridurne l'efficienza, pulirlo quindi periodicamente con aria compressa, soffiando in senso contrario al flusso normale;

Per gli scambiatori ad acqua occorre, ogni sei mesi, eliminare i depositi calcarei sul lato acqua, che ne limitano l'efficienza, utilizzando liquidi appositi o soluzioni, secondo le prescrizioni del costruttore.

- **Manutenzione accumulatori**

Le operazioni sugli impianti comprendenti accumulatori sono consentite solo dopo la depressurizzazione totale della pressione idraulica.

- Non è ammesso eseguire sugli accumulatori operazioni di saldatura o di lavorazioni meccaniche di alcun genere.

- Interventi di riparazione non autorizzati possono provocare gravi incidenti. Perciò ogni intervento di riparazione sugli accumulatori è ammesso solo da parte dell'assistenza autorizzata dal costruttore degli stessi.

- Per il ripristino della precarica, utilizzare esclusivamente azoto, caricandolo con apposito strumento, seguendo scrupolosamente le indicazioni fornite dal costruttore dello stesso

- Per un corretto funzionamento è necessario controllare periodicamente la pressione di precarica con apposito strumento.

- **RIPARAZIONE E RIPRISTINO**

La premessa per la riparazione e il ripristino del sistema è una ricerca sistematica delle avarie. A tal scopo sono necessarie precise conoscenze del funzionamento sia dei singoli componenti, sia dell'intero impianto.

Deve essere inoltre disponibile e consultabile tutta la documentazione occorrente (schemi, distinte, disegni, ecc.). Inoltre, soprattutto per i grandi impianti, devono essere disponibili e utilizzabili apparecchi di misura (termometro, multimetro elettrico, oscilloscopio industriale, cronometro, un misuratore di giri, ecc.) e mezzi di sollevamento.

Durante la riparazione prestare particolare attenzione alla pulizia; prima di rimuovere qualsiasi componente eseguire un'accurata pulizia delle zone circostanti.

Come regola generale i componenti difettosi o guasti non vanno riparati sul posto, poiché di solito, non esistono in loco attrezzature e adeguate condizioni di pulizia.

Sul posto si devono eseguire, se possibile, solo sostituzioni di componenti completi, operando nel modo seguente:

- Tenere l'impianto smontato e aperto solo per il tempo strettamente necessario al ripristino
- Contenere le perdite di fluido ripulendo immediatamente
- Ridurre al minimo i tempi di fermo impianto, provvedendo alla sostituzione dei componenti guasti con altri nuovi o preventivamente riparati

Di fondamentale importanza, una volta localizzati i componenti difettosi, è la verifica se, a causa del guasto, l'intero sistema o parte di esso abbia subito conseguenze; in modo particolare, verificare se particelle metalliche o frammenti di altro tipo possano essersi insinuate nel sistema.



- **MONTAGGIO/SOSTITUZIONE MOTORE ELETTRICO, POMPA O GIUNTI**

- Verificare che il semigiunto lato motore scorra liberamente sull'albero; nel caso di pompe con albero conico bloccare il giunto con il dado previsto
- Prima di montare il motore, verificare che tra il piano della lanterna e il pacco dei giunti ci sia uno spazio da 1÷3 mm con i vari componenti accoppiati
- Montando il motore o la pompa, verificare l'allineamento e l'assenza di carichi assiali o radiali sui cuscinetti e sulla pompa.

- **FERMATA TEMPORANEA DELL'IMPIANTO**

Una fermata dell'impianto inferiore a 2 mesi non richiede particolari precauzioni purché sia mantenuto pulito e protetto.

Al riavvio potrebbe essere necessario sfiatare aria dal circuito.

Se la sosta è superiore a 2 mesi, si consiglia di ridurre la precarica degli accumulatori e svuotare l'acqua dagli scambiatori di calore (specie se la temperatura scende sotto 0 °C); avviare ogni 2 mesi l'impianto a pressione minima, per alcuni minuti, assicurando lubrificazione ai componenti.

