

Accessori oleodinamici

(Edizione del 30/5/2016)

Questo termine indica una serie di elementi che sono installati in un circuito oleodinamico e che servono per il corretto funzionamento dell'impianto. La loro funzione è d'importanza fondamentale e per il loro impiego è opportuno conoscerne le caratteristiche tecniche. Li possiamo classificare:

- Filtro
- Accumulatore
- Scambiatore di calore
- Innesti rapidi
- Giunti girevoli e rotanti
- Strumenti di misura pressione, portata, temperatura (*in preparazione*)
- Filettature, raccorderia in genere (se interessati vedere sito: corsi.tecniche.nuove.com)
- Tubi rigidi e flessibili (se interessati vedere sito: corsi.tecniche.nuove.com)

Filtro.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
Funzionamento del filtro.	3
L'importanza del filtro.....	4
Il potere assoluto di filtrazione e il rapporto di filtrazione β.	7
Installazione del filtro	9
Apparecchi per il controllo della contaminazione.	12
Flussaggio.....	13
Accumulatore idraulico / idropneumatico	14
Scambiatori di calore.....	31
Innesti rapidi.....	50
Giunto girevole e giunto rotante.....	64

Filtro

Premessa. La filtrazione e i sistemi di filtraggio sono una materia complessa e molto vasta che richiede una profonda preparazione e conoscenza dell'argomento.

I principali costruttori di filtri mettono a disposizione la loro documentazione tecnica per chi vuole approfondire questo settore.

Per la nostra formazione di base dobbiamo sapere che per garantire il corretto esercizio di un circuito oleodinamico, l'olio deve avere in partenza e mantenere delle caratteristiche di pulizia che garantiscono un funzionamento affidabile dell'impianto.

Poiché non è possibile avere un olio e un circuito oleodinamico esenti da impurità, bisogna cercare un compromesso tra le impurità tollerate e il grado di filtrazione che soddisfi le esigenze dell'impianto.

L'elemento che assicura un grado di pulizia del fluido stabilito dal progetto è il **filtro**.



Fotografia di un filtro Donaldson tipo W033

Il fluido idraulico più utilizzato nei circuiti oleodinamici è l'olio minerale.

Il processo di raffinazione per ottenere olio minerale dal petrolio greggio viene definito "distillazione frazionata".



Ciascun elemento del greggio evapora a differenti temperature

L'olio minerale viene isolato alla temperatura di 340°C e trasformato in vapore.

Quando il vapore si raffredda, si condensa allo stato liquido.

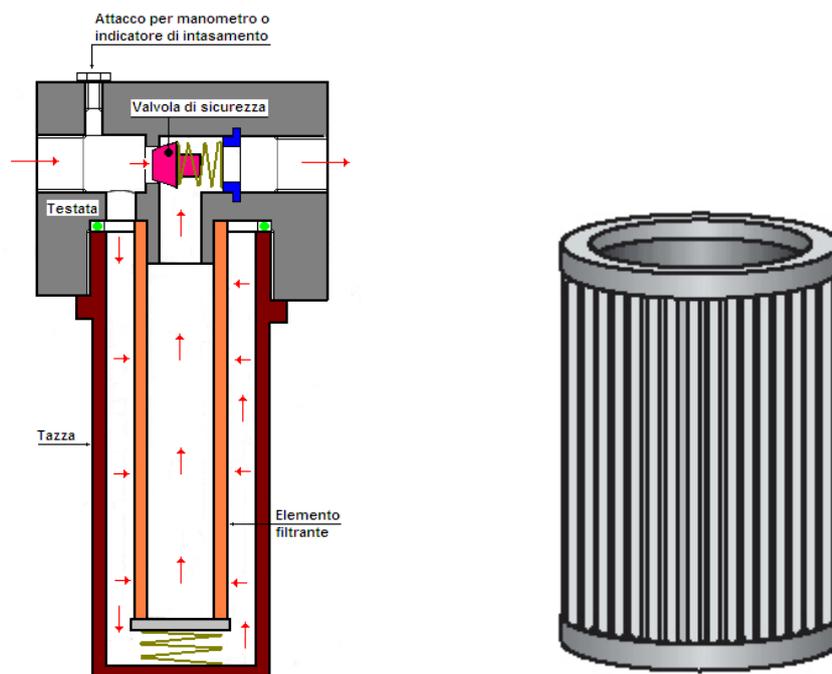
Una volta distillato la densità dell'olio minerale può essere testata e corretta.

Gli oli minerali sono considerati infiammabili e hanno la tendenza a diluirsi quando la temperatura aumenta e di condensarsi quando la temperatura diminuisce.

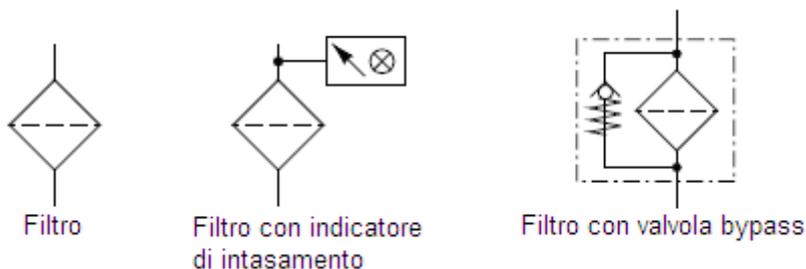
La viscosità è il parametro più importante per definire un olio idraulico e indica la resistenza che le particelle del fluido incontrano a scorrere le une sulle altre.

Per una più approfondita conoscenza dei fluidi idraulici e per un corretto impiego applicativo bisogna consultare le caratteristiche tecniche dei fornitori di olio idraulico.

Sezione di un filtro



Simboli ISO per filtro



Funzionamento del filtro.

Il **filtro** è un elemento di fondamentale importanza in un circuito perché la sua funzione è di trattenere le impurità. L'olio entra nel filtro ed è obbligato a passare attraverso la cartuccia (elemento) filtrante che trattiene le impurità prima di raggiungere l'uscita.

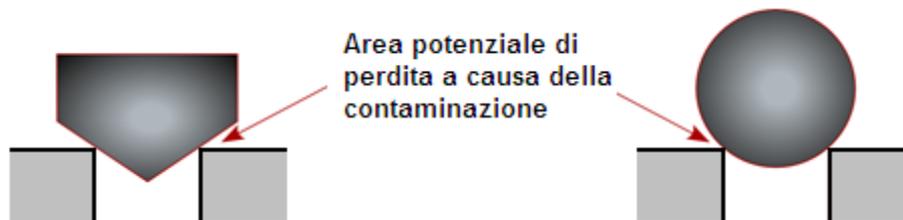
Nel caso in cui l'elemento filtrante s'intasa a causa delle impurità da esso trattenute, (cioè ha raggiunto la sua capacità di accumulo), la pressione in uscita diminuisce e quindi permette l'intervento della valvola di sicurezza che si apre per proteggere il filtro e per garantire comunque il passaggio di olio, perché è preferibile fare passare dell'olio sporco piuttosto che bloccare il passaggio. Come ulteriore protezione si possono installare sul filtro degli indicatori di intasamento di tipo ottico oppure che danno un segnale elettrico tramite un pressostato o un vuotostato se il filtro è montato in aspirazione.

L'elemento filtrante, chiamato anche setto filtrante, in generale consiste in:

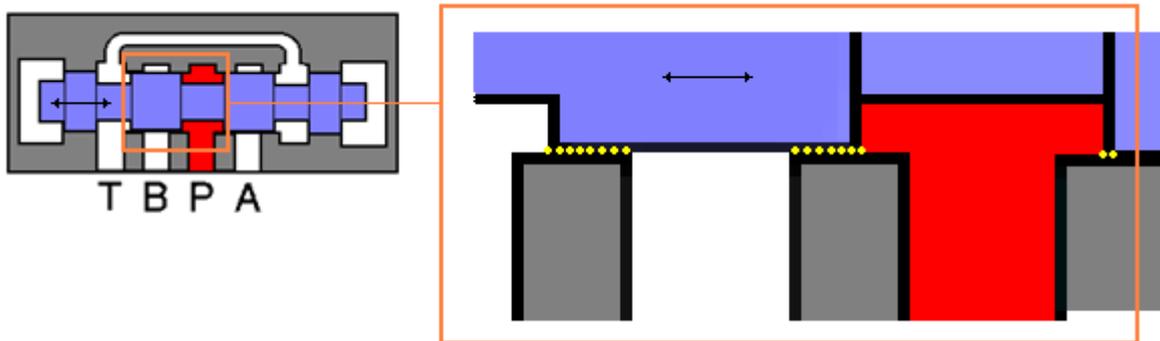
- Rete di maglia quadra con precise dimensioni di passaggio e diversi strati per ottenere filtrazioni fino a 25 μm .
- Cellulosa/Carta impregnata con resine per filtrazioni fino a 25 μm , idonee per assorbire l'acqua.
- Tessuto in microfibra inorganica per formare un labirinto per filtrazioni fino a 6 μm

L'importanza del filtro.

Una delle principali cause dei guasti è dovuta alla contaminazione solida presente nel circuito idraulico che genera un'usura meccanica che può provocare l'inzeppamento delle valvole, il peggioramento del rendimento delle pompe/motori con aumento dei trafilamenti interni, aumenti della temperatura del circuito, la diminuzione della resistenza a fatica dei cuscinetti fino al fermo dell'impianto o della macchina idraulica con conseguente spese di manutenzione e costi di ricambi.



Una piccola scaglia di limatura che si ferma sulla sede del cono o della sfera compromette la tenuta del sistema.



Il movimento della spola trascina le impurità (i puntini gialli), che se hanno dimensioni superiori alla tolleranza del dispositivo, col tempo rovinano la sede del distributore compromettendo la tenuta della valvola. La contaminazione solida, se non rimossa mediante una filtrazione adeguata, provoca un fenomeno definito " reazione a catena dell'usura" tale da causare altri guasti precoci ai componenti del sistema.

Le cause della contaminazione dell'olio idraulico sono:

- Contaminazione iniziale: presente nei cilindri, fluidi idraulici, motori e pompe, valvole, tubazioni, serbatoi, guarnizioni, residui di saldatura, teflon, ecc.
- Contaminazione di esercizio: componenti dotati di movimenti relativi, pompe, motori, cilindri, cuscinetti, ecc.

- Contaminazione che è introdotta in sede di manutenzione: durante gli smontaggi e i rimontaggi, in fase di riempimenti o rabbocchi del fluido idraulico.
- Contaminazione introdotta durante il funzionamento del circuito idraulico :per difetti di tenuta verso l'ambiente esterno, attraverso valvole di sfiato imperfette, attraverso gli steli dei cilindri e aperture dei serbatoi.

E' necessario che il fluido idraulico sia portato a un livello di pulizia idoneo richiesto dall'elemento più sensibile alla contaminazione (valvola, pompa, distributore, serbatoio ecc.) **prima** del riempimento del serbatoio e in seguito facendo particolare attenzione alla fase di avviamento dove l'olio raggiunge i massimi livelli di contaminazione dovuto al suo passaggio in tutte le parti del circuito in cui raccoglie le impurità.

Il livello di contaminazione è definito dal numero di particelle di determinate dimensioni presenti nell'unità di volume del fluido e quindi codificato in classi di contaminazione, secondo le normative internazionali ISO o NAS americane.

La norma che definisce la classe di contaminazione è la ISO 4406 o la NAS 1638.

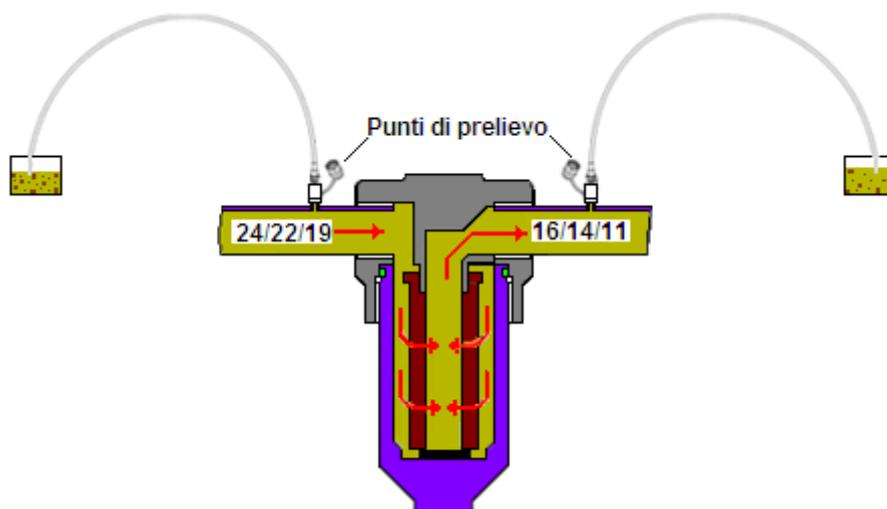
ISO 4406: stabilisce il sistema di codificazione del livello di contaminazione da particelle solide.

La classe di contaminazione, secondo questa normativa, è data da **3 numeri** che indicano il numero di particelle per **1 ml** (un millilitro) con dimensioni maggiori di 4, 6 e 14 μm (c).

(c) significa taratura "certificata" secondo ISO 11171.

ISO 11171 Taratura dei contatori automatici di particelle per liquidi.

Esempio per spiegare la classe di contaminazione.



Il disegno sopra e la tabella che segue servono per illustrare la norma ISO 4406.

Si prelevano in entrata e in uscita i due campioni di olio tramite una presa di pressione rispettando le procedure di campionamento fornite dal costruttore del filtro.

I due campioni contenuti nelle provette sono controllati con un contatore elettronico di particelle e lo strumento rilascia un documento in cui è riportato il numero e la grandezza in micron delle particelle.

La norma stabilisce di considerare solo le particelle con **tre** dimensioni:

> 4 μm ; > 6 μm , >14 μm e il loro numero.

È semplice scrivere la classe di contaminazione dell'olio in entrata e in uscita con l'aiuto della tabella sotto.

L'olio in uscita avrà un numero di particelle inferiori perché una loro parte è stata fermata dal filtro.

Tabella ISO 4406		
Codice ISO	Particelle per millilitro	
	più di	fino a (incluso)
24	80.000	160.000
23	40.000	80.000
22	20.000	40.000
21	10.000	20.000
20	5.000	10.000
19	2.500	5.000
18	1.300	2.500
17	640	1.300
16	320	640
15	160	320
14	80	160
13	40	80
12	20	40
11	10	20
10	5	10
9	2,5	5
8	1,3	2,5
7	0,64	1,3
6	0,32	0,64

Entrata filtro

Dimensione particelle	Particelle per ml. contaminate	Numero particelle ammesse	Codice ISO
4 µm (c)	150.773	80.000 ÷ 160.000	24
6 µm (c)	38.363	20.000 ÷ 40.000	22
10 µm	8.300		
14 µm (c)	3.390	2.500 ÷ 5.000	19
21 µm	1.048		
38 µm	110		

Uscita filtro

Dimensione particelle	Particelle per ml. contaminate	Numero particelle ammesse	Codice ISO
4 µm (c)	490	320 ÷ 640	16
6 µm (c)	149	80 ÷ 160	14
10 µm	41		
14 µm (c)	15	10 ÷ 20	11
21 µm	5		
38 µm	1		

Codice ISO 4406: **21/18/15**

La classe di contaminazione sopradescritta indica un fluido contenente:

- tra 1.000.000 e 2.000.000 particelle ≥ 4 µm(c) per **100 ml**
- tra 130.000 e 250.000 particelle ≥ 6 µm(c) per **100 ml**
- tra 16.000 e 32.000 particelle ≥ 14 µm(c) per **100 ml**

In generale la classe **ISO 22/21/18** definisce il grado di contaminazione dell'olio quando è consegnato dal fornitore.

Per informazione: Equivalenza fondamentale 1litro = 1dm³

Unita'	Cubici	Equivalenza tra i cubici	Esponenziale
1 litro	1 dm ³	1000 cm ³	—
1 decilitro (dl)	1/10 dm ³	100 cm ³	10 ⁻¹ litri
1 centilitro (cl)	1/100 dm ³	10 cm ³	10 ⁻² litri
1 millilitro (ml)	1/1000 dm ³	1 cm ³	10 ⁻³ litri

Non confondere i litri con i cubici.

Il centilitro **non** è il cm³.

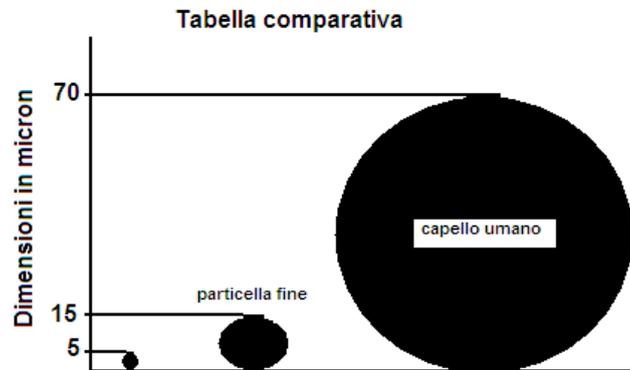
Esempio: una lattina di bibita contiene un volume di 33 cl = 330 cm³ = ~1/3 di litro.

Per ulteriore informazione indicativa:

- 1 cucchiaino da caffè = 5 ml
- 1 cucchiaino da tavola = 15 ml
- 1 tazzina da caffè = 50 ml
- 1 bottiglia di olio di oliva = 750 ml

Per definire le classi di contaminazione, secondo la norma ISO 4406, si utilizzano apparecchiature di controllo di alta precisione rispettando specifiche tecniche molto rigorose. Gli strumenti vanno dal microscopio a scansione elettronica, ai contatori automatici di particelle che utilizzano un raggio laser che conta l'interruzione del raggio al passaggio delle particelle.

Il micron (μm) è l'unità di misura per la contaminazione solida presente nei sistemi oleodinamici. Esso corrisponde alla millesima parte di 1 mm. (0,001 mm). La dimensione di un capello umano varia tra i 65 e i 78 μm .



La tolleranza costruttiva dei componenti oleodinamici varia sia per quanto riguarda ciascun costruttore sia per ogni elemento. Vale a dire che più le tolleranze sono strette, più l'elemento è di maggiore qualità e richiede un ottimo filtro.

Una pompa a ingranaggi ha una tolleranza media di 25 μm .

Due sono i parametri che determinano la qualità del filtro:

Il potere assoluto di filtrazione e il rapporto di filtrazione β .

Il **Potere di filtrazione assoluto** definisce il diametro (espresso in micron μm) della particella sferica più grande e indeformabile che può passare attraverso un mezzo filtrante in condizioni di prova in laboratorio con flusso costante e Δp basso.

Bisogna sapere che un filtro è costruito per trattenere le particelle di una certa dimensione ma che non è in grado di fermarle tutte perchè qualche impurità riesce a passare.

Bassi valori di potere assoluto di filtrazione e alti valori del **rapporto di filtrazione β** per particelle di piccole dimensioni concorrono a garantire buone caratteristiche di filtrazione.

È pertanto molto importante limitare, oltre alle dimensioni massime, anche il numero delle particelle di più piccole dimensioni che oltrepassano il filtro.

Questo dato tecnico è fornito dal costruttore, che dopo aver eseguito la prova di laboratorio conosciuta come "Multi-pass test" o (**Rapporto β**), determina l'efficienza/rendimento di filtrazione, quindi la capacità da parte di un filtro di catturare particelle.

La capacità di filtraggio è stabilita in dimensioni di micron delle particelle.

Un filtro da **5 μm** fermerà i contaminanti con una dimensione di **5 μm** o superiori.

Le particelle di dimensioni inferiori passeranno attraverso il filtro.

Se un filtro è valutato con un'efficienza del 100 % significa che tutte le impurità maggiori o uguali alla sua caratteristica (es: **5 μm**) saranno trattenute.

Se l'efficienza è inferiore al 100%, alcune particelle attraverseranno il filtro. L'efficienza del filtro è definita con il termine **rapporto β** che è calcolato nel seguente modo:

Per un filtro da **5 μm** , il rapporto **β** di **200** significa che per tutte le 200 particelle >di **5 μm** solo una di esse passa dal filtro (**$\beta = 200/1=200$**) e con un rapporto **β** di **2** vuol dire che per tutte le 200 particelle con dimensioni >di **5 μm** , 100 di esse maggiori di **5 μm** passeranno attraverso il filtro (**$\beta = 200/100= 2$**).

Quindi più alto è il valore di **β** , maggiore sarà l'efficienza del filtro.

In definitiva **β** indica la qualità del filtro.

Efficienza filtrante (%): = 100 - (100 : β)

$\beta x = 2$ significa = 50,00 %
 $\beta x = 20$ significa = 95,00 %
 $\beta x = 75$ significa = 98,70 %
 $\beta x = 100$ significa = 99,00 %
 $\beta x = 200$ significa = 99,50 %
 $\beta x = 1.000$ significa = 99,90 %

I costruttori riportano a catalogo valore di β per una scelta corretta del filtro in funzione dell'applicazione.

In generale è evidente che, all'aumentare della pressione di esercizio e al grado di sofisticazione dell'impianto, la filtrazione deve diventare sempre più efficace

Fare sempre riferimento ai cataloghi tecnici dei costruttori.

SETTI FILTRANTI E CLASSI DI CONTAMINAZIONE

I costruttori di componenti oleodinamici indicano la classe di contaminazione richiesta dai loro prodotti per un funzionamento ottimale. Per ottenere la classe di contaminazione richiesta, il setto filtrante UFI va scelto secondo la tabella sottostante:

Settori di applicazione	Banchi prova, aeronautica.	Aeronautica, robotica ind.le.	Robotica ind.le, macch. utensili di precisione.	Macchine ind.li ad elevata affidabilità. Trasmissioni idrostatiche.	Macchine ind.li, macchine movimento terra.	Macchine mobili.	Macchine per industria pesante.	Macchine agricole, impianti semplici, uso non continuativo.
Pompe/motori	-	Pistoni, variabile > 21 MPa	Pistoni, variabile < 21 MPa Palette, variabile > 14 MPa	Pist./pal., variabile < 14 MPa Pist./pal., fissa > 14 MPa	Pistoni, fissa < 14 MPa Palette, fissa > 14 MPa	Palette, fissa ingranaggi > 14 MPa	Palette, fissa ingranaggi < 14 MPa	Palette, fissa ingranaggi < 14 MPa
Valvole	Servovalvole > 21 MPa	Servovalvole < 21 MPa Proporzionali > 21 MPa	Proporzionali < 21 MPa A cartuccia > 14 MPa	A cartuccia < 14 MPa	A solenoide > 21 MPa	A solenoide < 21 MPa	A solenoide > 14 MPa	A solenoide > 14 MPa
Classe di contaminazione NAS 1638	4	5	6	7	8	9	10	11
Classe di contaminazione ISO 4406-1999	15/13/10	16/14/11	17/15/12	18/16/13	19/17/14	20/18/15	21/19/16	22/20/17
Setto filtrante UFI raccomandato	FA $\beta_{5(e)} > 1.000$	FA - FB $\beta_{5(e)} > 1.000$ $\beta_{7(e)} > 1.000$	FB $\beta_{7(e)} > 1.000$	FB - FC $\beta_{7(e)} > 1.000$ $\beta_{12(e)} > 1.000$	FC - FD $\beta_{12(e)} > 1.000$ $\beta_{21(e)} > 1.000$	FD $\beta_{21(e)} > 1.000$	FD - CC $\beta_{21(e)} > 1.000$ $\beta_{10} > 2$	CC $\beta_{10} > 2$

N.B. La norma NAS 1638 è ufficialmente non valida per progetti successivi al 30 maggio 2001.

Il filtro con il suo elemento filtrante, rivestendo una grande importanza in un circuito oleodinamico, deve rispettare tutte le norme ISO che ne regolano le caratteristiche costruttive. Per garantire tutti i requisiti, il costruttore deve avere un laboratorio molto specializzato e apparecchiature costose.