Al riavvio occorre seguire le indicazioni di messa in servizio ed in particolare:

- Verificare che il fluido non sia alterato, eventualmente sostituirlo con uno nuovo
- Verificare tutte le tenute verso l'esterno ed eventualmente sostituire le guarnizioni dei piani di posa delle valvole
- Verificare le tenute dei raccordi ed eventualmente serrarli.

## SERBATOIO



L'impianto oleoidraulico può fornire le migliori prestazioni, la più alta affidabilità e la più lunga durata solo se il fluido è opportunamente condizionato, ossia: filtrato, per rimuovere le particelle solide estranee; raffreddato (o riscaldato) per mantenere le escursioni di temperatura entro limiti compatibili con la viscosità e la durata richiesti al fluido e con le caratteristiche dei materiali costituenti il sistema. Queste funzioni sono svolte separatamente da apparecchiature specifiche, rispettivamente filtri e scambiatori di calore, e contemporaneamente dal serbatoio, la cui corretta esecuzione assume dunque un'importanza fondamentale.

### **FUNZIONI DEL SERBATOIO**

Il serbatoio, che è un componente di un impianto idraulico, deve essere progettato non solo per contenere il fluido, ma anche per realizzare, almeno parzialmente, le seguenti funzioni: raffreddamento del fluido (eccezionalmente riscaldarlo per renderlo sufficientemente fluido prima dell'avviamento dell'impianto); separazione delle particelle contaminanti; separazione dell'aria e dell'acqua contenute nel fluido. Nel primo caso, infatti, l'azione del serbatoio si affianca a quella di apparecchiature specifiche (scambiatori di calore e filtri rispettivamente); nel secondo caso si può fare affidamento solo sul suo adeguato dimensionamento e la corretta costruzione.

## **DIMENSIONAMENTO DEL SERBATOIO**

Il serbatoio va dimensionato in modo da consentire al fluido di rimanere al suo interno un tempo sufficiente per subire i trattamenti sopra indicati. Tale durata dipende evidentemente dalle particolari situazioni operative e ambientali. Nelle applicazioni normali, il volume del serbatoio deve essere pari ad almeno 9 volte la portata della pompa espressa in l/min se l'impianto lavora in servizio intermittente; 5 ÷ 6 volte la portata della pompa se lavora in servizio continuo (fino a un massimo di 10 ÷ 15 volte in condizioni particolarmente gravose). Ricordiamo che le dimensioni del serbatoio, unitamente ad altre caratteristiche generali delle centraline oleoidrauliche per impianti di piccola e media potenza, sono oggetto di norma UNI (precisamente UNI 7099-72 per le centraline con motore elettrico ad asse verticale e pompa immersa; UNI 7100-72 per centraline con motore elettrico ad asse orizzontale e pompa esterna).

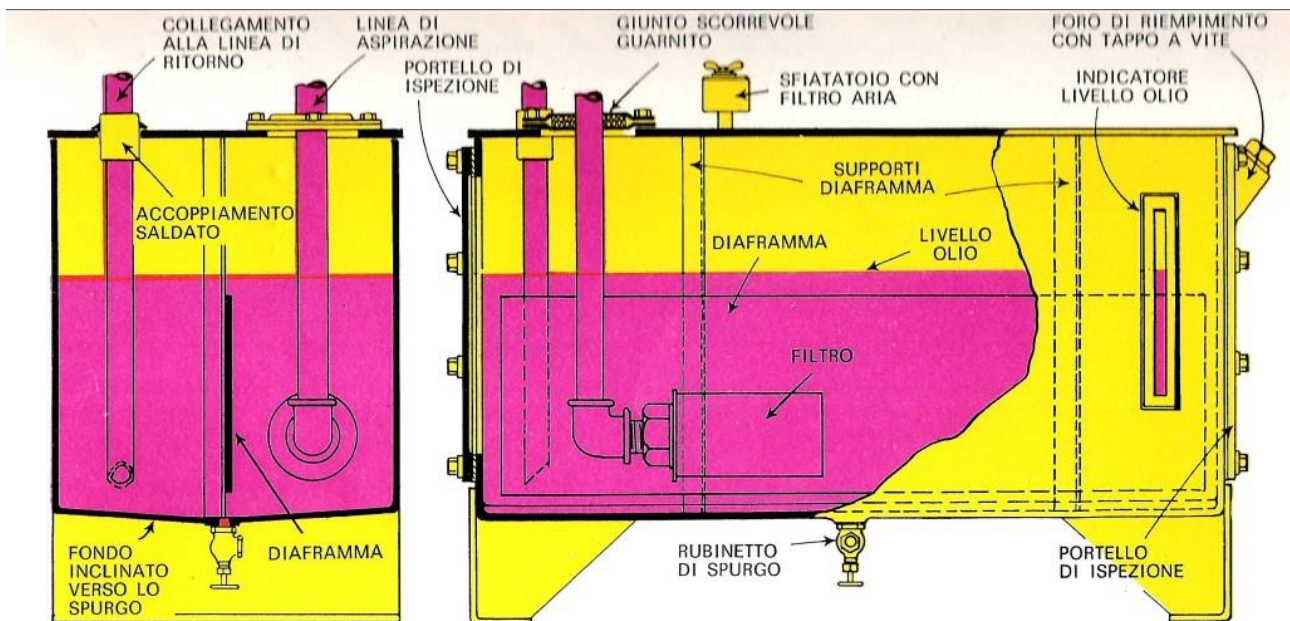
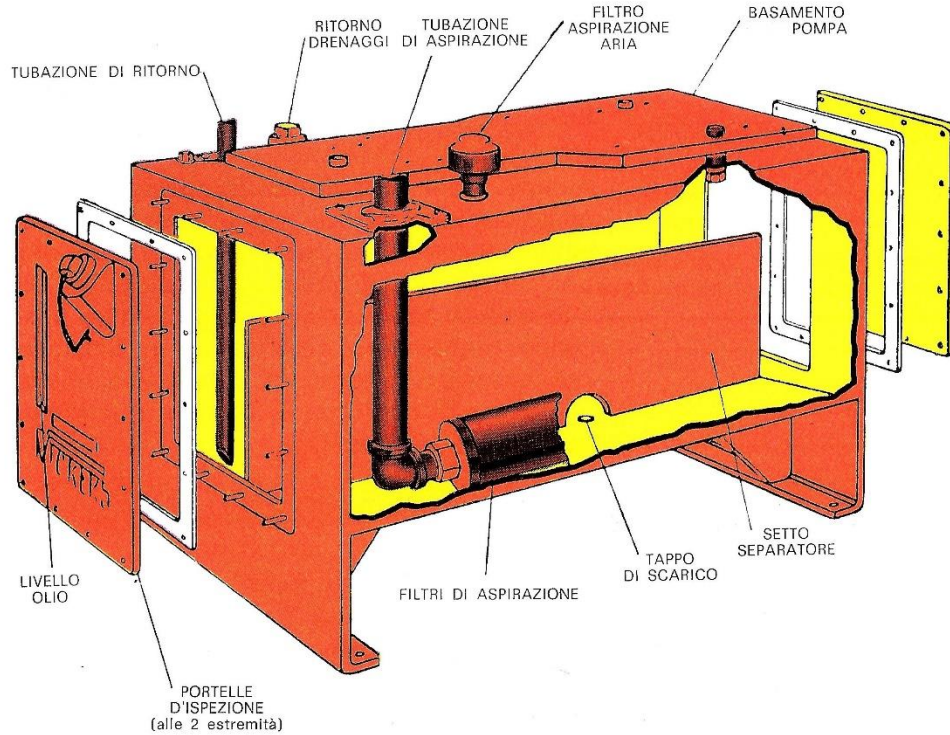
### **VERIFICA DEL VOLUME**

Individuato in tal modo un valore di primo tentativo, bisogna verificare che in qualsiasi condizione prevedibile di funzionamento dell'impianto sia presente nel serbatoio un volume minimo di fluido, in modo da non scoprire l'aspirazione della pompa. Questa verifica assume particolare importanza, fino a diventare restrittiva, nel caso in cui vi siano sfasamenti fra il prelievo e la restituzione del fluido al serbatoio (ad esempio riempimento di cilindri a semplice effetto). In ogni caso occorre prevedere un cuscinio d'aria pari al 10-15% del volume, in modo da compensare le dilatazioni termiche del fluido.