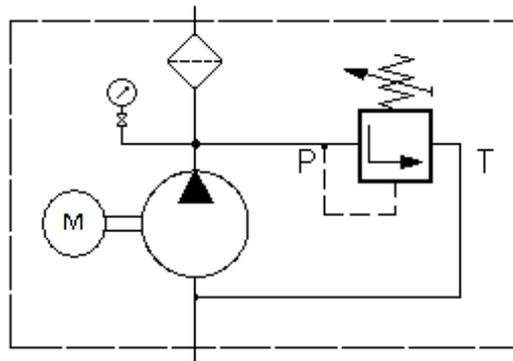
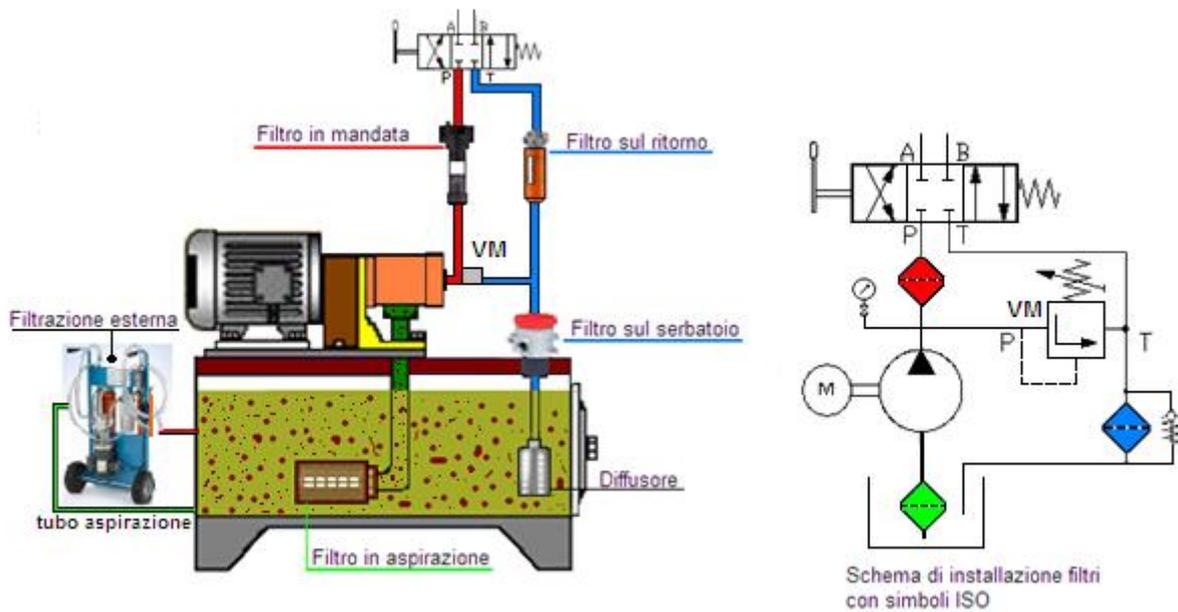
Le prove di laboratorio cui è sottoposto il filtro sono:

- Prova meccanica
- Prova a nebbia salina

- Prova a differenti cicli di temperatura
- Prova a pressione pulsante
- Prova a pressione di scoppio e allo schiacciamento
- Prova di resistenza a fatica in funzione della portata
- Prova della perdita di carico in funzione della portata
- Prova di resistenza alle vibrazioni
- Prova di compatibilità dei materiali con i fluidi
- Altre prove specifiche del costruttore.

Significa che quando si acquista un filtro bisogna fare affidamento su ditte primarie del settore che possono assicurare la fedeltà dei dati tecnici.

Installazione del filtro.



- **filtro in aspirazione.** Grado di filtrazione $> 25 \mu\text{m}$. Installato sulla linea di aspirazione, protegge la pompa da eventuale contaminazione grossolana. Normalmente utilizzano setti in tela

metallica (filtrazione geometrica) e vanno dimensionati in modo da evitare problemi di cavitazione della pompa.

E' importante rispettare un Δp tra 0,02 e 0,1 bar per evitare problemi di cavitazione.

Se è segnalato nello schema della centrale e non è visibile, esso è posto internamente al serbatoio. Deve essere sostituito quando si esegue il cambio dell'olio.

Se invece è montato all'esterno del serbatoio, bisogna cambiarlo con la stessa frequenza dell'olio e ogni volta che l'indicatore ottico o il *manovuotometro* ne indica l'intasamento.

Filtro intasato:

- Manovuotometro che indica depressione maggiore di 0,2 bar (0,02 Mpa).
- Indicatore di livello ottico sul rosso.

Filtro sporco:

- Indicatore ottico sul giallo (se a tre colori).
- Indicatore ottico parzialmente rosso (se a due colori).

Filtro pulito:

- Indicatore ottico sul verde (se a tre colori).
- Indicatore ottico sul bianco (se a due colori).

Il controllo del grado d'intasamento del filtro deve essere fatto quando l'olio ha raggiunto la temperatura normale di esercizio. Con partenze a freddo, a causa della maggiore viscosità dell'olio, gli indicatori possono segnalare come intasato anche un filtro pulito pertanto il segnale di allarme deve essere rilevato solo dopo che il suono continua per un tempo di almeno trenta secondi.

Il controllo periodico sul grado d'intasamento, va eseguito con una frequenza che dipende dalla tipologia della centrale, dei componenti oleodinamici utilizzati e dalle condizioni di esercizio.

- **filtro in mandata.** Installato sulla linea di pressione, è sottoposto ai colpi di ariete generati dall'impianto e protegge direttamente tutti i componenti montati a valle del filtro, assicurando che vengano alimentati con olio al giusto livello di contaminazione. Normalmente utilizzano setti in microfibra (filtrazione assoluta, $\beta_x \geq 75$). Prestare attenzione di non superare un Δp di 1 bar.

Nel caso di filtri montati a protezione di *servovalvole* o *valvole a comando proporzionale*, occorre che il filtro sia in prossimità alle valvole da proteggere.

Periodicità consigliata per il cambio delle cartucce:

- Dopo il primo avviamento e collaudo.
- Dopo le prime 500 ore di servizio.
- Contemporaneamente a ogni cambio dell'olio, indicativamente dopo 500 ore (primo cambio) e in seguito ogni 2000 ore di esercizio.
- Quando da ispezione periodica è intasato.

- **filtro sul ritorno / sul serbatoio**, a valle di tutti i componenti, filtrano l'olio prima che rientri nel serbatoio. La loro funzione è mantenere il livello di contaminazione richiesto nel serbatoio (protezione indiretta dei componenti) e devono essere dimensionati per avere una elevata capacità di accumulo di contaminante (cioè una lunga durata). Fare attenzione che l'olio è filtrato alla fine del suo ciclo di lavoro trattenendo tutte le impurità dell'impianto. Normalmente utilizzano setti in microfibra (filtrazione assoluta, $\beta_x \geq 75$).

Il valore del Δp da rispettare è di 0,5 bar.

In generale valgono considerazioni analoghe a quelle fatte per il filtro di aspirazione, ma il dimensionamento del filtro sul ritorno, in fase di progetto, non dipende solo dalla portata della pompa, ma anche dal tipo di impianto su cui viene montato e dal tipo di attuatori presenti in circuito

La *valvola di by-pass* presente nel filtro consente, anche in caso d'intasamento, la libera circolazione dell'olio al serbatoio, però la portata normalmente è la metà di quella del filtro, quindi

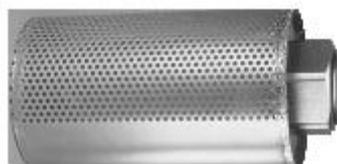
la cartuccia deve essere cambiata prima del suo completo intasamento altrimenti potrebbe collassare facendo esplodere il filtro.

Quando è richiesta una classe di contaminazione molto bassa (cioè una pulizia molto elevata) può essere necessario utilizzare un'unità **di filtrazione esterna**, che lavorando a portata e pressione costanti assicura la massima efficienza filtrante.

Per evitare ingresso di contaminante dall'ambiente esterno è importante utilizzare gli **sfiati dell'aria**, che filtrano l'aria che è richiamata nel serbatoio quando l'olio è inviato agli utilizzi (mutamenti di volume nel serbatoio).

Bisogna tenere conto che anche l'umidità presente nell'aria entra nel serbatoio sotto forma di piccole gocce e la rimozione dell'acqua è un processo complicato.

L'installazione di un **diffusore** (foto sotto) sulla linea di ritorno riduce la formazione di schiuma, di turbolenza dell'olio e riduce la rumorosità dell'impianto. Rispettare le istruzioni di montaggio per ottenere i benefici sopra indicati.



Alcune considerazioni per la scelta del filtro.

- Portata massima del circuito in l/min.
- Pressione di lavoro del filtro
- Tipo di fluido e compatibilità delle guarnizioni
- Viscosità dell'olio e temperatura di esercizio. La viscosità dell'olio ha un ruolo importante perchè può limitare la portata attraverso il filtro.
- Massima caduta di pressione ammessa.
- Scegliere il filtro con il grado di filtrazione (Rapporto β) idoneo per l'impianto al fine di ottenere la pulizia necessaria, senza sovradimensionarlo, evitando l'incremento dei costi.
- Componenti che devono essere protetti.
- Considerare la convenienza dell'installazione del filtro. (aspirazione, mandata, ritorno)

La tabella che segue serve per dare alcune indicazioni riguardo all'influenza della temperatura sulla viscosità dell'olio e di conseguenza per determinare la corretta caduta di pressione nel filtro. I fornitori propongono al riguardo delle tabelle complete.

Le norme ISO stabiliscono il grado di viscosità cinematica dell'olio in **cSt (mm² /s)**, fissando le misurazioni alla temperatura di 0°C, 40°C, 100°C.

La classe che individua la viscosità dell'olio è quella determinata a **40°C**.

Grado ISO	VG 22	VG32	VG46	VG68
0° C	180 cSt	340 cSt	585 cSt	1020 cSt
40° C	22 cSt	32 cSt	46 cSt	68 cSt
100° C	4,5 cSt	5 cSt	6 cSt	8 cSt

Con viscosità alta, cioè il fluido molto denso, la resistenza allo scorrimento aumenta e maggiori sono le perdite di carico.

Codice di ordinazione filtro definisce:

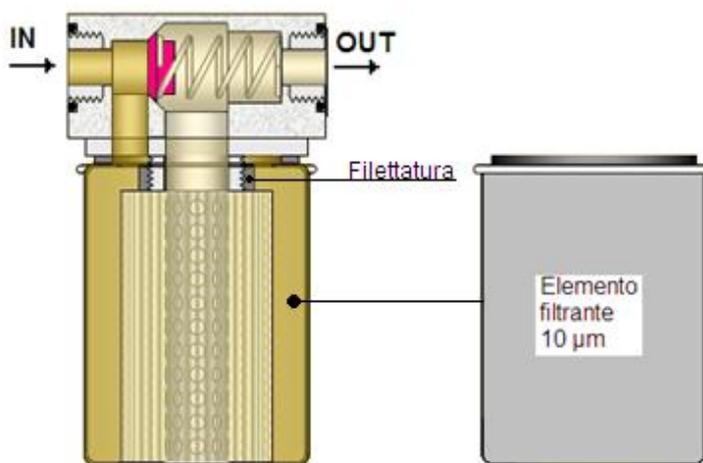
- **Grandezza del filtro**
- **Valvola di bypass**
- **Attacco all'impianto**

- Elemento filtrante
- Guarnizioni
- Indicatori d'intasamento visivo o elettrico. (Tarato a un valore inferiore a quello della valvola by-pass).

I filtri **SPIN ON** trovano largo impiego sulle linee di aspirazione e ritorno (max.12 bar) nel settore mobile per la loro semplicità di sostituzione.

Il gruppo unico, tazza ed elemento filtrante, è avvitato sulla testata (SPIN ON).

Possono essere dotati di valvola di by pass e d'indicatori d'intasamento.



APPARECCHI PER IL CONTROLLO DELLA CONTAMINAZIONE.

I costruttori più importanti di filtri mettono a disposizione una gamma completa di prodotti per il monitoraggio dei livelli di contaminazione, analisi della qualità dell'olio.

Data la complessità delle apparecchiature, occorre consultare i singoli cataloghi per avere tutte le istruzioni necessarie per il corretto utilizzo.

FLUSSAGGIO

L'avviamento o il ripristino di un impianto oleodinamico è una fase molto delicata per il buon funzionamento del circuito a causa della presenza di materiale contaminante che può dare seguito alla generazione di frammenti, che come in una reazione a catena, in pochissimo tempo può portare alla rottura della pompa o delle valvole con la conseguenza di costi considerevoli da affrontare. Con questa premessa è evidente che se all'avvio dell'impianto sono stati installati componenti puliti, minori saranno le problematiche del circuito.

Per un efficace grado di pulizia dell'impianto si ricorre alla tecnica di **flussaggio**, che consiste nel lavaggio con liquidi detergenti che sono in grado di rimuovere lo sporco presente nell'impianto. Per un efficace lavaggio, il fluido deve avere un regime di turbolenza pari o maggiore di quello presente nelle condizioni di esercizio.

Si può determinare il grado di turbolenza calcolando il numero di Reynolds (**Re**) del fluido con la seguente relazione: $Re = v \cdot d / \nu$,

Dove **v** = velocità del fluido in **m/s**,

d = diametro interno della condotta in **m**,

ν = viscosità cinematica in **m²/s**.

Si può esprimere il numero di Reynolds utilizzando grandezze e unità di misura utilizzate in oleodinamica. La relazione diventa:

$$Re = 1,28 \cdot \frac{Q}{d \cdot \nu} \cdot 10^6$$

Dove: $1,28 = 4/\pi$;

Q = portata in **litri / s**;

d = diametro tubo in **mm**;

ν = viscosità cinematica (**cSt**).

Si può utilizzare un filtro idoneo per il lavaggio che sarà rimosso dopo aver terminato l'operazione di flussaggio.

I serbatoi, i cilindri, le tubazioni rigide e flessibili rappresentano la maggior parte dell'area bagnata di un circuito e dovrebbero essere accuratamente decontaminate prima del montaggio.

Un'unità esterna di filtraggio può garantire una soluzione valida alla pulizia dell'olio nel serbatoio.

Le tubazioni rigide possono essere pulite dai residui di saldatura, dalla presenza di limatura di acciaio causata dal taglio e dalla lavorazione per il montaggio del raccordo, dall'ossidazione interna con delle semplici attrezzature utilizzando l'aria compressa che spinge all'interno del tubo rigido un tappo di materiale semirigido. Questo aderisce alle sue pareti e asporta una grande parte dello sporco. E' un sistema di facile utilizzo che consente una pulizia ottimale del tubo rigido.

Nel caso di grandi impianti dove sono presenti tubi di grosso diametro e molto lunghi (impianti per acciaierie, navali, ecc) si deve procedere al **flussaggio** per rimuovere lo sporco. Per eseguire quest'operazione costosa e complessa occorre avere una preparazione specifica per ottenere buoni risultati.

Il **flussaggio** dei tubi flessibili è importante perchè la struttura interna del flessibile è fatta di gomma e per sua natura, presenta materiale contaminante che deve essere rimosso.

La lavorazione del tubo di gomma con fili di rinforzo di acciaio aumenta la presenza di particelle contaminanti che entrano nel flessibile. Per ovviare a questo problema si ricorre al **flussaggio** dei flessibili con appositi banchi che sono in grado di rilasciare un certificato di pulizia interna.

L'impianto è progettato per fare passare in entrambe le direzioni un **fluido detergente a elevati livelli di turbolenza e di scuotere i flessibili con una determinata vibrazione**. La temperatura del fluido e il tempo di lavaggio sono altri parametri da considerare. I flessibili raccordati, asciugati con aria controllata, sono chiusi alle estremità con tappi di plastica da rimuovere solo al momento dell'installazione.

E' importante ricordare che un buon flussaggio non è sufficiente se l'impianto non prevede l'installazione di filtri idonei al corretto funzionamento del circuito.

Accumulatore idraulico / idropneumatico

E' un dispositivo che sfrutta la comprimibilità del gas (azoto) e l'*incomprimibilità* dell'olio per accumulare energia di pressione e di restituirla quando richiesto per compiere un lavoro.

riferimento è la ISO 5598.

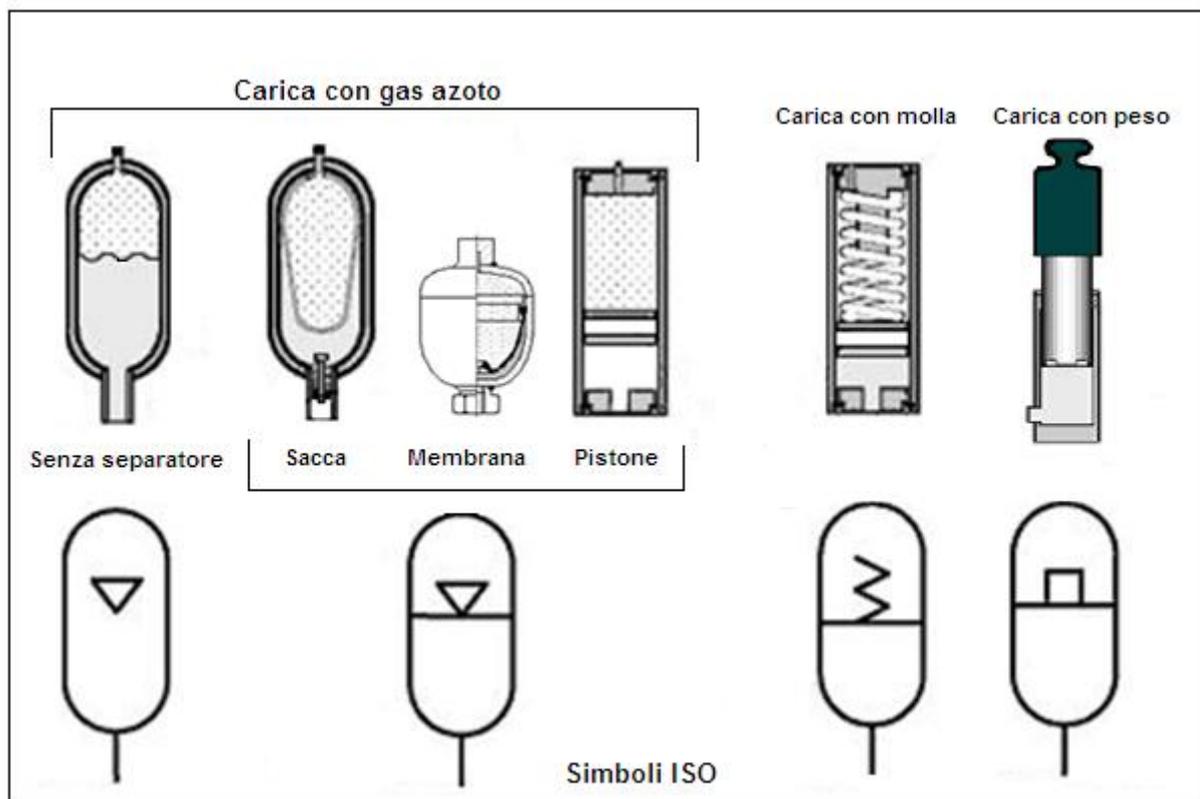
La norma di
L'accumulatore

può svolgere diverse funzioni in un circuito oleodinamico:

- Accumulo di energia quando il circuito richiede per brevi intervalli elevate portate di olio. Evita l'impiego di una pompa di maggiore portata perchè la richiesta di flusso per un breve tempo è fornita dall'accumulatore. Esempio tipico nelle macchine a iniezione dove occorrono velocità molte alte per tempi brevissimi.
- Fornire una limitata quantità di fluido in pressione per portare a termine un ciclo di lavoro, come nel caso di avaria della pompa oleodinamica.
- Compensare i trafileamenti e quindi mantenere la pressione di lavoro.
- Ridurre i picchi di pressione del circuito idraulico dovuti a brusche aperture o chiusure delle valvole.
- Smorzare le pulsazioni delle pompe e del circuito.
- Per evitare che variazioni di temperatura dell'olio nel circuito producano variazioni di pressione.
- In sostituzione degli ammortizzatori tradizionali.

I cataloghi dei costruttori riportano esempi dettagliati per ogni impiego.

Esistono diversi tipi di accumulatori:



L'accumulatore **senza sacca** di separazione del gas, pur avendo dei vantaggi perchè riesce a fornire in modo graduale la pressione, non trova un largo impiego nelle applicazioni oleodinamiche.

L'accumulatore **con sacca** di separazione trova vasto impiego in oleodinamica per la facilità d'installazione e per gli ingombri contenuti. La costruzione prevede l'impiego di un corpo in acciaio forgiato a caldo che contiene una sacca in elastomero (gomma sintetica), una valvola a fungo antiestrusione della sacca nella parte inferiore e una valvola per la carica del gas nella parte superiore.

Esso garantisce una rapida risposta (meno di 25 millisecondi), un rapporto di compressione gas di 4:1 e una capacità fino a 50 litri.

L'accumulatore a sacca non subisce danni a causa di una forte contaminazione.

Il gas è immesso nella sacca di gomma tramite l'apposita valvola.

L'accumulatore a **membrana** è formato da due parti avvitate per permettere il suo inserimento.

Esso è utilizzato nel caso di piccoli volumi di fluido come smorzatori di pulsazioni della pressione o per assorbire colpi d'ariete. La membrana a forma di **U** è trattenuta dalle due parti avvitate e sul suo fondo è vulcanizzato un fondello antiestrusione. Il gas è immesso dalla valvola di precarica. La capacità arriva fino a 10 litri.

L'accumulatore a **pistone** è simile a un cilindro idraulico senza lo stelo.

Un pistone separa il gas dall'olio. E' utilizzato quando si ha la necessità di grandi volumi con erogazione di alte portate. Il massimo rapporto di pressione, vale a dire il rapporto di pressione del gas rispetto alla pressione di lavoro è di 1:10. Esso ha bisogno di olio molto pulito, ha un tempo di risposta molto basso con un'elevata isteresi in particolare con bassa pressione.

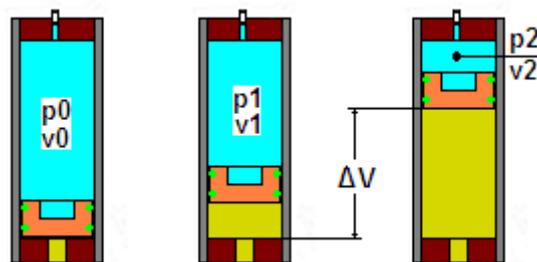
Ciò è dovuto all'attrito delle guarnizioni e alla massa del pistone.

Il gas è immesso nel cilindro dalla parte superiore tramite una valvola e fa scendere il pistone, che è scavato all'interno per consentire un maggiore volume di gas, contro la testata inferiore.

Quando il circuito idraulico è in funzione la pressione dell'olio superiore a quella di carica del gas, spinge il pistone verso l'alto comprimendo l'azoto.

Nel momento in cui le due pressioni sono uguali, il pistone si ferma.

Con la diminuzione della pressione idraulica, l'accumulatore rende una parte o l'intero volume del fluido sino al bilanciamento della pressione gas/circuito idraulico.



Gli accumulatori a **molla** e a **peso** non trovano grandi applicazioni nel campo dell'oleodinamica.

Perché si usa l'azoto?

L'azoto (N_2) è un gas incolore, inodore, inerte, non infiammabile ed è il più diffuso nell'atmosfera terrestre. Non reagisce a contatto della gomma o dell'olio anche se sottoposto ad alte pressioni. E' proibito l'impiego di aria/ossigeno perché questi gas se sottoposti ad alta pressione, alla presenza di olio, possono innescare il fenomeno di autocombustione (effetto diesel).

L'azoto è prelevato da bombole, fornite da ditte specializzate nello stoccaggio di gas, e immesso nella sacca o nel diaframma tramite l'apposita valvola superiore.