### **CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DEI SERBATOI**

I piccoli serbatoi (capacità fino a 20 dm<sup>3</sup> circa) sono costruiti in lega leggera pressofusa, con nervature o alettature per favorirne il raffreddamento. I serbatoi di dimensioni superiori sono realizzati in esecuzione saldata, usando lamiera laminata a caldo di buona qualità esente da ossidazioni e opportunamente pulita e decapata. La superficie interna del serbatoio va verniciata con vernici compatibili col fluido usato. Generalmente le vernici normali compatibili con olio minerale sono sciolte dai fluidi sintetici non acquosi; quelli a base d'acqua producono il distacco di scaglie di vernice se questa non aderisce bene alle pareti, poiché in tal caso il fluido s'insinua nelle discontinuità e l'acqua in esso contenuto fa arrugginire la lamiera. Una corretta esecuzione del serbatoio, con particolare riferimento a impianti di media e grossa potenza funzionanti con continuità, è schematizzata come nel disegno sotto.

Si richiama l'attenzione sui seguenti punti: Il serbatoio è ispezionabile in ogni suo punto interno attraverso i due portelloni laterali. Uno dei portelloni porta il bocchettone di caricamento, provvisto di maglia metallica fine per trattenere eventuali corpi estranei presenti nel fluido. Il tappo del bocchettone è trattenuto per impedire che cada durante le operazioni di riempimento e si sporchi.



Il serbatoio comunica con l'esterno attraverso uno sfiatatoio con filtro d'aria incorporato. Nei circuiti in cui la differenza fra la portata prelevata e quella resa può essere momentaneamente elevata, lo sfiato d'aria è indipendente e di adeguate dimensioni, per impedire sovrappressioni rispetto all'atmosfera. Negli altri casi, lo sfiato e il filtro sono incorporati nel tappo di chiusura del bocchettone. In ambienti particolarmente polverosi, risulta conveniente pressurizzare il serbatoio (pochi decimi di bar). Tenere comunque presente che se il volume del serbatoio supera 253 dm e la pressione supera 0,05 bar, occorre il collaudo dell'USSL. Il serbatoio è diviso longitudinalmente da un setto in lamiera, di altezza pari a circa 2/3 del livello normale del fluido, la cui funzione è di separare la zona di aspirazione della pompa da quella di ritorno del fluido. In tal modo s'impedisce che il fluido caldo restituito dall'utenza sia subito riaspirato dalla pompa, con un "cortocircuito" all'interno del serbatoio, senza poter raffreddarsi e decantare eventuali sostanze inquinanti. x Le tubazioni di ritorno e di aspirazione, ovviamente situate da parte opposta rispetto al setto separatore, devono avere delle connessioni a tenuta stagna, in modo da impedire l'ingresso di sostanze inquinanti, ma al tempo stesso devono consentire un agevole smontaggio degli eventuali filtri. Le tubazioni di aspirazione e di ritorno, devono terminare al di sotto del pelo libero minimo del serbatoio di un'altezza pari a circa 100 mm per impedire la formazione di vortici che inglobano dell'aria nel fluido. Sia la tubazione di aspirazione che quella di ritorno devono essere tagliate a 45° (col taglio orientato verso la parete in modo che il fluido aspirato o scaricato la lambisca e si raffreddi) e devono terminare a un'altezza dal fondo pari almeno a 1,5 volte il diametro, per evitare di rimuovere eventuali sostanze sedimentate. Lo scarico dei drenaggi deve terminare sopra il pelo libero massimo, al fine di evitare contropressioni. Il fondo del serbatoio deve essere concavo verso il centro o comunque inclinato, da una parte, in modo da poter evacuare agevolmente la condensa e lo sporco mediante lo scarico di fondo. Il fondo del serbatoio deve essere rialzato rispetto al pavimento per consentire la libera circolazione dell'aria ambiente e aumentare quindi il calore dissipato.