Il gas deve essere caricato lentamente, perché la rapida espansione dell'azoto può raffreddare il

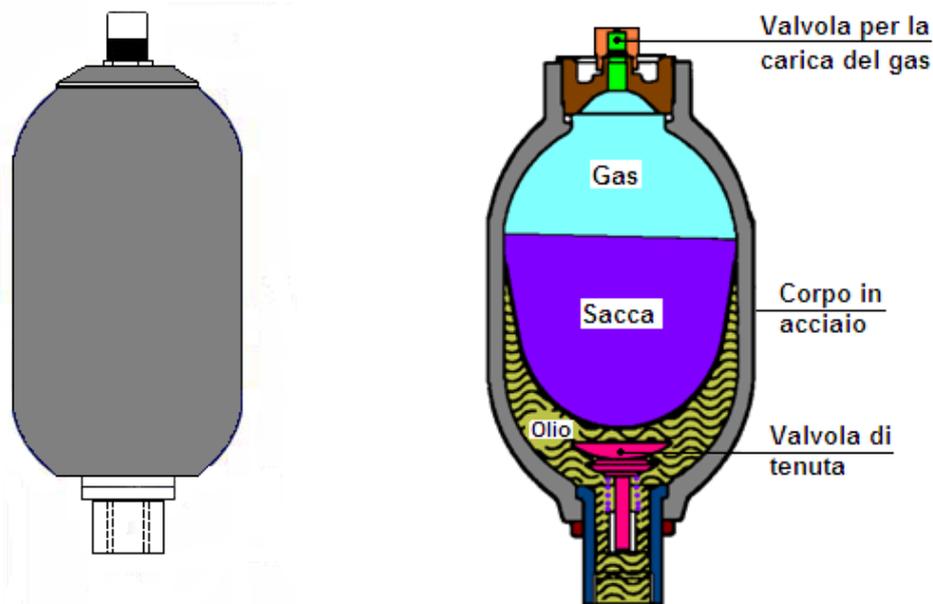
materiale elastomero della sacca/diaframma rendendolo fragile e provocare delle crepe. Anche un'eccessiva precarica del gas può danneggiare la sacca dell'accumulatore ed è una delle cause più comuni di rottura.

Tra gli accumulatori idropneumatici utilizzati in oleodinamica, il più diffuso è quello a sacca per la sua semplicità costruttiva, gli ingombri contenuti, la rapida risposta nell'utilizzo. Poiché essi contengono volumi di gas compresso ad alta pressione, devono rispettare delle norme di sicurezza molto dettagliate e riportare in maniera indelebile sul recipiente i seguenti dati:

- Nome del costruttore
- Anno di fabbricazione
- Numero d'identificazione
- Pressione di esercizio

Sono richieste altre importanti certificazioni sia Europee sia extra-Europee e per questo si rimanda ai cataloghi dei costruttori che sono in grado di dare tutte le spiegazioni necessarie per il corretto impiego.

Vista esterna e sezione di un accumulatore a sacca.



E' formato da un corpo monoblocco in acciaio forgiato a caldo per garantire le alte pressioni di lavoro e di prova.

La sacca, che contiene il gas e lo separa dal liquido, è composta da un unico pezzo in elastomero (gomma nitrilica NBR) o altri prodotti compatibili con l'olio utilizzato, è riempita di azoto in pressione e la sua parte inferiore si appoggia contro la valvola di tenuta per evitare danneggiamenti e che venga spinta verso l'esterno attraverso il foro di alimentazione olio. La parte superiore della sacca può essere vulcanizzata alla valvola di riempimento o trattenuta da una ghiera avvitata che serve nel caso di sostituzione della sacca. La temperatura di esercizio va da $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+80\text{ }^{\circ}\text{C}$.

La valvola di tenuta (antiestrusione) nella zona di entrata dell'olio ha la funzione di contenere la sacca precaricata e di permettere il passaggio del liquido.

Nella parte superiore dell'accumulatore è installata una **valvola speciale** che serve per la precarica e il controllo della pressione del gas e di un coperchio che riporta:

- Il nome del costruttore dell'accumulatore
- Il tipo di accumulatore

- Il numero di fabbricazione
- Il valore della pressione di precarica
- I campi di utilizzo in funzione della precarica.
- Avvertimento a non sostituire mai l'azoto con altri gas.

Per la carica del gas si utilizzano delle bombole di azoto corredate di opportuni accessori per il controllo della pressione di gonfiaggio.

Il disegno che segue illustra le fasi di funzionamento dell'accumulatore a sacca.

A) Dalla valvola di carico si immette azoto alla pressione di precarica $P_0 = 0,9 \cdot P_1$ e il volume effettivo del gas è uguale a V_0 . La sacca si espande occupando tutto il volume interno V_0 del corpo dell'accumulatore e si appoggia sulla valvola antiestrusione a fungo.

B) La pressione dell'olio del circuito supera quella del gas di precarica P_0 , alza la valvola a fungo e la sacca si comprime.

P_1 è la pressione dell'olio e V_1 è il relativo volume della sacca che si riduce di una quantità pari a quella del liquido assorbito.

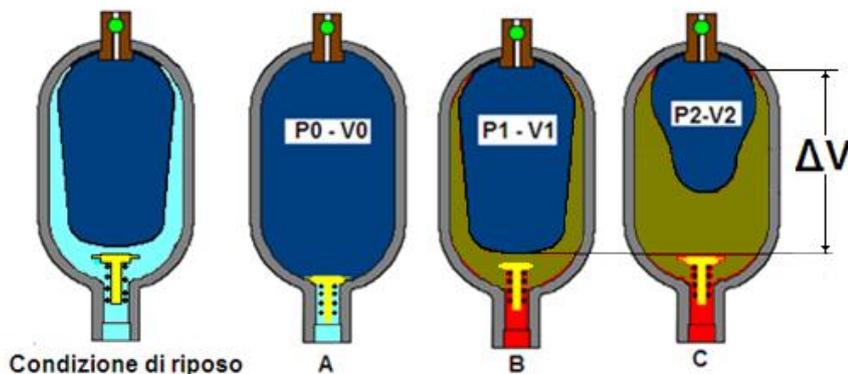
Il gas è compresso alla stessa pressione P_1 del circuito.

C) Ulteriori incrementi di pressione idraulica riducono il volume V_2 del gas e la pressione P_2 massima dell'olio corrisponde alla pressione dell'azoto.

In questo modo si ottiene un accumulo di fluido in pressione $\Delta V = V_1 - V_2$ che si può utilizzare quando richiesto.

Con il prelievo del fluido la sacca si dilata e restituisce olio in pressione.

Suggerisco di visitare il sito: <http://www.olaer.fr/fonctionnement-accumulateurs.php>, per vedere il filmato del funzionamento di un accumulatore a sacca.



Riassumendo:

P_0 (bar) pressione di precarica gas azoto

V_0 (litri) volume massimo effettivo del gas azoto nella sacca alla pressione **P_0** .

P_1 (bar) pressione minima di lavoro

V_1 (litri) volume del gas azoto nella sacca alla pressione **P_1** .

P_2 (bar) pressione massima di lavoro

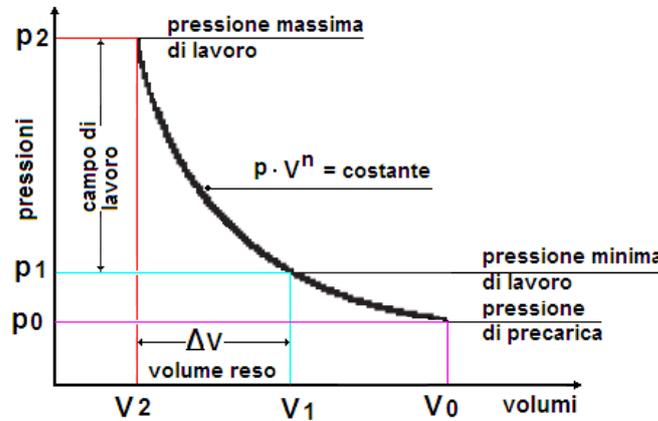
V_2 (litri) volume del gas azoto nella sacca alla pressione **P_2** .

ΔV (litri) volume di olio reso o accumulato.

n esponente politropico

ta (°C) temperatura ambiente durante la precarica 20°C

te (°C) temperatura d'esercizio del fluido



La pressione del gas e quindi quella nell'accumulatore segue la legge per i gas:

$$p \cdot v = \text{costante} \quad (p_0 \cdot V_0 = p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2)$$

PRINCIPIO SULLA COMPRESSIONE DEI **GAS PERFETTI**.

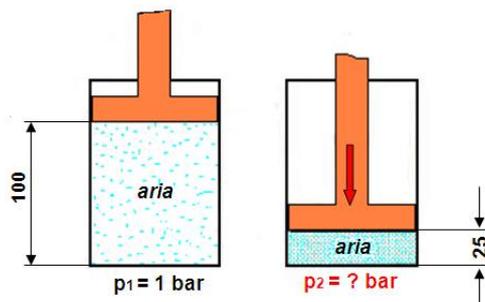
La legge di Boyle /Mariotte enuncia che a **temperatura costante** (temperatura assoluta K in gradi Kelvin), tra il **volume** e la **pressione assoluta** (pressione relativa + 1 bar) di una quantità di gas perfetto sussiste la seguente relazione:

$$p_1 \cdot V_1 = p_2 \cdot V_2$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1} \quad \text{Dove } V_1 = \text{volume alla pressione } p_1; V_2 = \text{volume alla pressione } p_2.$$

Il volume e la pressione sono inversamente proporzionali; ciò significa che con l'aumento della pressione si ha una riduzione del volume, vale a dire che se il gas è compresso alla metà del suo volume, la sua pressione raddoppia.

Esempio: Il recipiente a sinistra contiene gas perfetto alla pressione $p_1 = 1$ bar. Il volume è ridotto per compressione a $\frac{1}{4}$ (la sua temperatura rimane costante). Qual è la pressione dell'aria p_2 dopo la compressione?



$p_2 = p_1 \times \frac{V_1}{V_2}$; ma il volume V_2 è $1/4$ di V_1 ; cioè $V_2 = 0,25 \times V_1$

Sostituendo i valori, risulta che $p_2 = 1 \text{ bar} \times \frac{V_1}{0,25 \times V_1} = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ bar}$

Le altre leggi che caratterizzano i gas sono:

Prima legge di Gay Lussac : **a pressione costante**, in un gas perfetto, il volume e la temperatura sono direttamente proporzionali.

Mantenendo **la pressione costante**, il volume V , del gas perfetto, varia in modo proporzionale con la temperatura T (misurata in gradi Kelvin). ($V_1:V_2 = T_1:T_2$)

Seconda legge di Gay Lussac: **a volume costante**, in un gas perfetto, la pressione assoluta e la temperatura sono direttamente proporzionali.

Mantenendo **costante il volume**, la pressione p varia in modo proporzionale al variare della temperatura T (misurata in gradi Kelvin). ($p_1:p_2 = T_1:T_2$)

Ciò significa che un aumento di pressione comporta un incremento di temperatura e viceversa, una diminuzione di pressione determina una riduzione della temperatura.

Poiché l'azoto è un gas reale, segue solo con approssimazione le suddette leggi.

Il passaggio dall'una all'altra delle predette situazioni di pressione e volume p_1, p_2, V_1, V_2 , si chiama trasformazione.

Se la trasformazione, sia in compressione (carica) sia in espansione (scarica), avviene lentamente in un tempo superiore a 3 minuti, in modo da permettere un completo scambio di calore con l'ambiente esterno (olio che circonda il gas), si parla di "**trasformazione isotermica**". La temperatura del gas rimane costante e l'esponente n della formula $p \cdot v^n = \text{costante}$, risulta uguale a **1**.

Poiché l'energia interna del gas è direttamente proporzionale alla sua temperatura assoluta, quando esso si espande la temperatura diminuisce e aumenta quando viene compresso.

Se la fase di espansione del gas (si raffredda) e compressione (si riscalda) avviene molto rapidamente, inferiore a tre minuti, e quindi senza scambio di calore con l'ambiente esterno e il gas contenuto nella sacca, si parla di "**trasformazione adiabatica**"; il volume reso è minore. Un tipico esempio di trasformazione adiabatica è fornito dalla usuale esperienza che consiste nel gonfiare le ruote di una bicicletta per mezzo di una comune pompa a stantuffo. Come è noto la rapida compressione dell'aria in essa contenuta provoca un percettibile aumento della temperatura.

L'esponente $n = k = \frac{C_p}{C_v} = 1,4$. Dove C_p rappresenta il calore specifico a pressione costante e C_v il calore specifico a volume costante dell'azoto.

In questo caso l'equazione del gas diventa: $p_1 \cdot V^n = p_2 \cdot V^n$

In pratica le trasformazioni come velocità di assorbimento o di erogazione stanno tra l'adiabatica e l'isotermica. Questo stato è denominato **trasformazione politropica**.

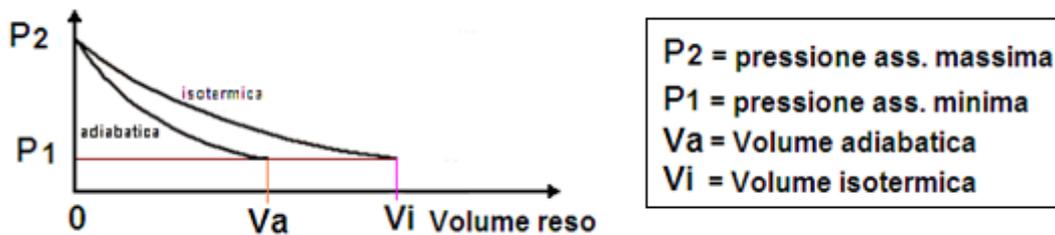
L'esponente n è compreso tra **1** e **1,4**.

Le fasi di trasformazione avvengono secondo l'impiego dell'accumulatore .

Per l'utilizzo come compensatore di volume (compensatore di pressione statica) di trafilamenti il regime è trasformazione **isotermica**.

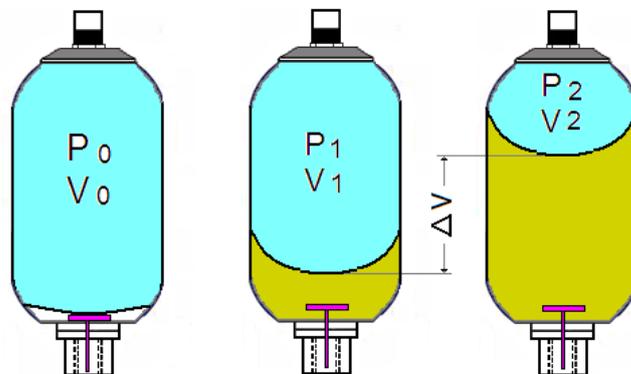
Nelle applicazioni come accumulatore di energia, smorzatore di pressione, assorbimento di colpi d'ariete, riserva in caso di emergenza, l'accumulatore lavora in regime di trasformazione **adiabatica**.

Il volume di fluido idraulico sotto pressione reso (V_a o V_i), dipende dalla rapidità con la quale esso è restituito.



Il dimensionamento dell'accumulatore avviene tenendo conto dell'equazione dei gas: volume nominale, volume utile disponibile e pressione di precarica in funzione della pressione di lavoro minima e massima, temperatura ambiente durante la precarica e temperatura d'esercizio del fluido.

Dimensionamento dell'accumulatore.



- Determinare il volume utile V_u (ΔV) che è necessario per completare un ciclo di lavoro. Esempio: fine corsa di un cilindro idraulico.
- Determinare il volume totale V_0 che la sacca occupa nel recipiente quando essa è stata caricata con azoto e che serve per la scelta del componente.
- Considerare le tre fasi di pressione cui è sottoposta la sacca. P_0 , P_1 , P_2 . (utilizzare pressioni assolute, cioè pressione manometro + 1 bar). P maiuscola.
- Determinare la pressione di precarica in esercizio.
 $P_0 = 0,9 \cdot P_1$. Se la pressione di esercizio è di 100 bar, P_1 diventa **101** bar quindi $P_0 = 0,9 \cdot 101 = 91$ bar.
 Questa condizione serve per evitare che la sacca vada a urtare sul fondo dell'accumulatore, ma si appoggi semplicemente sulla valvola a fungo.
- Determinare la pressione di precarica alla temperatura ambiente.

$$P_{0a} = P_0 \cdot \frac{t_a + 273}{t_e + 273}$$
 Se la temperatura ambiente t_a è di 25°C e la temperatura d'esercizio t_e è di 45°C, la

$$P_{0a} = 91 \cdot \frac{25 + 273}{45 + 273} = 85,3$$
 bar.
- Determinare il tipo di trasformazione: **isotermica**, quindi con temperatura del gas costante ed esponente politropico n uguale a 1.
 L'equazione di Boyle Mariotte diventa:

$$P_0 \cdot V_0^n = P_1 \cdot V_1^n = P_2 \cdot V_2^n$$

$$\text{quindi } V_1 = V_0 \cdot \left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} \text{ e } V_2 = V_0 \cdot \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}},$$

ma $V_1 - V_2 = \Delta V$ Volume utile. Sostituendo V_1 e V_2

$$\text{Risulta: } \Delta V = V_0 \cdot \left[\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}} \right]$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}} \text{ capacità massima di fluido accumulabile}$$

Ma l'esponente politropico $n = 1$ per cui possiamo tralasciarlo.

$$\text{Il volume dell'accumulatore } V_0 = \frac{\Delta V}{\frac{P_0}{P_1} - \frac{P_0}{P_2}}$$

Riassumendo V_0 rappresenta il volume dell'accumulatore in grado di fornire la prestazione Δv .

Esempi scelti da catalogo EPE srl

3.4.2 Compensatore di fughe (isotermica)

- a) Si abbia una pressa che lavora a 200 bar e che debba mantenere per tutto il tempo di vulcanizzazione lo stampo chiuso con pressione costante. Pressione minima ammessa 198 bar. Dopo la chiusura dello stampo la pompa d'alimentazione viene esclusa. Le perdite d'olio sono dell'ordine di 2 cm³/min. Tempo di vulcanizzazione 60 min.

$$\Delta V = Q_l \cdot t = 0.002 \times 60 = 0,12 \text{ L}$$

$$P_0 = 0,9 \cdot 198 = 178 \text{ bar} + 1 = 179 \text{ bar press.assoluta}$$

$$P_1 = 198 \text{ bar} + 1 = 199 \text{ bar press.assoluta}$$

$$P_2 = 200 \text{ bar} + 1 = 201 \text{ bar press.assoluta}$$

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\frac{P_0}{P_1} - \frac{P_0}{P_2}} = \frac{0,12}{\frac{179}{199} - \frac{179}{201}} = 13,41 \text{ L}$$

La capacità in eccesso dell'accumulatore standard più prossimo al valore calcolato è 15 L. L'accumulatore scelto è AS 15P360...

- Determinare il tipo di trasformazione: **adiabatica**, quindi il gas si raffredda quando subisce un'espansione e si riscalda quando è compresso. Si hanno perciò contemporaneamente variazioni di pressione e temperatura del gas. L'equazione di Boyle Mariotte diventa:

$$P_0 \cdot V_0^n = P_1 \cdot V_1^n = P_2 \cdot V_2^n$$

$$\text{quindi } V_1 = V_0 \cdot \left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} \text{ e } V_2 = V_0 \cdot \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}},$$

ma $V_1 - V_2 = \Delta V$ Volume utile. Sostituendo V_1 e V_2

$$\text{Risulta: } \Delta V = V_0 \cdot \left[\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}} \right]$$

$$\Delta V = V_0 \cdot \left[\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n}} \right]$$

Ma l'esponente politropico $n=1,4$ per cui $n = 1:1,4 = 0,7143$

$$\text{Il volume dell'accumulatore } V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{0,7143} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{0,7143}}$$

Si tenga presente inoltre che la resa dell'accumulatore, e perciò il calcolo dello stesso, è influenzata sia dalla pressione che dalla temperatura d'esercizio.

Influenza della temperatura sul volume dell'accumulatore.

Durante il funzionamento in esercizio si hanno delle notevoli differenze di temperatura e quindi è necessario ricordare che secondo la legge di Gay-Lussac, a pressione costante, il volume e la temperatura sono direttamente proporzionali.

Il dimensionamento dell'accumulatore calcolato alla temperatura massima e anche la pressione di precarica è riferita alla stessa temperatura; quando la temperatura scenderà avremo una diminuzione della pressione di precarica e di conseguenza una minore capacità di accumulo. E' necessario aumentare il volume V_0 per accumulare o rendere la stessa quantità di volume utile ΔV .

La relazione tra i volumi e le temperature è:

$$V_{0T} = V_0 \cdot \frac{T_2}{T_1}$$

Dove:

$T_2 = (^\circ\text{C max.} + 273) = \text{temp. massima di funzionamento in } ^\circ\text{K}$

$T_1 = (^\circ\text{C min.} + 273) = \text{temp. minima di funzionamento in } ^\circ\text{K}$

$V_0 = \text{Volume calcolato senza tener conto dell'escursione termica.}$

$V_{0T} = \text{Volume maggiorato per l'escursione termica.}$

NB: gli esempi di calcolo sono ricavati dal catalogo Epe italiana.it

Si debba calcolare il volume dell'accumulatore avendo i seguenti dati:

Volume reso $\Delta V = 1,7$ litri in 2 s (secondi)

Pressione minima $P_1 = 50 \text{ bar} + 1 = \mathbf{51 \text{ bar}}$

Pressione massima $P_2 = 115 \text{ bar} + 1 = \mathbf{116 \text{ bar}}$

Temperatura d'esercizio = $+25^\circ\text{C} \div +70^\circ\text{C}$

$T_1 = 25^\circ\text{C} + 273 = \mathbf{298^\circ\text{K}}$

$T_2 = 70^\circ\text{C} + 273 = \mathbf{343^\circ\text{K}}$

La pressione di precarica riferita alla temperatura massima è:

$$P_0 = 0,9 P_1 = 45 \text{ bar} + 1 = \mathbf{46 \text{ bar.}}$$

Partendo dalla formula che abbiamo visto in precedenza, il volume calcolato in trasformazione

$$\text{Il volume dell'accumulatore } V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{P_0}{P_1}\right)^{0,7143} - \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{0,7143}}$$

adiabatica ,

Inserendo i valori di pressione assoluta, la formula diventa:

$$V_0 = \frac{1,7}{\left(\frac{46}{51}\right)^{0,7143} - \left(\frac{46}{116}\right)^{0,7143}} = \frac{1,7}{(0,902)^{0,7143} - (0,396)^{0,7143}}$$

Ricordo che per elevare un numero a 0,7143 si utilizza la funzione della calcolatrice: y^x .

ESEMPIO:

$$\left(\frac{46}{51}\right)^{0,7143}$$

Si procede nel seguente modo: $46 : 51 = 0,90196$ quindi premo il tasto della calcolatrice con la funzione y^x e scrivo **0,7143**; premo il tasto **=** e trovo il risultato di **0,9289**.

$$V_0 = \frac{1,7}{0,929 - 0,516} = \frac{1,7}{0,413} = \mathbf{4,12 \text{ litri}}$$

Tenendo conto della notevole variazione delle temperature, ricaviamo:

$$V_{0T} = V_0 \cdot \frac{T_2}{T_1} = 4,12 \cdot \frac{343}{298} = \mathbf{4,73 \text{ litri}}$$

Tenendo presente che la precarica o il gonfiaggio P_0 si effettua spesso a temperature T_x diverse dalla temperatura ambiente **+20°C**, la verifica della pressione di precarica

P_0 a 20 °C è data dalla formula:

$$P_0 \text{ a } 20^\circ\text{C} = P_0 \cdot \frac{20^\circ\text{C} + 273}{T_x + 273}$$

Introducendo i corretti valori si ottiene:

$$P_0 \text{ a } 20^\circ\text{C} = 46 \cdot \frac{293}{70 + 273} = 39 \text{ bar assoluti} = \mathbf{38 \text{ bar relativi}}$$

L'impiego dell'accumulatore in oleodinamica è spesso utilizzato come riserva di energia per emergenza e questa applicazione prevede un **accumulo lento** (isotermica) e una **scarica veloce** (adiabatica).

Il volume V_0 è dato dalla formula:

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n_c}} \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - 1\right]}$$

e il volume reso ΔV si ricava:

$$\Delta V = V_0 \cdot \left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n_c}} \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]$$

dove $n_c = 1 \div 1,4$ (fase di caricamento lento) e $n = 1,4$ (fase di resa veloce)

Esempio di calcolo: un accumulatore deve restituire 4,6 litri di olio in 3 secondi passando da $P_2 = 280$ bar a $P_1 = 220$ bar. Il tempo di carica è di 4 minuti. Definire la capacità tenendo presente che la temperatura ambiente varia da 20°C a 50°C .

Si calcola:

$P_2 = 280 \text{ bar} + 1 = 281 \text{ bar assoluti}$
 $220 \text{ bar} + 1 = 221 \text{ bar assoluti}$
 $220 = 198 + 1 = 199 \text{ bar assoluti}$
 $= 1,1$ (dalle tabelle del costruttore)
 $= 20^\circ\text{C} + 273 = 293 \text{ }^\circ\text{K}$
 $+273 = 323 \text{ }^\circ\text{K}$

$P_1 =$
 $P_0 = 0,9 \cdot$
 $n = 1,4$ e n_c
 T_1
 $T_2 = 50^\circ\text{C}$

Dalla formula:

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{n_c}} \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right]}$$

Introducendo i valori noti diventa:

$$V_0 = \frac{\Delta V}{\left(\frac{P_0}{P_2}\right)^{\frac{1}{1,1}} \cdot \left[\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{1,4}} - 1 \right]}$$

Da cui:

$$V_0 = \frac{4,6}{\left(\frac{199}{281}\right)^{0,9091} \cdot \left[\left(\frac{281}{221}\right)^{0,7143} - 1\right]} = \frac{4,6}{(0,7081)^{0,9091} \cdot \left[\left(1,27149\right)^{0,7143} - 1\right]}$$

Utilizzando la funzione della calcolatrice y^x , scriviamo:

$$\frac{4,6}{0,73066 \cdot [1,18716 - 1]} = \frac{4,6}{0,73066 \cdot 0,18716} = \frac{4,6}{0,13675} = 33,63 \text{ litri}$$

Tenendo conto del fattore di correzione $c_m = 0,777$ per alte pressioni e della variazione di temperatura si ha:

$$V_{oT} = \frac{V_0}{c_m} \cdot \frac{T_2}{T_1} = \frac{33,63}{0,777} \cdot \frac{323}{293} = 47,7 \text{ litri}$$

Per terminare diciamo che a parità di pressioni e di volume di gas, la scarica veloce eroga un volume di fluido minore e quindi nel caso di dubbio si sceglie la soluzione adiabatica per garantirsi un margine di sicurezza.

La tabella ricavata dal catalogo EPE fornisce le caratteristiche generali per la scelta dell'accumulatore.

4.3 Dimensioni

TIPO	Pressione esercizio (bar)	Volume azoto (litri)
AS 0,2	360-550	0,2
AS 0,7	360-550	0,65
AS 1	360	1
AS 1,5	360	1,5
AS 3	360	2,95
AS 5	360	5
AS 10	360	9,1
AS 15	360	14,5
AS 20	360	18,2
AS 25	360	23,5
AS 35	360	33,5
AS 55	360	50

I costruttori primari (Epe,Hydac,Fox,Saip, ecc.) forniscono tutte le informazioni necessarie per la scelta corretta,il dimensionamento e l'uso di un accumulatore.

Indicazioni generali per l'uso dell'accumulatore

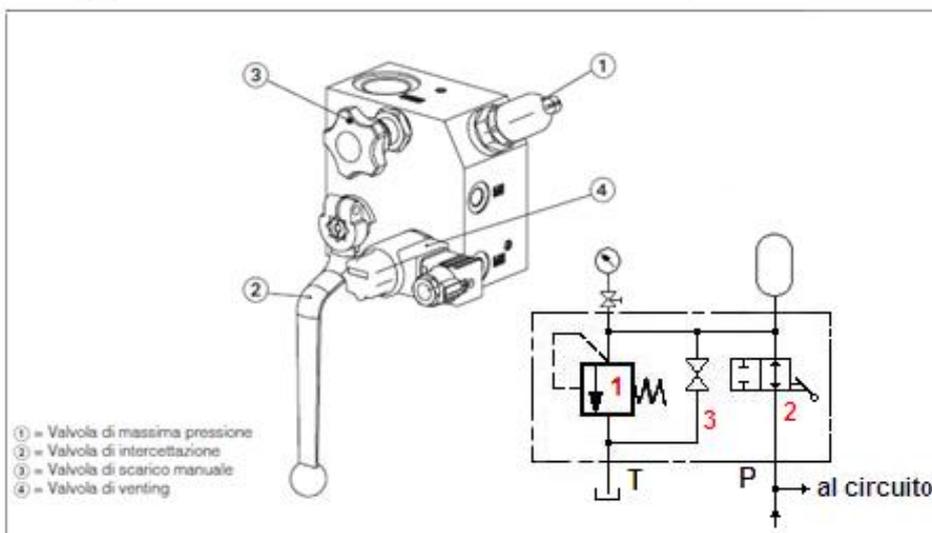
- Deve essere posto verticalmente con l'attacco dell'olio verso il basso.
- La pressione di precarica deve essere di circa l'85% ÷ 90% della pressione minima di lavoro e non deve scendere sotto il 25% della massima pressione di esercizio.
- Utilizzare solo gas idrogeno (**N2**). L'impiego dell'ossigeno è proibito a causa della possibilità d'innescio di esplosioni.

- Utilizzare gli accessori corretti per il montaggio dell'accumulatore. Vedere il catalogo del costruttore.
- Fissare con staffe e collari per evitare vibrazioni o eventuali urti.
- E' vietato eseguire saldature sul corpo dell'accumulatore perché può essere pericoloso.
- Controllare sempre la pressione nell'accumulatore prima di qualsiasi intervento sull'impianto oleodinamico; è importante scaricare completamente la pressione.
- Sistemi di scarico della pressione residua dalla camera olio degli accumulatori:
 - Scarico automatico: L'impianto è dotato di una valvola pilota, ogni volta che si toglie l'energia elettrica, la pressione si scarica automaticamente in pochi secondi (il tempo varia in proporzione al volume dell'accumulatore). Prima di ogni intervento bisogna sempre controllare che la linea si sia effettivamente scaricata e mai fidarsi a priori della valvola di messa a scarico.
 - Scarico manuale: L'impianto è dotato di un rubinetto che una volta aperto mette in comunicazione diretta la camera olio dell'accumulatore con il serbatoio.
 - Impianto senza predisposizione di scarico: Se non sono presenti dispositivi di messa a scarico, come nel caso di accumulatori molto piccoli che hanno prevalentemente la funzione di smorzatore di impulsi, si deve spegnere il motore elettrico e far fare agli attuatori alcuni cicli a vuoto fino alla totale scarica.
- Se fornito di *blocco o modulo di sicurezza*, l'accumulatore è protetto da sovrappressioni da una *valvola di massima* piombata dal costruttore. Il blocco di sicurezza è provvisto anche di una *valvola a sfera*, per l'esclusione dell'accumulatore dal circuito, e di una *valvola a spillo* in comunicazione con il serbatoio, per l'eventuale scarico dell'olio. In assenza di tale blocco, è la stessa valvola di massima dell'impianto che impedisce all'accumulatore di essere sottoposto a pressioni critiche che variano da tipo a tipo, fino a un valore massimo di 330 bar.

Negli impianti con accumulatori, ove possibile, è consigliabile prevedere una elettrovalvola di messa a scarico automatica. Diversamente è montata una targa vicino a ogni accumulatore con la scritta "gruppo pressurizzato scaricare la pressione prima di eseguire la manutenzione".

Blocchi di sicurezza PED per accumulatori tipo BSA Catalogo SCODA srl

montaggio in linea: bocche con attacchi filettati da G 1/2" e G 3/4"



I blocchi BSA per accumulatori, sono equipaggiati con valvole di massima pressione che ottemperano alla Direttiva PED 97/23/CE (vedi tab. SP004).

La funzione di sicurezza viene garantita scaricando l'eccesso di portata attraverso la valvola di massima pressione ①. Sono corredati di valvole manuali di intercettazione ②, scarico manuale ③ e di venting, con azionamento elettrico opzionale ④.

Questi blocchi sono previsti per tutti i circuiti in cui sono presenti uno o più accumulatori.

I blocchi sono progettati per funzionare in sistemi idraulici con olio minerale o fluidi sintetici aventi analoghe proprietà lubrificanti.

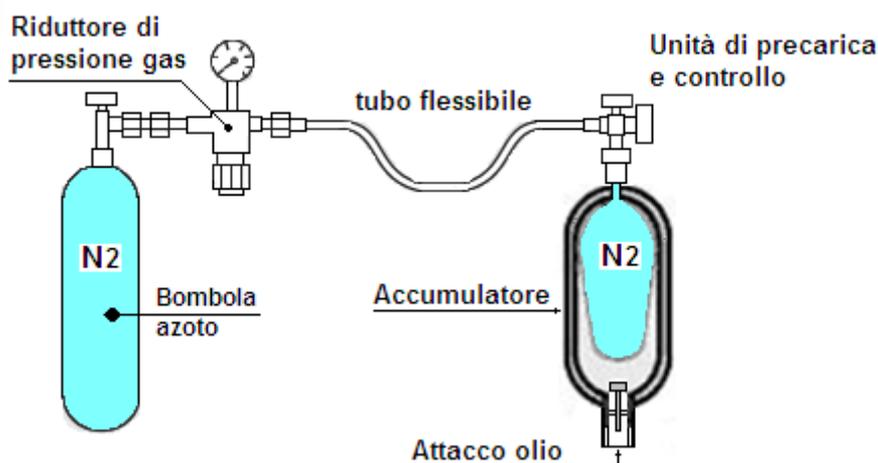
Portata max: 70 l/min per dimensione 05
 200 l/min per dimensione 10
 Pressione fino a 350 bar

Alcune indicazioni per l'utilizzatore.

- Fare molta attenzione anche con impianto fermo: la riserva d'olio in pressione nell'accumulatore potrebbe, attivando il distributore, causare movimenti indesiderati dagli attuatori.
- Prima di scollegare delle tubazioni, per interventi di manutenzione, provvedere sempre a scaricare l'accumulatore tramite la *valvola a spillo*, oppure tramite una "*manovra a vuoto*" degli attuatori. In seguito escludere gli accumulatori dalla linea.
- Controllare la pressione di precarica, ed eventualmente ripristinarla, utilizzando solo apparecchi di gonfiaggio e controllo venduti dai costruttori di accumulatori e forniti di relativi adattatori. Il controllo va eseguito periodicamente (ogni tre mesi) a motopompa ferma e con la valvola di scarico aperta.
- Non toccare la valvola di carico gas e non tentare la regolazione o lo scarico con utensili o attrezzi impropri.
- Controllare che in fase normale di funzionamento la valvola di esclusione sia aperta e quella di scarico sia perfettamente chiusa.
- Controllare che siano verificate le seguenti relazioni tra le pressioni minime P_{min} e massime P_{max} sull'impianto, e la pressione di precarica P_0 dell'accumulatore:
 $4 P_0 > P_{max}$
 $P_0 < 0,9 P_{min}$
- Se si modifica la posizione dell'accumulatore da verticale ad orizzontale, la sua disponibilità di energia si riduce in modo considerevole rispetto a quella calcolata in fase di progetto. Bisogna tenere conto di ciò soprattutto quando l'accumulatore è utilizzato come riserva di energia o per emergenza.
 - Il manometro deve indicare la pressione reale dell'accumulatore idraulico. A tale scopo occorre montarlo direttamente nella tubazione di mandata. Il manometro sulla centralina idraulica non è adatto a tale scopo. La pressione massima d'esercizio dell'accumulatore idraulico deve essere indicata mediante contrassegno sulla scala del manometro. In alternativa è possibile mettere una targhetta o un cartellino sui quali è indicata la pressione nominale. Per verificare regolarmente la pressione è possibile collegare un manometro di controllo.
 - Nel caso di impiego di più accumulatori, ciascuno di essi deve essere isolato dagli altri.

➤ **Seguire sempre con attenzione le istruzioni del fornitore.**

Gonfiaggio e controllo precarica del gas.



Per il corretto impiego dell'accumulatore procedere al collegamento della bombola di azoto installando il riduttore di pressione per il controllo del gonfiaggio che deve essere lento per evitare lo scoppio della sacca. Sull'accumulatore è collegata l'unità di precarica per la corretta taratura della pressione dell'azoto e che servirà anche per la verifica periodica della pressione che deve rimanere costante nel tempo, rispettando il valore di pressione stampigliato sulla targhetta dell'accumulatore.

CODICE DI ORDINAZIONE

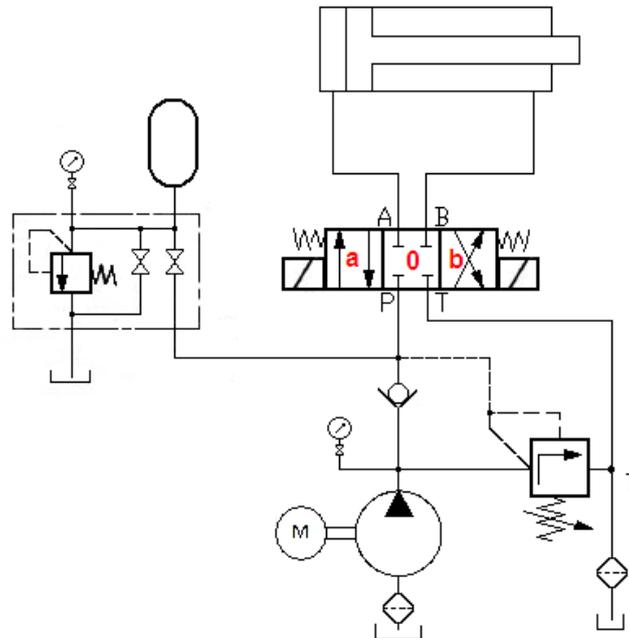
La sigla dell'accumulatore contiene tutte le informazioni necessarie per la sua identificazione.

- Tipo di accumulatore (sacca,membrana,pistone)
- Capacità nominale in litri
- Tipo di costruzione (riparabile o standard)
- Materiale della sacca
- pressione massima di esercizio
- Materiale del corpo e delle valvole
- Attacco olio
- Collaudi e certificazioni
- Materiale valvola a gas

NORME DI SICUREZZA

Gli accumulatori sono apparecchiature a pressione e devono sottostare a precise norme vigenti in ciascun paese dove saranno impiegati. Queste norme definiscono i criteri costruttivi e i requisiti di sicurezza riguardante gli equipaggiamenti e sistemi operanti in pressione. Per quanto riguarda l'Europa, essi devono sottostare alla Direttiva PED 97/23/CE per attrezzature in pressione. Negli Stati Uniti ,Canada,Sud Africa la norma di riferimento è ASME- U.S.

Esempio d'installazione dell'accumulatore per impiegare una minore potenza, cioè una pompa con portata ridotta e avere, quando è necessario, alte portate istantanee.



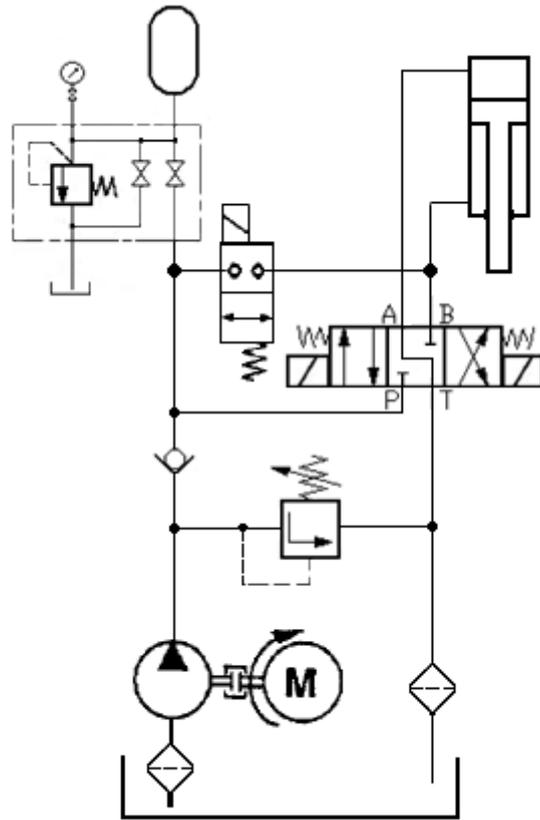
Elettrodistributore in posizione **0**. L'accumulatore si carica fino alla pressione di taratura della valvola di massima, la cui alimentazione è collegata a monte della valvola unidirezionale, mentre il pilotaggio è collegato a valle.

Al raggiungimento della pressione di taratura, la valvola di massima si apre e scarica tutta la portata della pompa.

La valvola unidirezionale si chiude isolando l'accumulatore che rimane carico.

Posizionando l'elettrodistributore in **a**, si ha subito una caduta di pressione che provoca la chiusura della valvola di massima e l'avanzamento veloce del cilindro, poiché si somma la portata della pompa con quella dell'accumulatore.

Nell'esempio sotto è rappresentato un caso di emergenza. La mancanza di tensione ad entrambi i distributori fa intervenire l'accumulatore che provoca la risalita del cilindro.



Scambiatori di calore

Argomenti trattati:

- 1) **PREMESSA**
- 2) **TRASMISSIONE DEL CALORE**
- 3) **CLASSIFICAZIONE BASATA SULLA CONFIGURAZIONE DEI FLUSSI**
- 4) **TIPI DI SCAMBIATORE DI CALORE**
- 5) **DIMENSIONAMENTO DELLO SCAMBIATORE DI CALORE ACQUA-OLIO.**
- 6) **SCAMBIATORI ARIA-OLIO**
- 7) **INSTALLAZIONE**
- 8) **SCAMBIATORE DI CALORE A PIASTRE**
- 9) **REFRIGERATORI FRIGORIFERI**

1) Premessa.

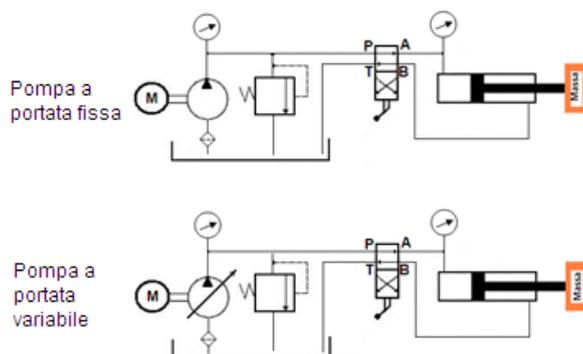
I circuiti oleodinamici durante il loro funzionamento generano calore che può raggiungere valori di temperatura molto alti tali da compromettere il buon funzionamento dell'impianto. Le cause che portano all'aumento della temperatura sono date dal trafilamento della valvola di massima, da perdite di carico per strozzature dei raccordi, tubi ecc.

A volte la dispersione di calore nell'ambiente, causata dalle superfici del serbatoio e dalle tubazioni di acciaio, è sufficiente a mantenere la temperatura dell'olio a valori ottimali da 40°C a 50°C, con un massimo consentito da 60°C a 70°C, diversamente bisogna ricorrere all'impiego di scambiatori di calore.

Un circuito con una pompa a portata variabile assicura una migliore efficienza idraulica con riscaldamento dell'olio più contenuto, ma i costi di una pompa a portata variabile sono alti e la sua scelta dipende anche dalle caratteristiche dell'impianto.

Un circuito con una pompa a portata fissa garantisce una rapida risposta al movimento dell'attuatore, ma solitamente richiede l'impiego di uno scambiatore di calore per tenere sotto controllo la temperatura dell'olio.

In generale il rendimento totale di un circuito idraulico ben dimensionato è del 70%, quindi il 30% della potenza installata si trasforma in calore che deve essere disperso dallo scambiatore.



Un olio surriscaldato si deteriora facilmente, perde le sue proprietà di lubrificazione, danneggia le guarnizioni dei componenti e aumentano i trafilamenti nel circuito.

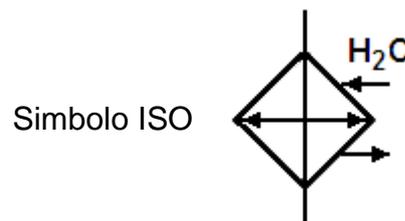
Il corretto funzionamento dell'impianto deve tenere presente dell'intervallo di temperatura cui deve lavorare, perché anche un olio troppo viscoso compromette il funzionamento introducendo alte perdite di carico nel circuito e difficoltà di aspirazione della pompa.

Le macchine che lavorano in ambienti freddi devono avere dei sistemi di riscaldamento dell'olio per raggiungere la corretta temperatura prima di iniziare a lavorare. Per questo motivo si utilizzano delle resistenze elettriche con controllo elettronico della temperatura di lavoro dell'olio.



Simbolo ISO

Lo scambiatore è un dispositivo in cui l'energia di calore è trasferita da un fluido caldo un altro freddo attraverso una superficie solida che li separa. In altre parole consentono lo scambio del calore tra due fluidi in movimento a diverse temperature fra loro. I due fluidi sono separati da una superficie metallica. La superficie di separazione può essere piana (scambiatore a piastre) o cilindrica (scambiatore a fascio tubiero). Vedi foto sotto.



Simbolo ISO

Al fine di mantenere sotto controllo la temperatura dell'olio, occorre inserire tra la condotta di scarico e il serbatoio, uno scambiatore di calore. In uscita dallo scambiatore, l'olio idraulico avrà ceduto gran parte del calore al fluido di raffreddamento che può essere acqua o aria. Uno scambiatore dimensionato correttamente mantiene il rendimento dell'impianto in condizioni di funzionamento ottimale.

2) TRASMISSIONE DEL CALORE

Il calore è una forma di energia (**Joule**) che è scambiata fra corpi a temperature diverse. La trasmissione del calore avviene spontaneamente solo da un corpo caldo a uno freddo, fino a che i due corpi raggiungono la stessa temperatura, detta di equilibrio termico. Il corpo caldo trasferisce a quello freddo parte della sua energia termica intensificandone l'agitazione molecolare. La propagazione del calore può avvenire per *conduzione*, *convezione* o per *irraggiamento*.

CONDUZIONE

Il trasferimento per *conduzione* avviene tra corpi che sono a contatto diretto o tra parti di uno stesso corpo che si trovano a temperature diverse. Prendiamo ad esempio, come indicato in figura 1a, due corpi a temperature diverse. Una volta posti in contatto, per conduzione il calore fluisce dal corpo più caldo a quello più freddo, finché essi raggiungono una temperatura d'equilibrio.

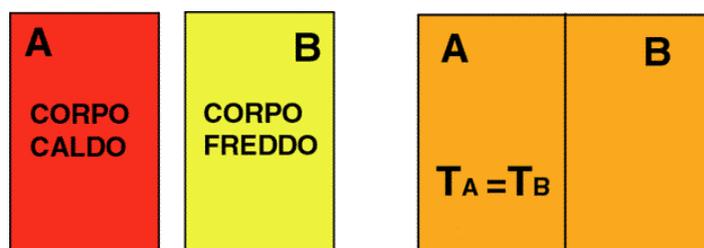


Fig.1a

Fig.1b

CONVEZIONE

Si tratta del trasferimento di calore che avviene tra una superficie e un fluido in movimento dotati di temperature diverse.

Ad esempio si ha convezione quando tra due corpi circola un fluido intermedio (detto fluido termovettore), che si riscalda per conduzione a contatto con il corpo caldo e poi cede il calore quando viene a contatto con il corpo freddo.

In entrambi i casi, la quantità di calore scambiata è proporzionale alla differenza di temperatura.

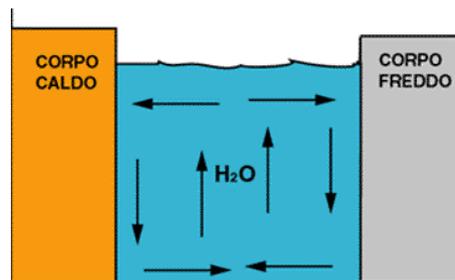


Fig. 2. Moto molecolare nel mezzo convettivo (in questo caso acqua)

IRRAGGIAMENTO

Tutte le superfici che si trovano ad una data temperatura emettono energia sotto forma di onde elettromagnetiche. Perciò, in assenza di un mezzo situato tra di esse, il calore tra le due superfici, a diversa temperatura è trasferito per solo irraggiamento.

A differenza delle altre due modalità di scambio termico, l'irraggiamento non richiede la presenza di un mezzo perché vi sia trasmissione di energia.

Quindi in questo caso il corpo avente temperatura maggiore emette radiazioni elettromagnetiche che sono assorbite dal corpo più freddo, come si vede in figura 3 (nella figura sono rappresentate soltanto le radiazioni termiche che investono il corpo freddo). Le pareti dei serbatoi e i tubi d'acciaio trasmettono calore per irraggiamento.

La terra è riscaldata dal sole per irraggiamento.