Per comodità di svuotamento, lo scarico di fondo è provvisto di tubazione chiusa da saracinesca. Per la stessa ragione, l'altezza dello scarico del serbatoio rispetto al pavimento deve essere tale da consentire l'uso di adatti recipienti. Sul coperchio superiore del serbatoio sono normalmente montate le valvole, i manometri e, generalmente anche, il gruppo motore-pompa. Per evitare che durante le operazioni di manutenzione di tali apparecchiature il fluido versato sul serbatoio coli per terra, è opportuno che il coperchio sia a bacinella, dotato di rubinetto di scarico.

Negli impianti destinati a funzionare in assenza di controllo dell'operatore, o comunque in ogni caso se si vogliono realizzare condizioni di sicurezza, è bene installare nel serbatoio: Due livelli elettrici di cui uno di minimo livello che fornisce un segnale di allarme e un altro posto al limite inferiore di salvaguardia della pompa, che arresta il motore elettrico di azionamento. Un termostato che controlli l'inserimento di riscaldatori, apertura della valvola dell'acqua allo scambiatore di calore o allarme e arresto dell'impianto nel caso di anomalo aumento della temperatura. In commercio sono reperibili serbatoi standard di diverse capacità (Fig. 7.2) e inoltre gli accessori occorrenti per il montaggio, generalmente sul serbatoio stesso, del gruppo moto-pompa e cioè delle lanterne e supporti per il corretto fissaggio della pompa (Fig. 7.2) e i giunti di accoppiamento con il motore elettrico (Fig. 7.3).

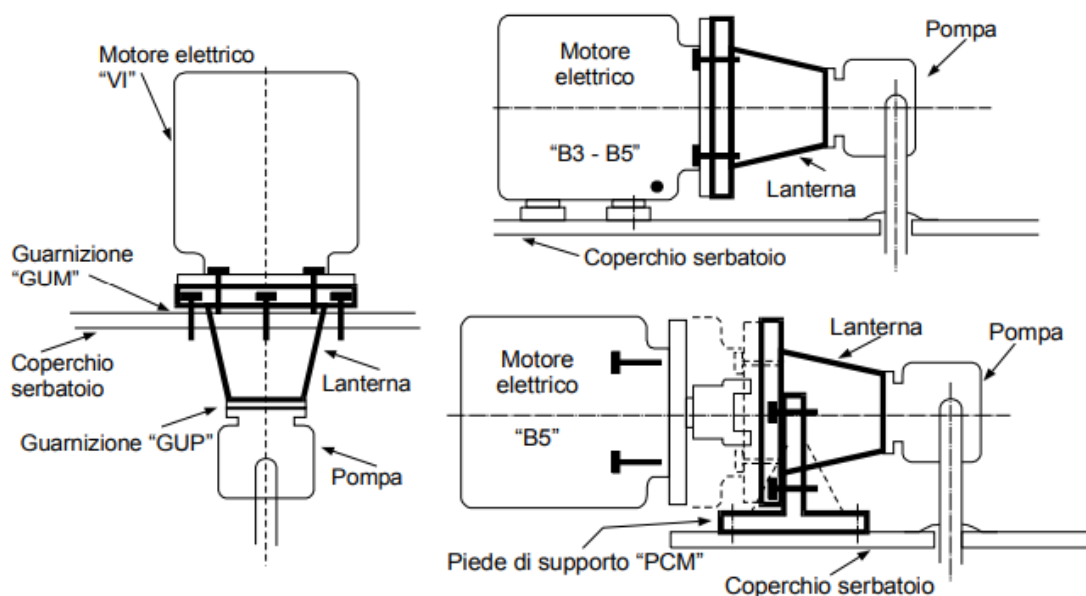
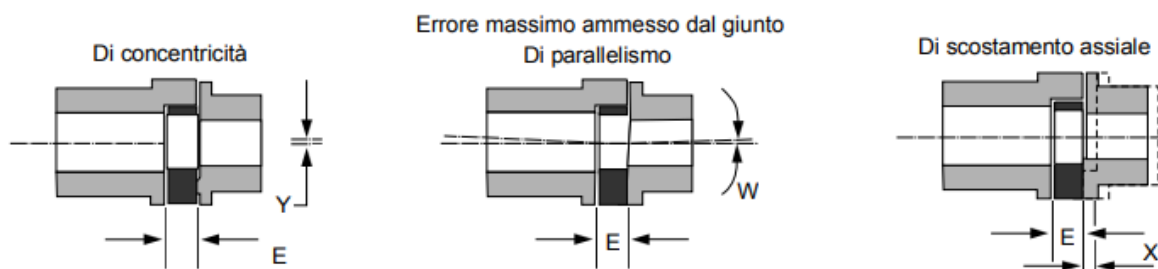