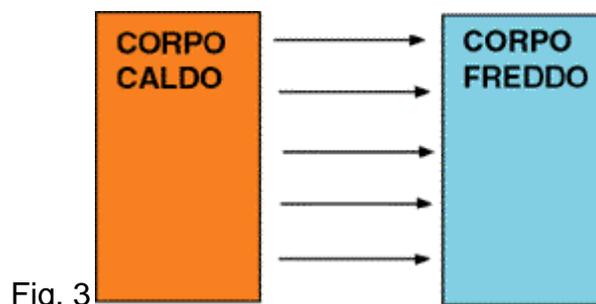


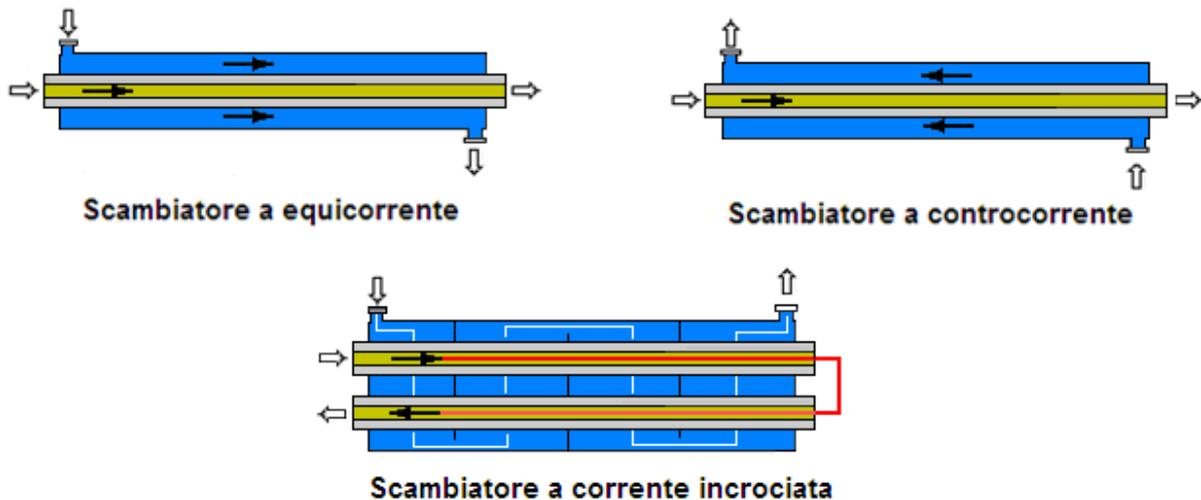
Fig. 3

3) CLASSIFICAZIONE BASATA SULLA CONFIGURAZIONE DEI FLUSSI

In base alla configurazione dei flussi, gli scambiatori sono definiti:

- equicorrente/correnti parallele: quando i due flussi scorrono uno parallelo all'altro, nella stessa direzione; sono molto diffusi, ma la loro efficienza è piuttosto bassa.

- a correnti incrociate: quando i due flussi formano tra loro un angolo retto; sono abbastanza efficienti e impiegati data la facilità con cui il fluido può essere convogliato allo scambiatore (esempio: radiatori per autoveicoli);
 - controcorrente a flusso incrociato: quando i due flussi formano tra loro ancora un angolo retto, ma il flusso nei tubi, inizialmente va in una direzione e poi con una conversione torna in direzione inversa; quindi lo scambiatore ha entrata ed uscita del fluido passante nei tubi sulla stessa testata; è molto più efficiente del precedente;
 - a corrente incrociata: quando il flusso è obbligato a percorrere lo scambiatore, cambiando spesso direzione a causa di diaframmi posti all'interno dello scambiatore.
- Questa soluzione è la più utilizzata nel settore oleodinamico.



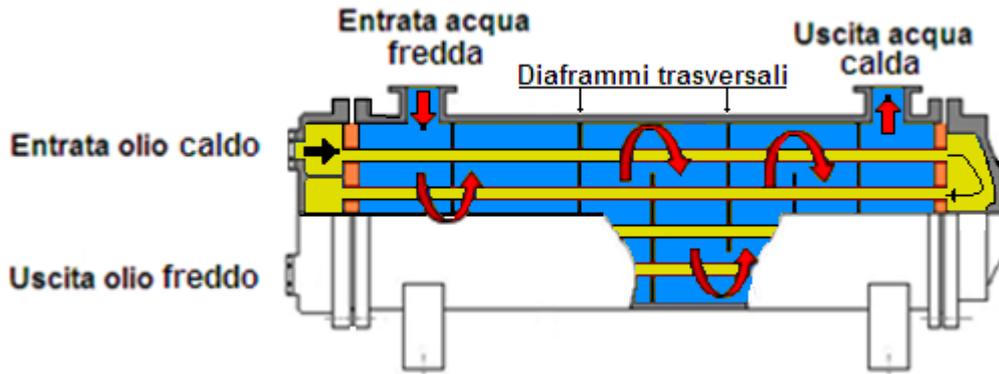
4) TIPI DI SCAMBIATORE DI CALORE

- ❖ Scambiatore di calore acqua-olio
- ❖ Scambiatore di calore aria-olio

Lo scambiatore di calore **acqua - olio** utilizza un fascio tubiero. Uno dei due fluidi scorre all'interno dei tubi, mentre l'altro ne lambisce la superficie esterna descrivendo un percorso, determinato dalla posizione di diaframmi trasversali i quali, oltre a generare turbolenza, provocano una componente della velocità del fluido in direzione normale ai tubi (corrente incrociata).

Nel disegno sotto, l'acqua fredda bagna l'esterno dei tubi in cui scorre l'olio e così avviene lo scambio termico, dove l'acqua si riscalda mentre l'olio si raffredda.

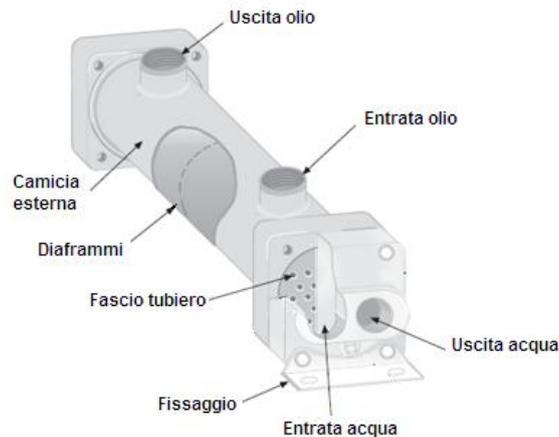
L'ingresso e l'uscita dei due fluidi si possono **invertire**, cioè l'acqua passa nei tubi mentre l'olio scorre nel mantello e i diaframmi lo convogliano all'uscita dello scambiatore.



Il calore asportato dallo scambiatore ad acqua, a parità delle altre condizioni:

- Aumenta al diminuire della temperatura dell'acqua fredda.
- Aumenta all'aumentare della temperatura del fluido.
- Aumenta all'aumentare della portata che attraversa lo scambiatore.

Disegno di uno scambiatore con entrata/uscita dei fluidi **invertiti**.



La camicia esterna (mantello) è ricavata da un tubo di acciaio.

Il fascio tubiero è composto di tubi di rame, rame / nichel o acciaio inox.

I diaframmi in ottone all'interno hanno la funzione di creare una turbolenza del fluido per ottenere un migliore rendimento di dissipazione del calore.

Le guarnizioni di tenuta sono in viton.

5) Dimensionamento dello scambiatore di calore acqua-olio.

Per una formazione di base sugli scambiatori di calore occorre conoscere i seguenti principi di fisica:

- calore specifico o capacità termica specifico c_s (c minuscolo)
- capacità termica **C** (maiuscolo)
- quantità di calore **Q**
- caloria **cal** o chilocaloria **kcal**.

Quando due corpi, aventi la stessa massa ma di materiale diverso, acquistano la stessa quantità di calore, si ottiene, in generale, un aumento diverso delle rispettive temperature. Le grandezze utilizzate per descrivere in modo quantitativo questo comportamento della materia sono il calore specifico e la capacità termica.

Ci sono quindi materiali che a parità di massa e di temperatura assorbono più calore di altri. Tale proprietà è espressa dalla costante **Cs**, propria del materiale, che è detta **calore specifico o capacità termica specifico**.

Il calore specifico di una sostanza indica la quantità di calore (energia termica) in **joule**, necessaria per aumentare (diminuire) di 1K (1°C) la temperatura di un'unità di massa della sostanza.

Nel sistema **SI** l'unità di misura del calore specifico è data dalla formula:

$$c_s = \frac{Q}{m \cdot \Delta t (t_{\text{finale}} - t_{\text{iniziale}})} \left(\frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}} \right) \text{ Nel sistema tecnico l'unità di misura è } \frac{1 \text{ cal}}{1 \text{ g} \cdot 1^\circ \text{C}}$$

oppure: la quantità di calore necessaria per incrementare la temperatura di 1K (1°C) la massa **m** di **1 kg** di una sostanza. $\left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right)$ o $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} \right)$

Ogni sostanza ha il suo c_s che è stato stabilito da prove di laboratorio.

L'acqua ha un $c_s = 4,186 \frac{\text{J}}{\text{g} \cdot \text{K}}$ o $c_s = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ \text{C}}$ oppure $c_s = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ o $c_s = 1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}$

Ad esempio il c_s dell'acqua è elevato, significa che occorre molta energia per ottenere piccoli incrementi di temperatura; mentre il c_s del rame è piuttosto basso, per cui modeste quantità di energia provocano grandi aumenti di temperatura.

Calore specifico olio idraulico: $c_s = 1840 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ oppure $c_s = 0,44 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}}$

Si definisce **capacità termica** di un corpo, la quantità di calore (energia termica) che esso deve assorbire, affinché la sua temperatura aumenti di 1 °C o 1 K.

La formula che la definisce è:

$$C = \frac{Q}{\Delta T} = \frac{J}{K}$$

Anche la **capacità termica** è una caratteristica di ogni sostanza ma dipende dalla sua **massa e al calore specifico**.

Per questo motivo non si utilizzano tabelle per indicare le capacità termiche dei materiali, bensì i loro calori specifici. Una volta noto il calore specifico è quindi sufficiente moltiplicarlo per la massa.

La capacità termica **C** si scrive con la formula $C \left(\frac{\text{J}}{\text{K}} \right) = c_s \left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) \cdot m (\text{kg})$

E' intuitivo che, a parità di energia fornita, riusciamo a riscaldare più facilmente un corpo con una piccola massa.

Q è la quantità di calore che un corpo deve acquistare o cedere per variare la sua temperatura di una quantità $\Delta T = T_{\text{finale}} - T_{\text{iniziale}}$ è proporzionale al salto di temperatura e alla massa m del corpo, secondo la relazione: $Q (\text{J}) = c_s \left(\frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}} \right) \cdot m (\text{kg}) \cdot \Delta T (\text{K})$.

Esempio : La quantità di calore **Q** necessaria per riscaldare 100 grammi di etanolo da 20°C a 70°C, noto il calore specifico $c_s = 0,581 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ \text{C})$, si ricava come segue:

$$Q = c_s \cdot m \cdot \Delta T (T_2 - T_1) = 0,581 \cdot 100 \cdot 50 = 2905 \text{ cal} \cdot 4,186 = 12160 \text{ joule}$$

Questa relazione rappresenta la legge fondamentale della termologia.

Esempio: Un serbatoio contenente 90 litri di olio idraulico, $\left(c_s = 1840 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ \text{C}} \right)$, si trova alla temperatura iniziale di 17,5 °C. Sapendo che assorbe 7450 kJ di energia sotto forma di calore, calcolare la temperatura finale dell'olio.

Dalla formula $Q = c_s \cdot m \cdot \Delta T$, ricavo $\Delta t = \frac{Q}{m \cdot c_s}$.

Calcolo la massa dell'olio $m = 90 \text{ dm}^3 \cdot 0,9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 81 \text{ kg}$

Inserendo i valori noti trovo:

$$\Delta t = \frac{7450 \text{ KJ}}{81 \text{ kg} \cdot 1,84 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}}} = 50^\circ\text{C}$$

La temperatura finale è data da: $\Delta t = t_{\text{fin}} - t_{\text{ini}}$;

$$t_{\text{fin}} = t_{\text{ini}} + \Delta t = 17,5 + 50 = 67,5^\circ\text{C}$$

Si ricorda di utilizzare le unità di misura all'interno dello stesso sistema, in questo

Nel sistema tecnico si usa la **caloria** per misurare il calore che rappresenta la quantità di energia necessaria per elevare la temperatura da 14,5 °C a 15,5°C un grammo di acqua. Le prove di laboratorio hanno stabilito la seguente relazione:

$$1 \text{ cal} = 4,186 \text{ J} \text{ quindi } 1 \text{ kcal} = 4186 \text{ J} \text{ e } 1 \text{ J} = \frac{1}{4,186} \text{ cal} \cong 0,24 \text{ cal}$$

Quantità di calore = Energia (**Joule**) trasferita da un corpo più caldo a uno più freddo a seguito della differenza di temperatura senza che, necessariamente sia fatto del lavoro. Questo significa che sono necessari **4186 J** di energia per alzare di **1 grado Kelvin** la temperatura di **1 kg** di **acqua**.

$$c_s(\text{calore specifico acqua}) = \frac{1 \text{ kcal}}{1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ K}} = \frac{4186 \text{ J}}{1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ K}} = 4186 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$$

Riferito alla potenza: **1 watt = 1 J / secondo**.

Risulta che **4186 J / secondo**, sono **4186 W**.

4,186 kW rappresentano la potenza in kW necessaria per produrre **una chilocaloria /secondo**.

Si deduce che **un kw** produce un numero di **kcal/s**:

$$1 \text{ kW} = \frac{1}{4,186} = \approx 0,24 \frac{\text{kcal}}{\text{s}} \cdot 3600 = \approx 860 \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

Quindi si può esprimere la potenza perduta in kcal/h, moltiplicando i kW per 860.

Calcolo della potenza termica dissipata.

Per chi è interessato ad approfondire l'argomento in oggetto, suggerisco di leggere sul Manuale di oleodinamica, pubblicato da Tecniche Nuove, il capitolo a pag.218 dove sono illustrati degli esempi di calcolo per determinare la potenza termica dissipata da una valvola riduttrice, tubazioni, pompa, motore idraulico.

EQUIVALENZE TRA LE UNITÀ DI MISURA MAGGIORMENTE USATE

- 1 HP = 635 kcal/h
- 1 kW = 860 kcal/h
- 1 BTU = 0,25 kcal/h

Il **British thermal unit (BTU o Btu)** è un'unità di misura dell'energia, usata negli Stati Uniti e nel Regno Unito.

Una BTU è definita dalla quantità di calore richiesta per alzare la temperatura di 1 libbra (ovvero 453,6 grammi) di acqua da 39 °F a 40 °F (3.8 °C a 4.4 °C).

Esempio di dimensionamento dello scambiatore di calore acqua-olio.

Per la richiesta dello scambiatore bisogna fornire al costruttore i seguenti dati:

- ✓ **Ta** = Temperatura acqua di raffreddamento in °C
- ✓ **To** = Temperatura massima consentita per l'olio in °C.
- ✓ **q** = Portata d'olio in scarico che attraversa lo scambiatore in litri/minuto
- ✓ **v** = Viscosità dell'olio in cSt.
- ✓ **Q** = Quantità di calore da smaltire in kcal/ora

Come già detto il 30% della potenza utile generata dalla pompa, si trasforma in calore da smaltire.

Esempio: Potenza **N = 100 kW**

Bisogna tenere presente che **1 kW = 3600 kJ/h.**

Oppure tenendo conto che **1 kW = 860 kcal/h;**

Da cui: **N · 30% · 3600 = 100 · 0,3 · 3600 = 108.000 kJ/h.** (calore da smaltire)

Oppure: **N · 30% · 860 = 100 · 0,3 · 860 = 25.800 kcal/h.** (calore da smaltire)

Con la sola finalità di approfondire la formazione di base, svolgo un esempio di dimensionamento dello scambiatore di calore acqua – olio.

Fare sempre riferimento ai calcoli tecnici dei costruttori degli scambiatori.

Dati tecnici conosciuti:

N (kW) = Potenza installata sulla centrale oleodinamica

q (l/min.) = Portata d'olio che attraversa lo scambiatore.

To (°C) = Temperatura massima consentita per l'olio idraulico.

Ta (°C) = Temperatura acqua di raffreddamento.

v (cSt) = Viscosità olio.

Oltre al 30% della potenza installata che si trasforma in calore, occorre sovradimensionare di un ulteriore 20% lo scambiatore a causa della portata di olio incostante, per le incrostazioni calcaree che si formano nei tubi dell'acqua e per il velo di olio che si deposita sull'esterno dei tubi.

La superficie di scambio **S (m²)** dello scambiatore si ricava dalla seguente formula:

$$S (m^2) = \frac{Q}{K \cdot \Delta T_m} ; \frac{\frac{kcal}{h}}{h \cdot ^\circ C \cdot m^2 \cdot ^\circ C}$$

Dove :

Q (Kcal/h) = Quantità di calore da disperdere:

30% potenza installata

+

20% sovradimensionamento = **50 % N x 860.** (kcal/h)

ΔTm (°C) = Temperatura media dell'acqua e dell'olio tra entrata e uscita dallo scambiatore. NB: quando entra, l'acqua è fredda, quando esce, è più calda perchè ha asportato parte del calore dell'olio e viceversa per l'olio.

K ($\frac{kcal}{h \cdot ^\circ C \cdot m^2}$) = coefficiente di scambio in funzione della viscosità dell' olio.
(vedi tabella sotto).

Viscosità	fino a	16 ÷	47 ÷	69 ÷	101 ÷
(cSt)	15	46	68	100	150
K	800	600	500	300	200

Per determinare **ΔTm** si procede come segue. Dalla formula

$$Q = c_s \cdot \rho \cdot q \cdot \Delta t_o \left(\frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} \cdot \frac{\text{dm}^3}{\text{min}} \cdot ^\circ\text{C} \right) = \frac{\text{kcal}}{\text{min} \cdot 60} = \frac{\text{kcal}}{\text{h}}$$

- Calcolo del salto termico ΔT_o tra entrata e uscita dell'olio.

$$\Delta T_o = \frac{Q}{(c_s \cdot \rho) \cdot q \cdot 60} = ^\circ\text{C}$$

Dove: **60** trasforma la portata l/min. in l/h.

Dove: c_s (calore specifico) moltiplicato ρ (densità) = **0,4 (kcal/l °C)**

$$c_s \cdot \rho = 0,44 \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \cdot 0,900 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3} = 0,4 \frac{\text{kcal}}{\text{litro} \cdot ^\circ\text{C}}$$

- Trovato ΔT_o , si calcola la temperatura media dell'olio $T_{mo} = T_o - \frac{\Delta T_o}{2}$

Per il calcolo della temperatura media dell'acqua si ipotizza che il salto termico ΔT_a sia:

$\Delta T_a = 10^\circ\text{C}$ con temperatura acqua in entrata $< 20^\circ\text{C}$

$\Delta T_a = 5^\circ\text{C}$ con temperatura acqua in entrata $> 21^\circ\text{C}$

- Quindi: $T_{ma} = T_a + \frac{\Delta T_a}{2} = ^\circ\text{C}$
- Si ricava: $\Delta T_m = T_{mo} - T_{ma}$
- Inserendo i dati calcolati nella formula iniziale:

$$S (\text{m}^2) = \frac{Q}{K \cdot \Delta T_m} \text{ si trova la superficie di scambio.}$$

- La portata di acqua necessaria = $\frac{Q}{\Delta T_a \cdot c_s \cdot 60} = \frac{l}{\text{min}}$

dove il calore specifico C_s dell'acqua è di $1 \frac{\text{kcal}}{\text{kg (litro)} \cdot ^\circ\text{C}}$; e ΔT_a è il salto termico dell'acqua.

Esempio di calcolo scambiatore di calore.

Dati:

$$N = 40 \text{ kW}$$

$$q = 70 \text{ l/min}$$

$$T_o = 60 ^\circ\text{C}$$

$$T_a = 20 ^\circ\text{C}$$

$$V = 36 \text{ cSt}$$

Dalla formula di base $S (\text{m}^2) = \frac{Q}{K \cdot \Delta T_m}$ si deve calcolare :

La quantità di calore da disperdere $Q = 40 \text{ kW}$ al 50% = $20 \text{ kW} \times 860 = 17.200 \text{ kcal/h}$

Dalla tabella per viscosità 36 cSt si ricava $K = 600$ (kcal/h °C m²).

Si trova il valore di ΔT_m :

Nella formula:

$$\Delta T_o = \frac{Q}{q \cdot c_s \cdot \rho \cdot 60} = ^\circ\text{C}, \text{ si inseriscono i valori conosciuti.}$$

Calcolo del salto termico dell'olio tra entrata e uscita: $\Delta T_o = \frac{17200}{70 \cdot 0,4 \cdot 60} = 10 ^\circ\text{C}$

La Temperatura media dell'olio : $T_{mo} = T_o - \frac{\Delta T_o}{2} = 60^\circ\text{C} - \frac{10}{2}^\circ\text{C} = 55 ^\circ\text{C}$

Supponendo $\Delta T_a = 10 ^\circ\text{C}$ (con temperatura acqua in entrata $< 20^\circ\text{C}$), calcolo:

$$T_{ma} = T_a + \frac{\Delta T_a}{2} = 20 + \frac{10}{2} = 25 ^\circ\text{C}$$

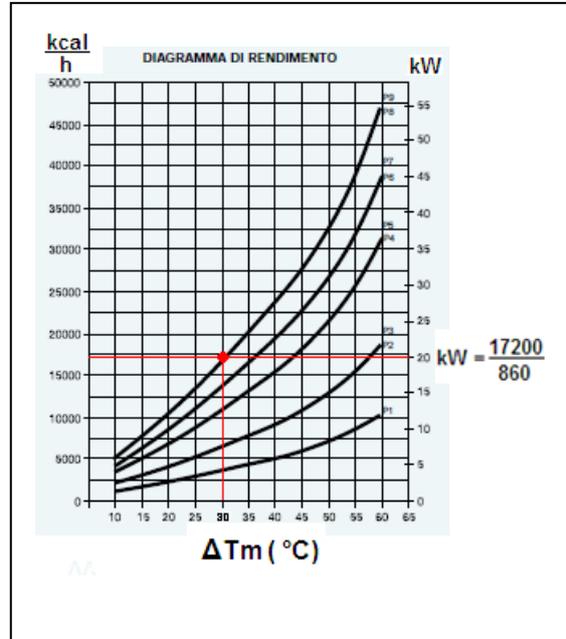
Quindi trovo il valore: $\Delta T_m = T_{mo} - T_{ma} = 55 - 25 = 30 ^\circ\text{C}$

Introducendo i dati nella formula iniziale:

$$S = \frac{Q}{K \cdot \Delta T_m} = \frac{17.200}{600 \cdot 30} = 0,95 \text{ m}^2 \text{ (superficie di scambio).}$$

Con la tabella del costruttore si procede alla scelta dello scambiatore in base alla superficie **S** (m²) calcolata e alla portata di olio in litri/min.

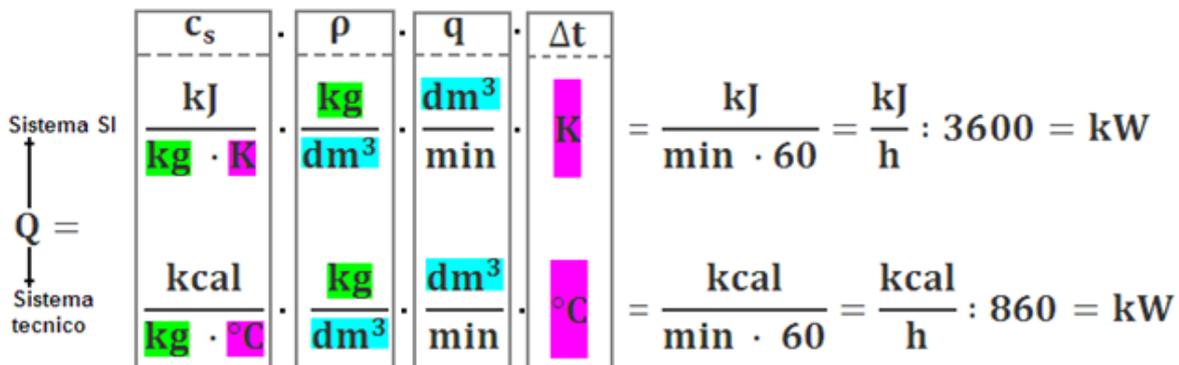
Scambiatore	Superficie	Portata d'olio	Diaframma
Tipo	m ²	l/min	N°
T 80 B2	0,41	20 - 60	5
T 80 B3	0,70	30 - 80	7
T 80 CB1	0,23	20 - 50	3
T 80 CB2	0,41	20 - 60	5
T 80 CB3	0,70	30 - 80	7
T 80 C1	0,17	30 - 80	2
T 80 C2	0,29	20 - 60	4
T 80 CF1	0,17	30 - 80	2
T 80 CF2	0,29	20 - 60	4
MS 84 B1	0,21	30 - 80	3
MS 84 B2	0,37	20 - 60	7
MS 84 B3	0,39	50 - 10	5
MS 84 B4	0,63	30 - 80	11
MS 84 B5	0,65	80 - 130	7
MS 84 B6	0,81	40 - 90	13
MS 84 B7	0,81	100 - 160	7
MS 84 B8	0,98	60 - 110	13
MS 84 B9	0,98	140 - 190	7
MS 84 CF1	0,19	25 - 70	4
MS 84 CF2	0,26	25 - 70	6
MS 84 CF3	0,34	60 - 120	4
MS 84 CF4	0,42	40 - 100	6
MS 84 CF5	0,53	80 - 200	6
MS 84 CF6	0,69	60 - 150	10
MS 134 P1	1,05	30 - 100	5



$$\text{Portata acqua: } \frac{Q}{\Delta T_a \cdot c_s \cdot 60} = \frac{17200}{10 \cdot 1 \cdot 60} = 28,6 \frac{\text{l}}{\text{min}}$$

Se non si conosce il valore di **Q** (kJ/h oppure kcal/h) quantità di calore da smaltire, si utilizza la formula:

$Q = c_s \cdot \rho \cdot q \cdot \Delta t$, impiegando le corrette grandezze del sistema SI oppure quelle del sistema tecnico.



Adoperando le grandezze del sistema SI:
 $c_s = 1,84 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot \text{K}}$ (calore specifico dell'olio)

$\rho = 0,9 \frac{\text{kg}}{\text{dm}^3}$ (densità olio)

$$q = \frac{dm^3}{min} \text{ (portata in l / min.)}$$

$\Delta t = K$ (gradi kelvin) differenza temperatura olio in entrata e uscita.

Adottando le unità tecniche:

$$c_s = 0,44 \frac{kcal}{kg \cdot ^\circ C} \text{ (calore specifico dell'olio)}$$

$$\rho = 0,9 \frac{kg}{dm^3} \text{ (densità olio)}$$

$$q = \frac{dm^3}{min} \text{ (portata in l / min.)}$$

$\Delta t = ^\circ C$ (gradi centigradi) differenza temperatura olio in entrata e uscita.

Esempio: calcolo della Q (kcal/h).

Dati:

$$c_s = 0,44$$

$$\rho = 0,9$$

$$q = 100 \text{ l / min. (100 x 60 = 6000 l/h)}$$

$$\Delta t = 7 \text{ } ^\circ C \text{ (ingresso olio } 70^\circ C; \text{ uscita olio } 63 \text{ } ^\circ C).$$

Dalla formula $Q = c_s \cdot \rho \cdot q \cdot \Delta t$, sostituendo i valori, diventa:

$$Q = 0,44 \cdot 0,9 \cdot 6000 \cdot 7 = 16.632 \frac{kcal}{h}$$

6) Scambiatori aria-olio

- SCAMBIATORI DI CALORE ARIA-OLIO CON VENTILATORI A CORRENTE ALTERNATA.
- SCAMBIATORI DI CALORE ARIA-OLIO CON VENTILATORI A CORRENTE CONTINUA.
- SCAMBIATORI DI CALORE ARIA-OLIO CON MOTORE IDRAULICO.

Gli scambiatori con motore idraulico sono stati progettati per essere utilizzati su macchine mobili quando la batteria delle stesse non può sopportare l'assorbimento di un ventilatore, oppure quando la necessità di avere scambi termici elevati non può essere soddisfatta dagli scambiatori a corrente continua.

Gli scambiatori aria-olio funzionano come i radiatori delle auto. Una ventola azionata elettricamente o da un motore idraulico aspira aria dall'ambiente e la spinge contro la superficie radiante, dove scorre l'olio.

Il pacco radiante in alluminio comprende i tubi dove passa l'olio e le alette di raffreddamento.

La differenza di temperatura tra l'aria fredda dell'ambiente e l'olio caldo determina il rendimento dello scambiatore.

Questa soluzione è adottata principalmente sulle macchine mobili perchè non hanno la possibilità di collegamento alla rete idrica.

La pressione massima di esercizio è 25 bar.

La temperatura massima di esercizio 120°C.

Installare valvola by-pass per protezione all'avviamento.

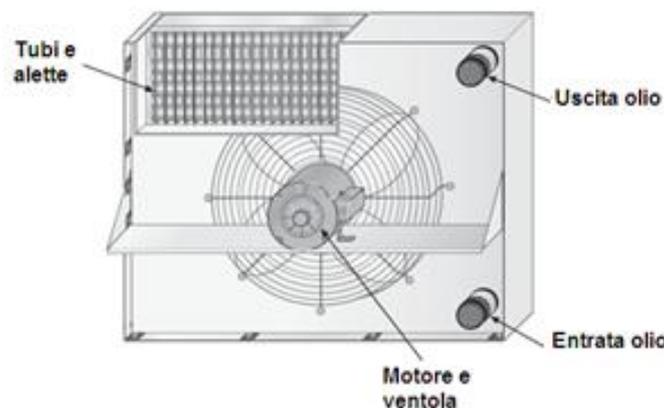
Eseguire la pulizia lato olio e lato aria con prodotti consigliati dal costruttore.

Scambiatori di calore aria-olio



- Scambiatori di calore in alluminio a elevate prestazioni per una pressione statica massima di 26 bar
- Indicati per oli idraulici, oli per ingranaggi, oli lubrificanti, oli motore
- Motore ventola a 12 V, 24 V, 230 V/400 V e motore idraulico
- Di facile manutenzione e diverse possibilità di accesso per la pulizia
- Rumorosità ridotta
- Marcatura CE
- Ridotti tempi di consegna

E' stata messa a punto una serie di scambiatori di calore compatti in 8 grandezze diverse, indicati per il raffreddamento di oli per idraulica e oli lubrificanti.



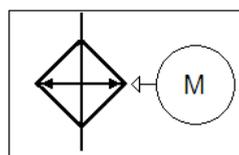
CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE

Per garantire elevate pressioni di esercizio resistenza alle vibrazioni ed elevato scambio termico, si utilizza un pacco radiante composto da alette continue di alluminio, fissate ai tubi di rame mediante espansione meccanica.

I collettori sono dimensionati per consentire il passaggio dell'olio alla portata prevista.

Ogni apparecchio è corredato di un termostato a taratura fissa, da collegare al motore, per l'inserimento della ventola alla temperatura di 40 - 48°C.

Motore elettrico e ventola sono previsti per funzionamento al 100% e con livello di rumorosità particolarmente basso.



Simbolo ISO scambiatore di calore aria-olio con motore elettrico

Per selezionare lo scambiatore è necessario conoscere:

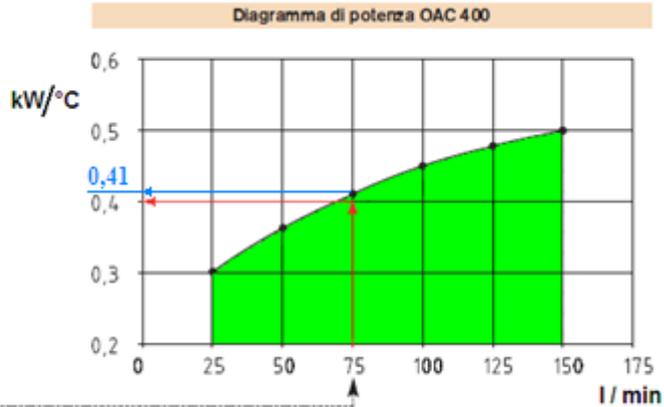
Q (kW) Quantità di calore da dissipare (potenza da dissipare)

V (l/min) Portata olio

T_{oil} (°C) Temperatura olio in entrata nello scambiatore

TL (°C) Temperatura ingresso dell'aria nello scambiatore (temp. ambiente)

Esempio di calcolo
 Dati tecnici:
 Q = 14 kW
 V = 75 l/min
 T_{Oil} = 65 °C
 T_L = 30 °C



Calcolo potenza di raffreddamento

Differenza di temperatura di ingresso ΔT (°C) = T_{oil} — T_L (aria ambiente)
 Raffreddamento specifico richiesto o potenza specifica di scambio :

$$P_{ert} = Q : \Delta T$$

La capacità di raffreddamento richiesta si deve trovare nella zona verde:

$$P_{ert} = \frac{14 \text{ kW}}{65 \text{ (}^\circ\text{C)} - 30 \text{ (}^\circ\text{C)}} = 0,4 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

L'unità scelta è il modello OAC 400 (catalogo KTR.com)

La capacità di raffreddamento dello scambiatore è :

$$0,41 \text{ kW/}^\circ\text{C} \cdot 35^\circ\text{C} = 14,35 \text{ kW}$$

Calcolo della perdita di pressione

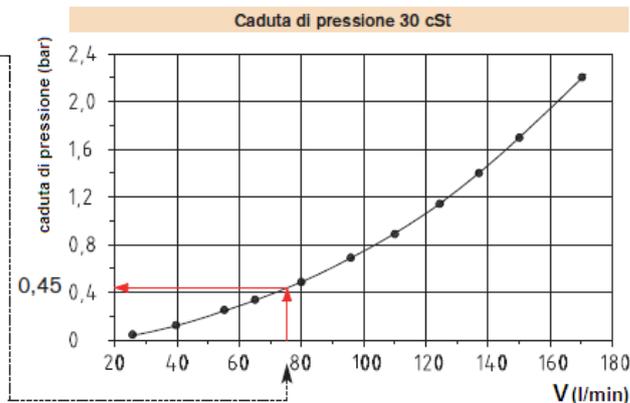
La caduta di pressione indicata nelle tabelle riguarda una viscosità dell'olio di 20 cSt.
 L'effettiva perdita di carico è calcolata come segue:

Perdita di pressione (vedi diagramma) x fattore di conversione = perdita effettiva di pressione.

Esempio:

V: 75 l/min
 Viscosità: 20 cSt

$$\rightarrow 0,45 \text{ bar} \times 0,75 = 0,3375 \text{ bar}$$



Fattore di conversione caduta di pressione									
cSt	10	15	20	30	40	50	60	80	100
Fattore	0,5	0,65	0,75	1	1,2	1,4	1,6	2,1	2,8

Di seguito è spiegato un altro procedimento per dimensionare lo scambiatore.

I parametri di dimensionamento sono:

- ❖ Potenzialità termica dello scambiatore **Q** che è la quantità di calore da disperdere e si calcola considerando il 30% della potenza installata. **Q (kcal/h)**
- ❖ Temperatura dell'olio in ingresso nello scambiatore **to (°C o K)**
- ❖ Temperatura massima dell'aria **ta (°C o K)**
- ❖ Differenza di temperatura **Δt = to – ta (°C o K)**

Con questi valori si calcola il rendimento $\eta = \frac{Q \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right)}{\Delta t \left(^\circ\text{C} \right)}$ (kcal/h °C), che rappresenta il calore specifico di dissipazione; alcuni costruttori lo indicano con **Kr**.

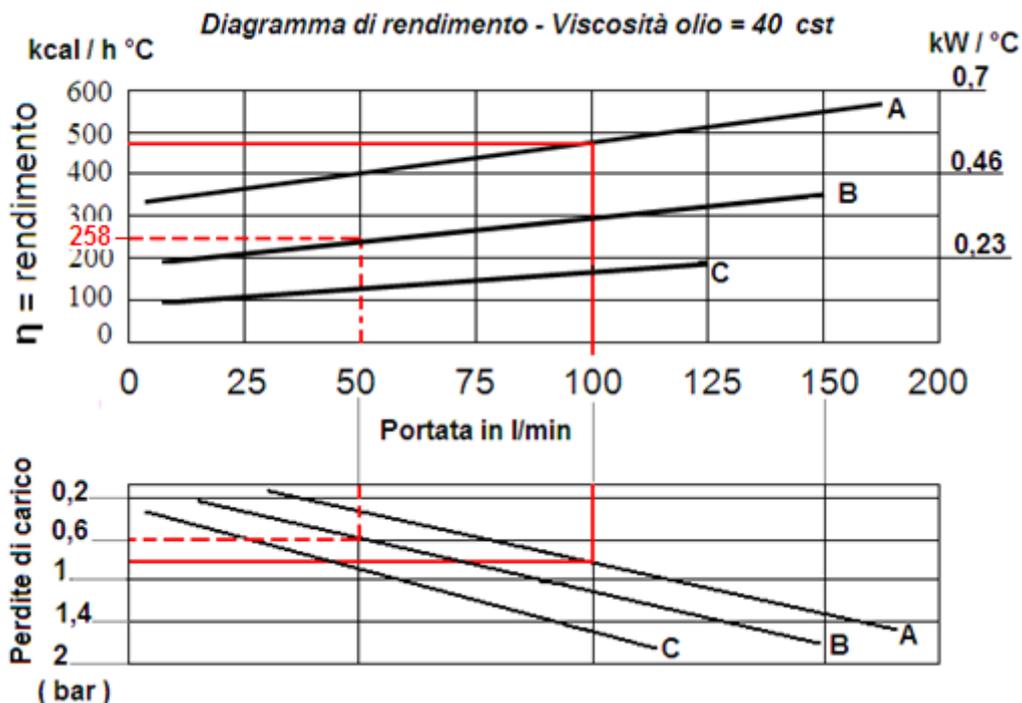
Sull'asse delle ascisse è indicata la portata in **litri/minuto**, mentre sull'asse delle ordinate è indicato il rendimento **η**.

Esempio: lo scambiatore deve dissipare 7740 kcal/h; cioè il 30% di 30kW · 860 con **to=60°C; ta=30 °C; Δt=30°C**.

Utilizzando la formula $\eta = \frac{Q \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h}} \right)}{\Delta t \left(^\circ\text{C} \right)} = \frac{7740}{30} = \mathbf{258 \text{ kcal / h } ^\circ\text{C}}$

oppure: $258 \left(\frac{\text{kcal}}{\text{h } ^\circ\text{C}} \right) : 860 = \mathbf{0,3 \text{ kw/} ^\circ\text{C}}$

Il punto d'intersezione delle due linee rosse **tratteggiate** incontra la curva del modello **B** per una portata di 50 l/min.



La perdita di carico dello scambiatore **B** con una portata di 50 l/min. è di **0,6 bar** per olio con viscosità di 40 cSt.

NB: i maggiori costruttori forniscono dei CD-rom con i programmi completi per il calcolo dello scambiatore aria-olio e acqua-olio.

Basta immettere i dati richiesti dal programma e si ottiene il modello idoneo per il vostro impiego con tutte le caratteristiche tecniche, d'installazione e di funzionamento.

Per una più completa formazione, di seguito è spiegato un metodo per la verifica della potenza da dissipare su un impianto oleodinamico funzionante.

Si procede monitorando la temperatura dell'olio per un tempo stabilito.

La potenza da dissipare può essere calcolata controllando l'incremento della temperatura.

I valori di temperatura rilevati sono: inizio +20°C, dopo **t=15 minuti**, +60°C. (**ΔT=40°C**).

Il serbatoio ha una capacità di **400 l**.

La potenza da dissipare (**P_d**) si calcola con la seguente formula impiegando i valori con il sistema SI:

$$P_d = \frac{\Delta T \cdot c_s \cdot \rho \cdot V}{t \cdot 60} = \frac{40 \text{ }^\circ\text{C} \cdot 1,84 \frac{\text{kJ}}{\text{kg }^\circ\text{C}} \cdot 0,900 \frac{\text{kg}}{\text{l}} \cdot 400 \text{ l}}{15 \text{ min} \cdot 60 \text{ (900s)}} \cong 30 \frac{\text{kJ}}{\text{s}} \text{ (kW)}$$

Dove:

P_d = potenza da dissipare (kW)

ΔT = differenza incremento temperatura (°C)

c_s = calore specifico olio 1,84 (kJ/kg °C)

ρ = densità olio 0,900 kg/dm³ (litro)

V = volume olio nel serbatoio (l)

t = tempo di prova (min.)

60 = secondi

Dimensionamento scambiatore:

η = capacità specifica di raffreddamento (kW/°C)

T₁ = temperatura richiesta per olio (**60 °C**)

T₂ = temperatura aria ambiente (**30 °C**)

$$\eta = \frac{P_d}{T_1 - T_2} = \frac{30}{60 - 30} = 1 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Si tiene conto di un margine di sicurezza del 10%,quindi:

$$\eta = 1 + 10\% = 1,1 \text{ kW/}^\circ\text{C}$$

Trasformando in **kcal/h** diventa : 1,1 · 860 = **946 kcal/h °C**

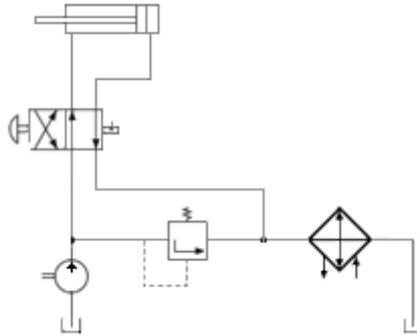
Conoscendo la portata del circuito oleodinamico si fa riferimento alle tabelle dei costruttori per la verifica dello scambiatore.

ESEMPIO DI CODICE DI IDENTIFICAZIONE:

- Serie leggera o pesante
- Grandezza
- Tensione alimentazione **cc** 12 V / 24V; **ca** 220V / 380V
- Motore idraulico Gr2 / Gr3
- Termostato

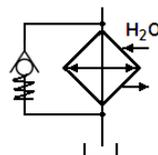
7) Installazione

Lo scambiatore aria-olio può essere montato in posizione orizzontale o verticale, rispettando la distanza minima dalla parete per assicurare un naturale afflusso e deflusso dell'aria in modo da garantire il corretto raffreddamento; inoltre deve essere collocato lontano da fonti di calore.



Lo scambiatore è installato di norma, sulle tubazioni di ritorno dell'olio al serbatoio; deve inoltre essere protetto da urti e vibrazioni meccaniche mediante supporti e collegato all'impianto con tubazioni flessibili. È necessario evitare che sia sottoposto a brusche variazioni di portata, colpi d'ariete e pulsazioni continue che lo possono danneggiare. Per preservare lo scambiatore dalla sovrappressione che si genera all'avviamento dell'impianto a causa dell'elevata viscosità dell'olio, si suggerisce l'inserimento di una valvola di by-pass. Un sistema semplice è l'utilizzo di una valvola di non ritorno con una molla tarata alla pressione massima ammessa dallo scambiatore. Con olio freddo la viscosità aumenta e di conseguenza anche la pressione che fa intervenire la valvola di non ritorno che si apre per scaricare in serbatoio.

Simbolo ISO scambiatore con valvola by-pass.



Negli scambiatori ad acqua è consigliabile evitare che l'acqua, quando è calda, stia completamente ferma perchè se la temperatura supera i 50°C, il calcare in essa contenuto inizia a sedimentarsi in modo sensibile.

Buona cosa è controllare in modo automatico il flusso dell'acqua in ingresso tramite una valvola termostatica che dispone di un elemento sensibile all'interno del serbatoio per regolare la portata di acqua in funzione della temperatura dell'olio.

Se la temperatura dell'olio è troppo bassa, la valvola termostatica si chiude parzialmente, diminuendo il flusso di acqua, oppure si apre nel caso in cui l'olio è troppo caldo, aumentando il flusso di acqua. In questo modo si ottiene una temperatura di regime. (La **valvola termostatica** è un dispositivo capace di regolare un flusso grazie alla sua sensibilità alla variazione di temperatura).

L'olio è un fluido che, con il diminuire della temperatura, aumenta sua viscosità. Quando in uno scambiatore di calore viene a contatto con una superficie fredda, esso forma uno strato isolante il cui spessore è inversamente proporzionale alla possibilità di scambiare calore.

Per ottenere una resa termica ottimale bisogna fare in modo che la velocità di scorrimento dell'olio sulla superficie di scambio sia tale da rendere il più basso possibile lo spessore di tale strato; ciò in pratica si traduce nella assoluta esigenza che negli scambiatori circoli una portata d'olio superiore alla minima indicata sui cataloghi.

Quando l'applicazione lo giustifica, si può prevedere un circuito autonomo di raffreddamento per utilizzare la portata più adatta al massimo rendimento ed eliminare il pericolo di danneggiamenti per colpi d'ariete.

Considerare il consumo/costo dell'acqua che è persa nella rete di scarico municipale.

Manutenzione dello scambiatore.

Pulizia lato olio: su questo lato del circuito, lo sporco può essere asportato mediante il flussaggio con un prodotto detergente fatto circolare in controcorrente.

La durata del flussaggio può arrivare a 30 minuti, facendo attenzione al rispetto delle norme anti-inquinamento.

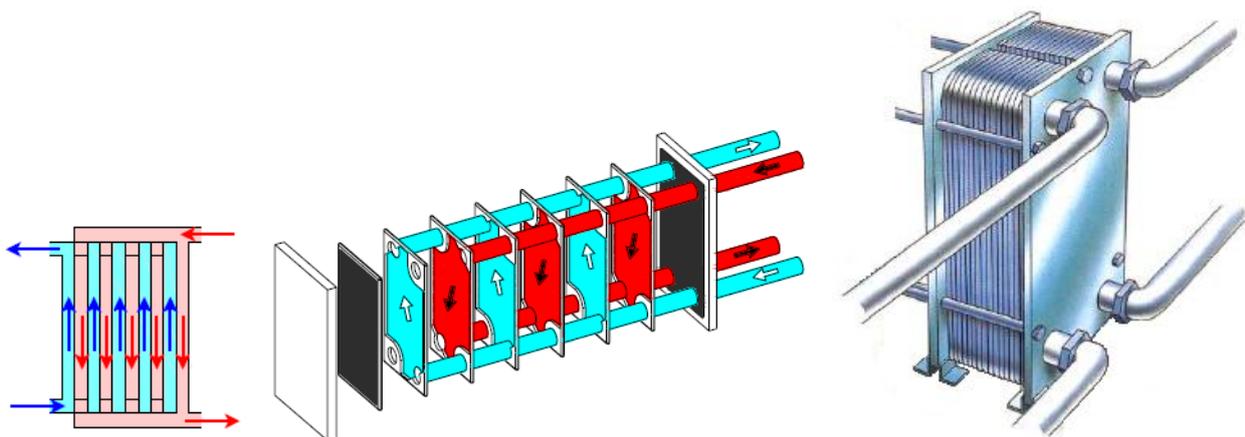
Pulizia lato acqua: è necessario ispezionare, con una scadenza fissata, il circuito dell'acqua per eliminare eventuali tracce di calcare o altre impurità all'interno dei tubi.

Le cause che possono condurre alla rottura dello scambiatore possono essere di origine meccanica, chimica, vibrazione a fatica, di carattere termico per salti di temperatura elevati.

La colorazione biancastra dell'olio indica una rottura dello scambiatore a causa della miscelazione dell'olio con l'acqua. Anche la presenza di olio nell'acqua di scarico individua un guasto nello scambiatore.

8) Lo scambiatore di calore a piastre consiste in un determinato numero di piastre con le superfici lavorate a rilievo e disposte una accanto all'altra, dove l'acqua fredda e l'olio caldo, scorrono con un flusso in controcorrente, scambiando il loro contenuto termico. I fluidi non si possono mischiare perchè sono separati da apposite guarnizioni. Il pacco di piastre è tenuto assieme da bulloni. Il numero delle piastre può essere aumentato fino a raggiungere la superficie di scambio desiderata.

Schema dei flussi di uno scambiatore di calore a piastre.



9) Refrigeratori frigoriferi

Nel settore delle macchine utensili di grande precisione, l'olio della centralina idraulica e/o di lubrificazione deve essere mantenuto a una temperatura costante, perchè a ogni grado centigrado di scostamento della temperatura, si ha una deformazione dei materiali che induce errori nelle quote di lavorazione non accettabili.