Fig. 7.2



GRANDEZZA SEMIGIUNTI	SGE.*00	SGE.*20	SGE.*30	SGE.*40	SGE.*50	SGE.*60	SGE.*80	SGE.*90
Distanza fra i segmenti _C	16	20	24	26	28	30	40	45
Concentricità = Y	0,10		1,00		1,40		1,80	
Parallelismo = W	1°30'							
Scostamento assiale = X	1,20	1,50	1,80	2,00	2,10	2,20	3,00	3,40

Fig. 7.3

Per evitare l'emulsione di aria nell'olio, la formazione di condensa nel serbatoio e la conseguente ossidazione provocata dal contatto aria/olio, la turbolenza e l'inquinamento dell'olio in ambienti molto polverosi, sono state ideate delle sacche di compensazione (figura 7.4). Il principio di azione consiste nel separare il fluido idraulico contenuto nel serbatoio dall'ambiente esterno, per mezzo di una sacca sintetica perfettamente deformabile e che può essere posta sia all'interno sia all'esterno del serbatoio.

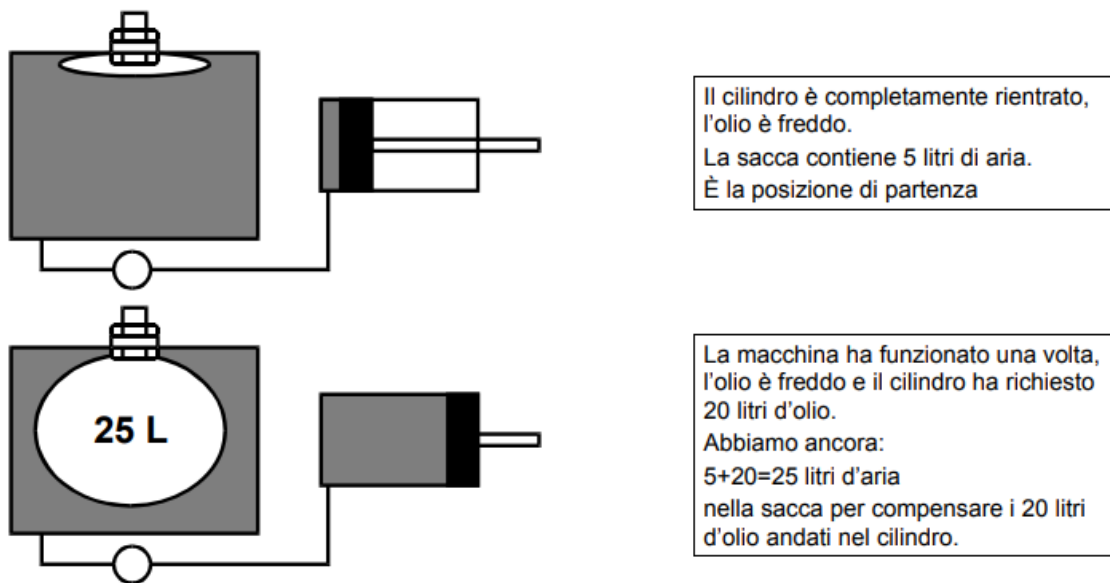


Fig. 7.4