Alcuni esempi:

- I **motomandrini**, sono costituiti da una trasmissione meccanica che collega l'albero del motore elettrico al mandrino. Spesso i cuscinetti dell'albero mandrino sono lubrificati e raffreddati con lo stesso olio proveniente della scatola cambio. Se la temperatura dei cuscinetti subisce variazioni termiche, queste si ripercuotono sulla precisione della lavorazione; a seconda della meccanica in gioco, pochi gradi centigradi possono portare ad allungamenti dell'albero mandrino anche fino a 0,1mm.
- L'**idrostatica** consente di muovere grandi masse, con pochissimo attrito, condizione ideale per realizzare assi controllati di macchine utensili di grandi dimensioni ad alta precisione. L'olio che alimenta i "cuscinetti idrostatici" è soggetto a forte laminazione e al conseguente aumento di temperatura che, se non controllata provoca deformazioni strutturali inaccettabili.
- La **circuitazione di bordo macchina**, specie se complessa e costituita da molte tubazioni, gioca un ruolo importante sulla stabilità termica delle strutture. Si pensi ad esempio a un asse verticale di una fresatrice di grandi dimensioni, o allo slittone di una fresa orizzontale. Questi sono attraversati da molti tubi che vanno ad alimentare i circuiti di sboccaggio utensile, bloccaggio e sbloccaggio anelli, sbloccaggio testa ecc, che costituiscono fonte di riscaldamento per le strutture. Un gradiente termico di pochi gradi provoca allungamenti al mandrino di diversi centesimi di millimetro.
- Poiché il controllo termico deve essere contenuto entro pochi gradi, sono da scartare scambiatori di calore aria/olio o acqua/olio. La soluzione più appropriata è quella del circuito frigorifero in grado di gestire delta termici impostabili anche di 1-2°C.

Foto di una centralina idraulica con installato nella parte superiore un frigorifero.



Il principio di funzionamento di un frigorifero si basa sul fenomeno dell'espansione Joule-Thomson di un fluido (freon): il fluido, nell'attraversare una strozzatura, si espande, assorbendo calore. Il dispositivo delegato a questo scopo è la cosiddetta valvola di

espansione.

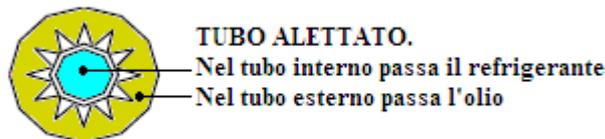
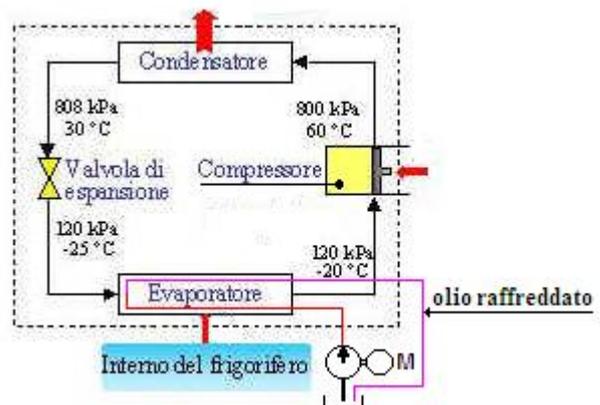
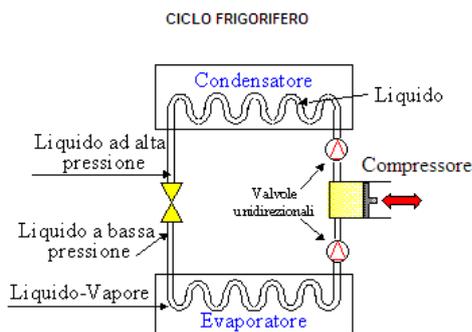
Il fluido refrigerante, entra nella valvola di espansione a una pressione che, per esempio può essere di 8 bar (808 kPa), realizzata grazie ad un compressore elettromeccanico, e ne fuoriesce ad una pressione di poco superiore a quella atmosferica (120 kPa).

Nell'espansione il liquido refrigerante si trasforma in gas e si raffredda; la sua temperatura può passare, per esempio, da circa +30 °C a -25 °C.

Il gas entra nell'evaporatore che in questo caso è costruito come un fascio tubiero, dove espandendosi, evapora, assorbendo calore dai tubi alettati in cui scorre l'olio caldo in contro corrente spinto da una pompa o dalla pressione di scarico. Il gas refrigerante raggiunge l'ingresso del compressore.

In uscita dal compressore si hanno un aumento di temperatura e di pressione del refrigerante. Il refrigerante ritorna liquido nel condensatore, dove può essere raffreddato da una ventola che spinge aria dell'ambiente.

Il ciclo si ripete più volte ed è interrotto al raggiungimento della temperatura interna dell'olio nel sebatoio, controllata da un termostato elettronico che provvede a fermare il compressore. Il delta di temperatura può essere contenuto con una tolleranza di $\pm 1^\circ\text{C}$.



INNESTI RAPIDI

Argomenti trattati:

- 1) *Premessa***
- 2) *Costruzione***
- 3) *Norme di riferimento***
- 4) *Dimensioni e attacchi filettati***
- 5) *Pressioni di lavoro***
- 6) *Perdite di carico***
- 7) *Sicurezza***
- 8) *Push pull***
- 9) *Innesti a vite***
- 10) *Scelta dell'innesto rapido***
- 11) *Accessori***
- 12) *Avvertenze***

1) *Premessa*

La funzione dell'innesto rapido è quella di poter intervenire in modo rapido per collegare e/o a sconnettere attrezzature idrauliche diverse senza staccare tubi e raccordi, evitando le perdite di olio. L'intervento d'innesto e sgancio può essere fatto anche con una sola mano e in totale sicurezza.

Gli innesti sono utilizzati con:

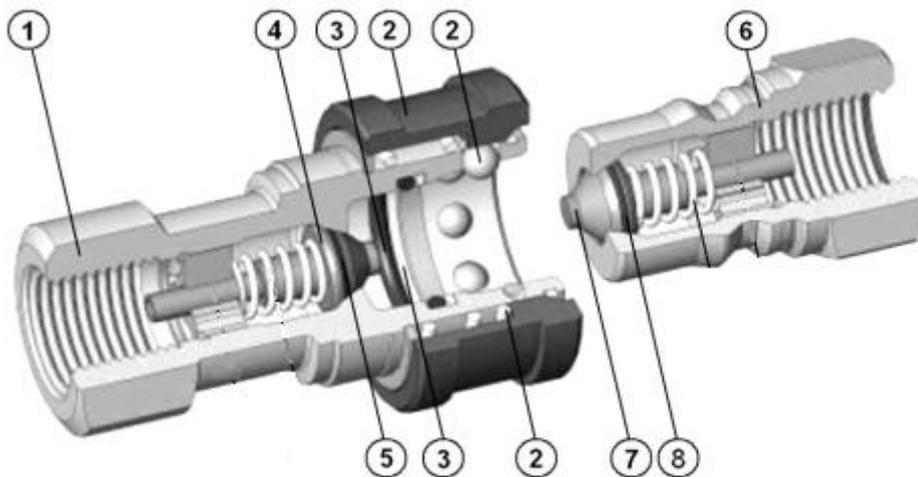
- Attrezzature idrauliche di manutenzione
- Attrezzature idrauliche di soccorso stradale
- Attrezzature idrauliche per macchine agricole
- Attrezzature idrauliche per macchine forestali
- Attrezzature idrauliche per macchine movimento terra
- Attrezzature idrauliche per macchine stradali
- Attrezzature idrauliche per carrelli elevatori
- Linee di raffreddamento o riscaldamento per stampaggio plastica e metalli
- Sistemi idraulici in applicazioni industriali
- Sistemi idraulici per veicoli di trasporto eccezionale

Gli innesti rapidi, progettati per il trasporto di fluidi idraulici, sono classificati in funzione del loro campo di applicazione come **industriali** o **agricoli**.

Occorre tenere presente che alcuni tipi d'innesto che rientrano nell'impiego industriale, possono trovare applicazioni nel settore agricolo e viceversa.

In generale, gli innesti utilizzati nel settore industriale presentano caratteristiche di pressione e di portata superiori a quelli del settore agricolo.

Il disegno sezionato mostra gli elementi costruttivi.



Ciascun innesto completo è formato da due parti, femmina **1** e maschio **6**.

Il mezzo innesto femmina è composto dal corpo **1**, completo di ghiera scorrevole e sfere di bloccaggio **2**, valvola a fungo **4** con guarnizione di tenuta **5** e molla di spinta.

Nell'innesto femmina le sfere **2** servono per trattenere il maschio quando è innestato.

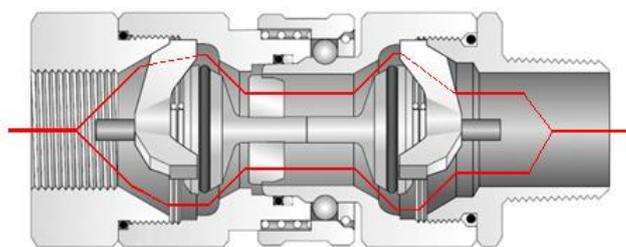
La molla preme la valvola a fungo **4** contro la propria sede di tenuta **5**, l'olio non può passare. Il movimento all'indietro della ghiera, libera le sfere, permettendo l'inserimento del maschio **6**. Le due valvole **4** e **7** si toccano e si respingono e la parte maschio è agganciata dalle sfere **2** nell'apposita gola quando si rilascia la ghiera.

Il meccanismo a sfere assicura un collegamento affidabile perché il carico di lavoro è distribuito in modo uniforme su un elevato numero di sfere. La guarnizione o-ring **3** assicura la tenuta sull'esterno del maschio.

In generale l'operazione **d'innesto e disinnesto deve essere fatta in assenza di pressione nel circuito.**

Non si devono utilizzare attrezzi acuminati per aprire le valvole o spingere in modo anomalo per aprire la valvola.

La figura sotto mostra l'innesto accoppiato e le righe rosse indicano il percorso dell'olio nelle due direzioni.



La connessione si esegue, in assenza di pressione nel circuito, arretrando la ghiera.



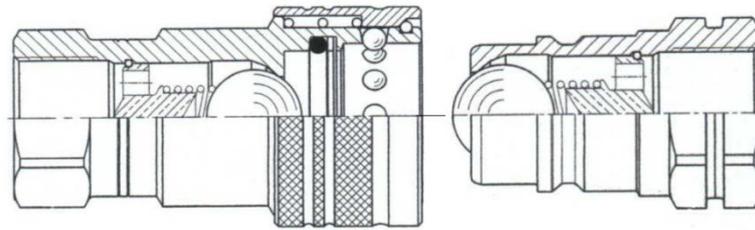
Si spinge il mezzo innesto maschio nella femmina.



Si rilascia la ghiera. La molla interna, sotto la ghiera, spinge le sfere nella sede agganciando l'innesto maschio.



La valvola a fungo può essere sostituita da una sfera di acciaio.



2) Costruzione

I materiali costruttivi dipendono dall'impiego e possono essere in acciaio, acciaio inox AISI 303 o 316, alluminio e ottone.

I trattamenti termici di tempra a induzione, di carbonitrurazione garantiscono una lunga durata d'impiego.

(Il trattamento di carbonitrurazione consiste nella diffusione di Carbonio e Azoto negli strati superficiali di un pezzo meccanico realizzato in acciaio allo stato semilavorato/finito. La carbonitrurazione è eseguita in ambiente gassoso a una temperatura che varie generalmente da 780° a 870°C. La carbonitrurazione e il successivo trattamento di tempra in olio, sono eseguiti allo scopo di aumentare la resistenza all'usura/fatica e migliorare le caratteristiche di resistenza superficiale anche di acciai a bassa temprabilità tipo Fe, AVP, C10, 9SMnPb27, FeP01, FeP04 ecc.).

L'indurimento della resistenza superficiale è essenziale per eliminare l'effetto "**brinellatura**" che comporta la formazione d'impronte nella sede di aggancio delle sfere.

L'acciaio inox è impiegato nei casi in cui si utilizza un fluido aggressivo o per applicazioni in ambiente marino. L'alluminio trova applicazioni nel settore aeronautico.

L'ottone è particolarmente indicato per l'acqua (raffreddamento stampi) o in presenza di salsedine. Fare attenzione alle pressioni di esercizio che sono inferiori rispetto all'esecuzione di acciaio.

Le guarnizioni degli innesti rivestono particolare importanza e la loro scelta dipende dall'applicazione e/o dall'ambiente di lavoro.

NBR (gomma Nitrilica, Buna-N)

Materiale ampiamente utilizzato per tutte le guarnizioni oleodinamiche.

Resistente all'acqua, gasolio, grasso, olio minerale, calore e alcalini. Sensibile all'ozono.

Temperature: -40°C a +100°C

Applicazioni: olio, acqua

FPM /FKM (Fluorocarbonato, Viton®)

Consigliato per gasolio, oli e acidi. Resistente a difficili condizioni climatiche. Vapore ad alta temperatura fino a +150 °C

Temperature: -25°C a +200°C

Applicazioni: olio, grasso

EPDM (gomma EPDM/EPM)

Adatta ad acqua calda, alcali e acidi. Non adatta per oli minerali.

Temperature: -40°C a +150°C (-40°F a +302°F)

Applicazioni: acqua, olio freni, glicoli, fluidi resistenti al fuoco. **Non** utilizzare con oli minerali.

3) Norme di riferimento

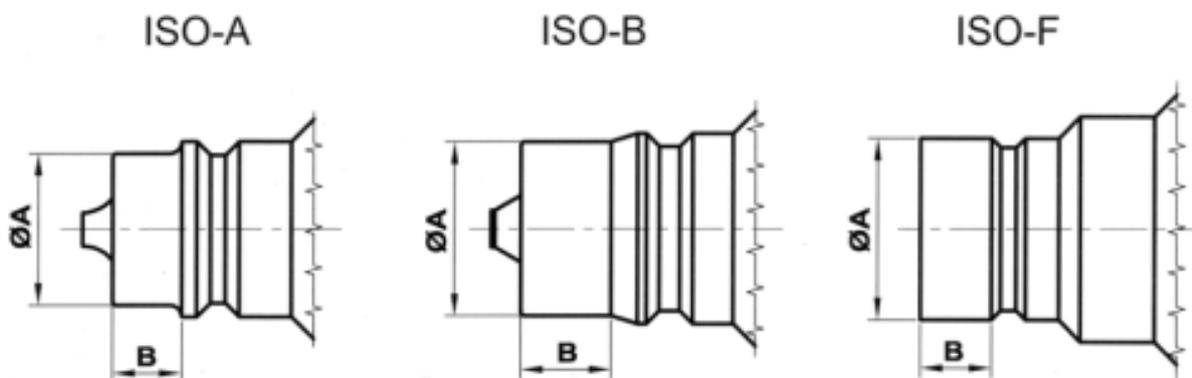
Gli innesti rapidi sono fabbricati in accordo con le norme di riferimento:

- ISO 7241-1 A (ISO-A)
- ISO 7241-1 B (ISO-B)
- ISO 16028 (ISO-F)

Queste direttive definiscono le dimensioni, la pressione di lavoro e di scoppio, la portata, la caduta di pressione e altre caratteristiche quali lo **spillamento** che è un valore indicativo della perdita di olio per un accoppiamento/disaccoppiamento senza pressione residua.

Occorre fare sempre una verifica con i cataloghi tecnici per avere la sicurezza d'intercambiabilità con differenti costruttori.

La tabella seguente fornisce le indicazioni di base dei differenti modelli



grandezza (pollici)	dimensioni (mm)					
	ISO-A		ISO-B		ISO-F	
	A	B	A	B	A	B
3/16"	-	-	10,85	7,9	-	-
1/4"	11,8	5,6	14,15	9,65	16,15	5,75
3/8"	17,25	8,9	19,05	12,45	19,7	4,75
1/2"	20,5	9,3	23,5	12,2	24,5	9,85
5/8"	-	-	-	-	27	9,85
3/4"	29,05	16	31,4	18,8	29,9	11,4
1"	34,3	19,85	37,75	20,6	36	10,9
1.1/4"	44,95	25	-	-	-	-
1.1/2"	54,95	30,7	44,45	32,6	-	-
2"	65,05	35,1	63,2	38,1	-	-

Tipologie di costruzione e relativi simboli ISO.

senza tenute passaggio libero	tenuta solo su innesto femmina	tenute sui due innesti	tenuta piana sui due innesti

Gli innesti a passaggio libero, che assicurano una perdita di pressione minima, e quelli con una sola tenuta sono impiegati nel settore della pneumatica o, dove la perdita di fluido è ammessa. Di solito sono collegati con una valvola a sfera che chiude il passaggio dell'olio prima di scollegare l'innesto.

La singola tenuta è utilizzata nei sistemi di aggancio automatico. La parte con la tenuta è sul lato in pressione.

Gli innesti con la tenuta a fungo o sfera su entrambi i lati trovano l'impiego in tutti i settori in cui è ammesso lo **spillaggio** dell'olio. Nella piccola camera evidenziata in rosso, l'olio rimane intrappolato e quando si disinnestano le due parti, si ha una perdita (**spillaggio**).

La fuoriuscita, anche di una piccola quantità di olio, è sempre dannosa per l'impianto e per l'ambiente.

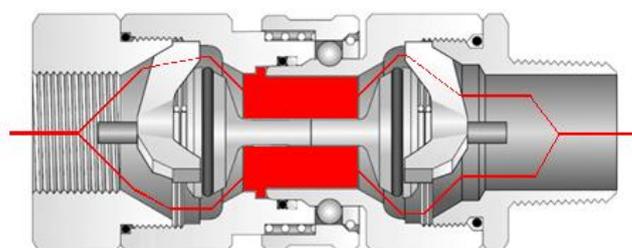


Tabella di perdita di fluido durante la sconnessione.

SIZE	DN (mm)	Spillaggio (ml)
1/8"	3,8	0,4
1/4"	6	1
3/8"	9	2
1/2"	10,5	2,5
3/4"	16	5,5
1"	17,5	9
1 1/4"	22,5	23
1 1/2"	29,5	36
2"	47	70

I valori sono indicativi. Fare riferimento ai cataloghi ufficiali dei costruttori.

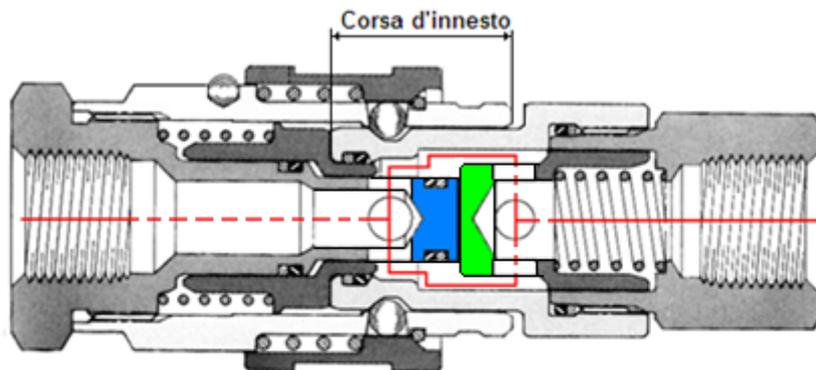
Per evitare questo inconveniente, la tecnica ha realizzato un valido sistema d'innesto con la **tenuta a facce piane**.



La costruzione secondo la norma ISO 16028, che prevede l'esecuzione con facce piane su entrambi gli innesti, offre il vantaggio di una facile pulizia, uno spillamento quasi nullo e una ridotta immissione d'aria nel circuito in fase di accoppiamento. La norma specifica le dimensioni dell'interfaccia per i requisiti d'intercambiabilità e prestazioni a una pressione da 25 MPa a 35 MPa.

La connessione/disconnessione avvengono come gli altri tipi d'innesto.

La costruzione più complessa comporta un costo maggiore rispetto agli innesti con tenuta a fungo/sfera.



Linee rosse: percorso olio
Faccia piana blu: innesto femmina
Faccia piana verde: innesto maschio

Tabella di perdita di fluido durante la sconnessione.

SIZE ISO	DN (mm)	Spillaggio (ml)
6,3	6	0,008
10	8,6	0,01
12,5	11	0,012
16	13	0,015
19	15	0,02
25	18	0,03

I valori sono indicativi. Fare riferimento ai cataloghi ufficiali dei costruttori.

4) Dimensioni e attacchi filettati

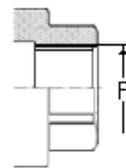
I dati tecnici relativi alle dimensioni sono forniti in pollici o in millimetri.

Grandezza	Size	DN (mm) Diametro nominale	Portata nominale l/min.
3/16 "	-03	5	10
1/4"	-04	6	15
3/8"	-06	9	50
1/2"	-08	10,5	75
3/4"	-12	16	150
1"	-16	17,5	230
1 1/4"	-20	22,5	340
1 1/2"	-24	29,5	450
2"	-32	47	1000

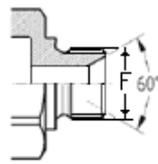
Dati indicativi. Fare sempre riferimento ai cataloghi ufficiali dei costruttori.

Le filettature disponibili sono: gas, metriche, npt.

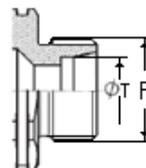
Esempi di filettature



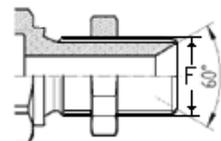
femmina
Gas o Metrica



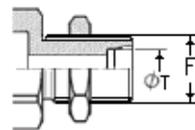
maschio
Gas o metrico



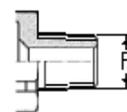
maschio a norma
DIN 2353 o ISO 8434/1



passaparete maschio
Gas o metrico



passaparete maschio
DIN 2353 o ISO 8434/1



maschio NPT

5) Pressioni di lavoro

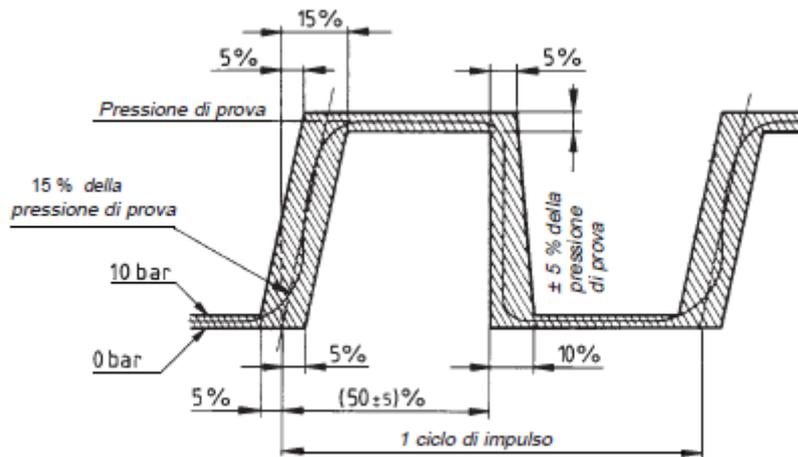
S'intende la massima pressione di esercizio ammessa e che non deve essere superata. Il fattore di sicurezza è di 4:1 e determina la pressione minima di scoppio. Vale a dire che se la pressione di esercizio è di 200 bar, il valore minimo della pressione di scoppio sarà di 800 bar. Il collegamento dell'innesto può diventare difficoltoso a causa della pressione residua alta che rimane nel circuito. Per ovviare all'inconveniente esistono degli innesti con l'eliminatore di pressione. Questa tecnologia permette l'accoppiamento anche con una pressione residua o dinamica in maniera semplice e senza sforzo.

La costruzione speciale della valvola permette una riduzione automatica della pressione nell'innesto in fase di collegamento.

Bisogna tenere presente che la massima pressione di esercizio dell'innesto deve tenere conto anche della pressione massima che può sopportare il suo attacco filettato.

In generale gli innesti rapidi sono collaudati rispettando le norme ISO 7241-1 e 2 per un numero di 100.000 cicli con una frequenza compresa tra 0,5 HZ e 1 HZ.

Il diagramma sotto mostra la curva che deve rispettare la pressione di prova. Come valore della pressione di prova si utilizza la pressione nominale di esercizio al 125%. o 133%. La curva di pressione deve rimanere nella zona tratteggiata.

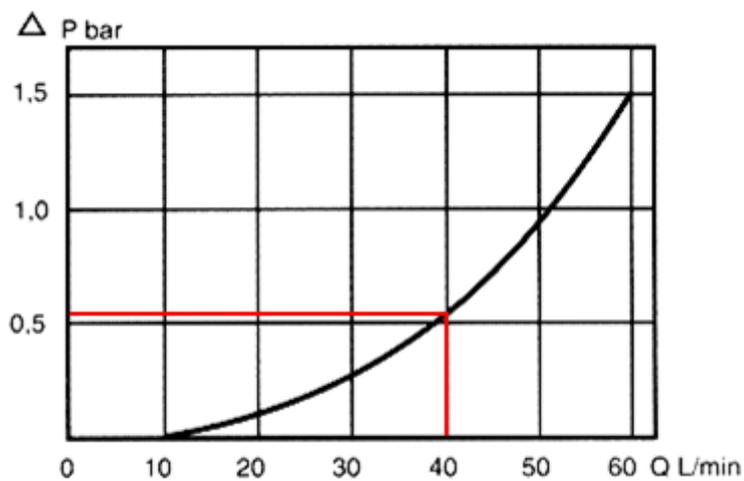
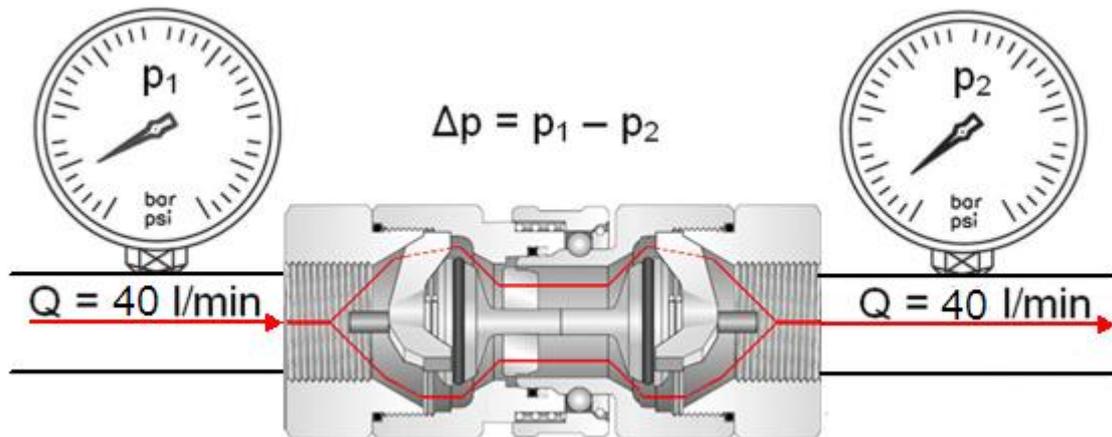


Massima pressione di esercizio per innesti serie normale 7241-1			
Dimensione	Acciaio	Inox Aisi 303-316	Ottone
1/4"	350	140	70
3/8"	300	105	70
1/2"	300	105	70
3/4"	250	105	70
1"	230	70	70
1 1/4"	220	70	70
1 1/2"	180	70	55
2"	130	70	55

NB: verificare sempre i valori sui cataloghi dei costruttori.

L'utilizzo dell'innesto rapido comporta una perdita di carico, dovuta ai particolari interni costruttivi che l'olio incontra nel suo passaggio. Nel disegno sotto si nota che la p_1 è più alta della p_2 e quindi si determina una caduta di pressione

$$\Delta p = p_1 - p_2$$



Viscosità 30 cSt a 40 °C

La caduta di pressione è influenzata dalla portata e dalla viscosità dell'olio. Occorre quindi consultare il catalogo del costruttore per la corretta scelta dell'innesto rapido.

7) Sicurezza

Bisogna tenere presente che per gli interventi di scollegamento l'operatore deve spingere la ghiera scorrevole per liberare l'innesto.

Per prevenire delle manovre accidentali, alcuni attacchi rapidi sono provvisti di perno di sicurezza che evita le manovre non volute. Per aprire l'innesto, la cava della ghiera si deve trovare in corrispondenza del perno per permettere la corsa di apertura.

La figura sotto mostra l'innesto con la ghiera in posizione di apertura.



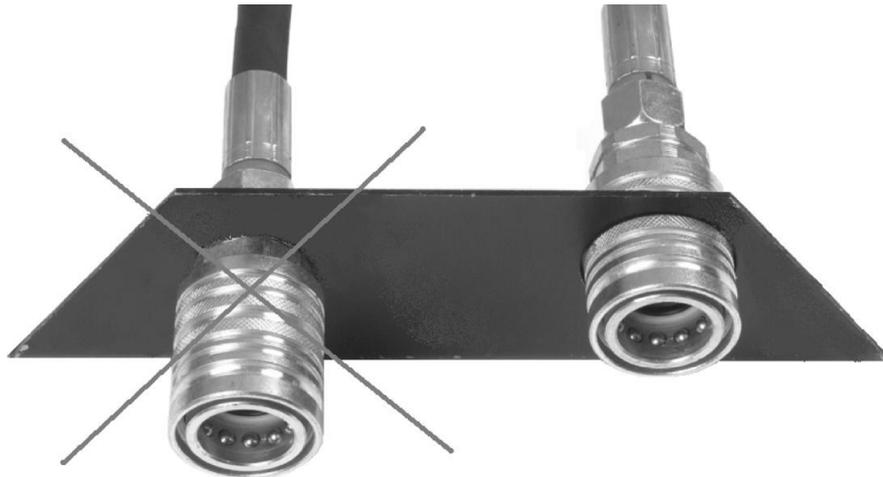
La figura sotto mostra la ghiera ruotata in posizione di bloccaggio.



8) Push pull

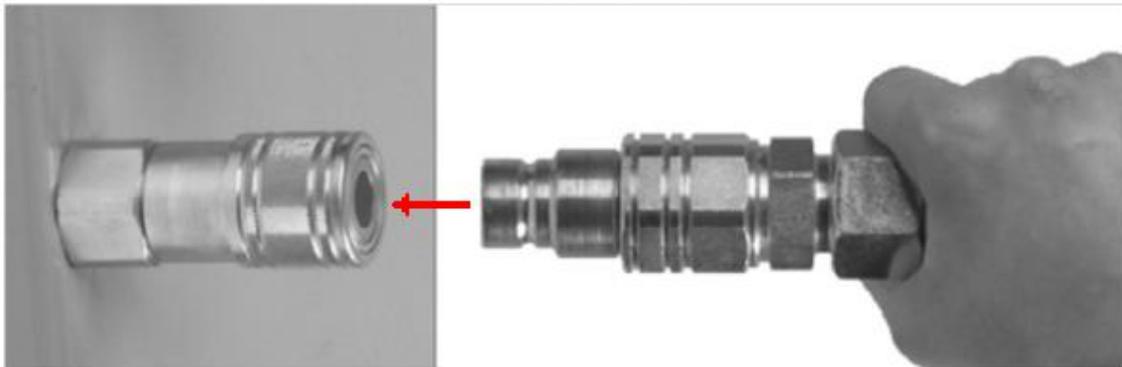
Utilizzati in prevalenza nel settore agricolo per la semplicità e la sicurezza d' impiego nella sostituzione delle attrezzature dei trattori.

Il sistema lavora solo se la parte femmina è fissata a parete.

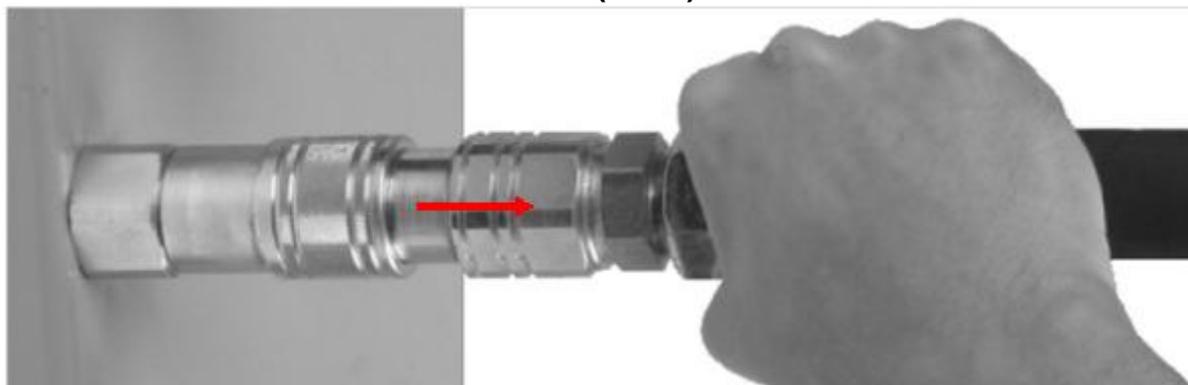


Connessione: spingendo l'innesto maschio (**push**), la ghiera lo aggancia automaticamente aprendo il passaggio dell'olio.

PUSH (spingere)



PULL (tirare)



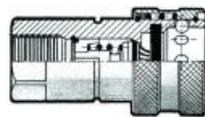
Disconnessione: tirando l'innesto maschio. Nel caso in cui il tubo flessibile è sottoposto a uno strappo anomalo, la ghiera a doppia azione, fissata a una parete, permette il disinnesto istantaneo e la valvola chiude il passaggio. Questa soluzione serve per prevenire rotture del tubo che comporterebbero gravi conseguenze al circuito e inquinamento dell'ambiente.

Innestabilità: solo la parte maschio in pressione.

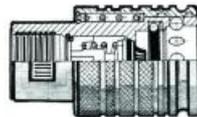
Disinnestabilità in pressione: solo come manovra di emergenza.

INNESTI RAPIDI "FASTER"

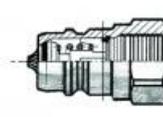
INNESTO RAPIDO a VALVOLA



FEMMINA
(Normale)

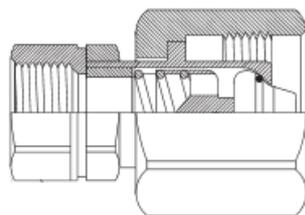


FEMMINA
(Push-Pull)

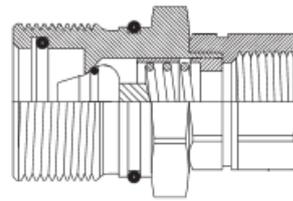


MASCHIO
(Normale/ Push-Pull)

9) Innesti rapidi a vite



Innesto femmina



Innesto maschio

Con condizioni d'impiego particolarmente gravose (altissima pressione 700 bar, picchi di pressione, vibrazioni, ecc) è richiesto un innesto che garantisca una lunga durata di esercizio. Nei normali innesti le sfere trattengono il maschio e sono soggetti al fenomeno di "brillenatura". La sede delle sfere si rovina e può causare il distacco dell'innesto e ciò comporta pericolose situazioni.

Per questi motivi si utilizza un **innesto a vite**, dove l'accoppiamento avviene avvitando la ghiera filettata sull'innesto maschio, come si può vedere dal disegno sopra. Il collegamento/scollegamento può essere realizzato anche alla presenza di pressione residua. Bisogna fare attenzione che il tubo flessibile, che di solito è avvitato sul mezzo innesto maschio, non lo sottoponga a una torsione tale da allentarlo.

10) Scelta dell'innesto rapido.

Per scegliere l'innesto bisogna tenere presente i seguenti punti:

- Massima pressione di esercizio, picchi di pressione.
- Portata massima
- Perdite di carico ammissibili
- Tipo di tenuta (fungo, sfera, piana)
- Sistema di aggancio (arretramento ghiera, innesto a spinta, push-pull)
- Sicurezza/Meccanismo di bloccaggio.
- Materiale (acciaio, inox, ottone)
- Intercambiabilità a norme ISO.

- Applicazione (industriale, agricola)
- Frequenza d'innesto e disinnesto.
- Sollecitazioni meccaniche

11) Accessori



La foto sopra mostra i tappi che devono essere utilizzati per proteggere sia l'innesto femmina sia il maschio dalla polvere, dallo sporco. Come si vede dalla figura la scelta dei materiali è diversa in funzione del grado di protezione che si vuole avere.

12) Avvertenze

Consigli per il buon funzionamento degli attacchi rapidi settore oleodinamico:

- Evitare di sottoporre l'attacco maschio a pressione pulsante mentre è disconnesso. Questo può portare al danneggiamento della guarnizione causando quindi problemi di perdita quando è disconnesso. La pressione minima di scoppio dell'attacco maschio non connesso è sempre la stessa del corrispondente attacco femmina.
- Non sovraccaricare mai gli attacchi. Siate certi di aver verificato sul catalogo la massima pressione di lavoro. Le pressioni minime di scoppio sono valide solo per prodotti non sottoposti a sovraccarico, impatti, corrosioni, ecc. un uso improprio degli attacchi rapidi può causare danni alle persone o alla proprietà.
- Mantenere l'attacco maschio e femmina puliti e asciutti. Pulirli prima di connetterli.
- Mettere i tappi di protezione sugli attacchi maschio e femmina quando sono disconnessi.
- Evitare danneggiamenti sulle parti frontali degli attacchi maschio e femmina.
- Controllare regolarmente la tenuta dell'attacco e delle sue parti mobili. Se necessario sostituire l'attacco.
- Fare una verifica mettere l'attacco maschio su di una superficie piana. Se questo è molto consumato o danneggiato, sostituirlo. L'attacco maschio consumato porta ad un maggiore usura dell'attacco femmina.
- Scegliere la giusta connessione per l'applicazione. Connessioni fuori misura causano un non necessario logorio dell'attacco.
- Se l'attacco maschio e l'attacco femmina sono connessi, i cappucci di protezione possono essere uniti per evitare l'ingresso di polvere e detriti nel circuito.

Richiedere i certificati di conformità in accordo alle direttive europee 97/23 CE.

La scelta sbagliata dell'innesto o il suo non corretto uso può provocare gravi danni alle persone e alle cose.

Se siete interessati ad approfondire le applicazioni e il funzionamento dei vari tipi di innesto rapido, suggerisco di visitare il sito della CEJN dove troverete una sezione dedicata alle animazioni e movie che illustra in modo dettagliato le soluzioni disponibili.

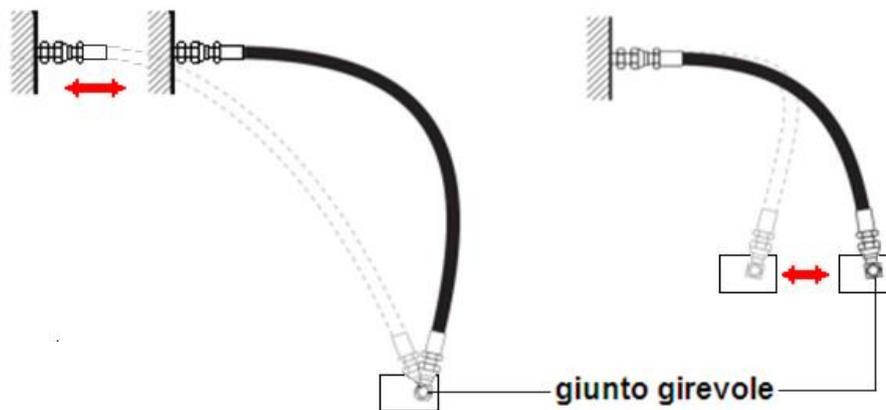
Giunto girevole e giunto rotante.

Sono componenti oleodinamici, che pur avendo una definizione simile, hanno degli impieghi molto diversi. Il primo serve per compensare piccoli movimenti rotatori, il secondo è utilizzato quando si ha la necessità di trasferire il fluido in un elemento con velocità di rotazione continue.

Non confondere con giunto di trascinamento pompa che è un dispositivo per collegare l'albero della pompa con quello del motore.

Il **giunto girevole / oscillante** è impiegato come elemento per permettere il movimento non forzato di un tubo flessibile, vincolato da un lato a una parte rigida, per evitare dannose torsioni, raggi di curvatura troppo stretti, tensioni e per consentire una rotazione angolare anche di 360°.

Questo componente può garantire una lunga durata di impiego al tubo flessibile.



NON È IDONEO PER ROTAZIONI VELOCI E CONTINUE, MA SOLO PER SPOSTAMENTI ANGOLARI.

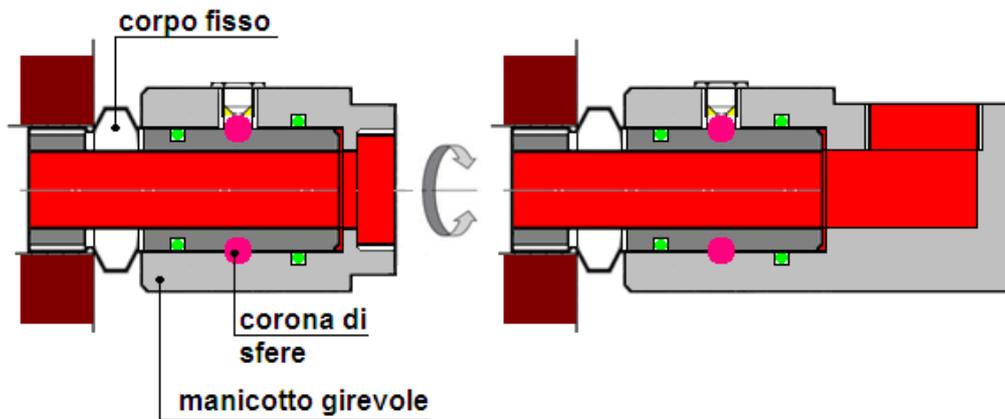
Sono realizzati in due versioni: **diritta** e **90°**.

La parte interna è fissata con un filetto maschio alla parete fissa, mentre il manicotto esterno, al quale è fissato il flessibile, permette il movimento libero del tubo.

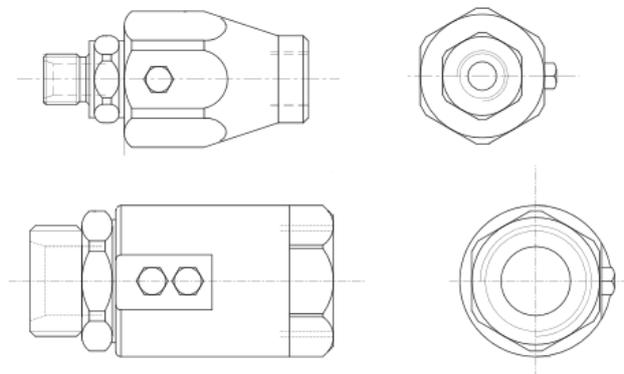
La corona di sfere, di colore rosa, serve per trattenere meccanicamente i due pezzi e per fare ruotare il manicotto. Esse sono inserite attraverso il foro superiore e trattenute in sede da un apposito tappo. Le sfere sono ingrassate per diminuire l'attrito tra i due pezzi.

La rotazione può avvenire nei due sensi.

Le guarnizioni, colore verde, garantiscono la tenuta in pressione dell'intero giunto. In rosso è evidenziata la zona bagnata dall'olio.



La foto sotto mostra l'esecuzione meccanica di un giunto girevole a 90°. Nel disegno a fianco si vede un giunto girevole diritto, mentre in quello a 90° si possono osservare i due tappi di chiusura per una doppia serie di sfere.



Sono da evitare montaggi che sottopongono il giunto a movimenti non corretti rispetto alla sua rotazione naturale, perché comporterebbero perdite di olio e rotture del giunto.

Simboli ISO per giunto diritto e 90°



Tabella indicativa delle pressioni e delle portate.

DN		Filetto	Max.pressione statica (bar)	Max.pressione in rotazione (bar)	Max.portata l/min.
mm	pollici	GAS / BSPP			
6	1/4"	1/4"	400	200	15
10	3/8"	3/8"	400	200	30
12	1/2"	1/2"	300	150	50
20	3/4"	3/4"	300	150	100
25	1"	1"	300	100	150
32	1.1/4"	1.1/4"	300	100	240
38	1.1/2"	1.1/2"	300	80	320
50	2"	2"	250	50	500

Attenzione: i valori della tabella sono solo per informazione. Fare sempre riferimento ai cataloghi ufficiali dei costruttori.

Le guarnizioni sono in gomma nitrilica (NBR) e consentono una temperatura di esercizio da -20°C a $+80^{\circ}\text{C}$. Altri tipi di guarnizioni sono a richiesta.

Il materiale è acciaio con alta percentuale di carbonio con trattamento di carbonitrurazione e tempra a induzione per le parti soggette a usura.

A richiesta sono disponibili esecuzioni in acciaio inossidabile AISI 316. Occorre fare attenzione alle pressioni di esercizio e di rotazione che devono essere ridotte di 1/3.

GIUNTO ROTANTE

Questo tipo di giunto è utilizzato quando si ha la necessità di alimentare idraulicamente un'apparecchiatura in rotazione continua.

Si può dividere in due categorie:

- Rotazione lenta fino a massimo di 30 giri al minuto
- Rotazione veloce che può arrivare a 5000 giri al minuto.

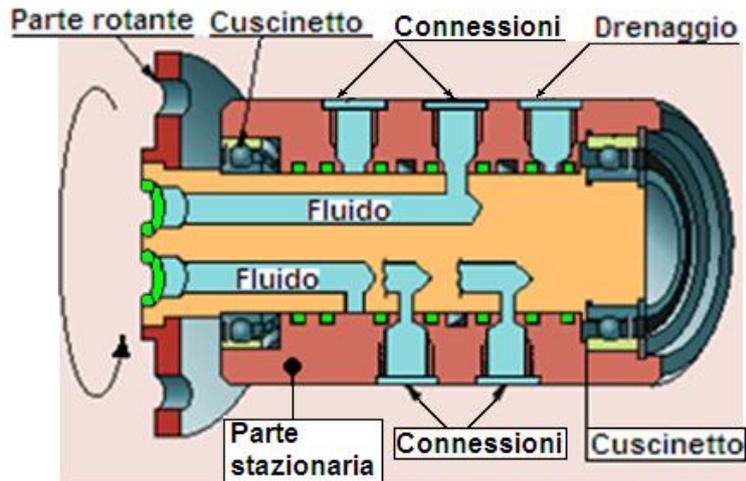
Un tipico utilizzo di giunti a lenta rotazione si trova nel settore del mobile, dove si ha la necessità di alimentare idraulicamente organi con movimento rotatorio.

La tecnica costruttiva di questi elementi richiede lavorazioni di grande precisione perché sono in gioco alte pressioni e passaggi di olio per alimentare più attuatori.

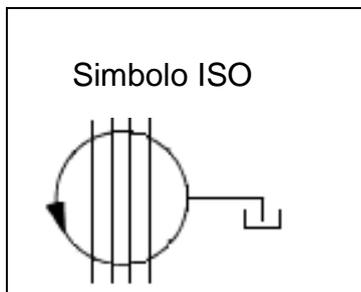
In generale l'olio in pressione entra dalle connessioni nella mezza parte stazionaria del giunto ed esce dalle connessioni sulla parte rotante che gira con la macchina.

Un pacco di guarnizioni garantisce la tenuta tra le due parti. Le guarnizioni rotanti sono i

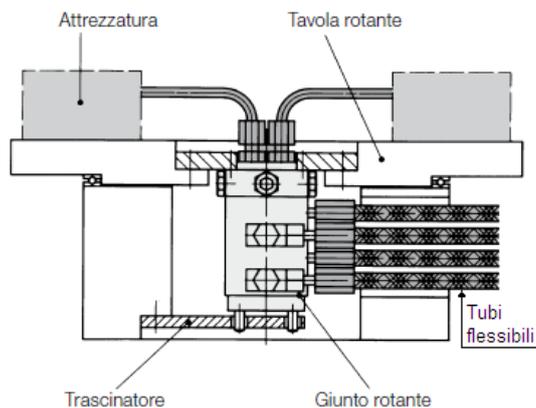
particolari più critici del sistema perché devono garantire la tenuta dell'olio in pressione e il loro assemblaggio introduce una leggera coppia che provoca una resistenza alla rotazione.



La foto sotto fa vedere un giunto rotante con quattro connessioni della ditta Ala.



Esempio d'impiego



Esempi di settori di applicazione.

Movimento Terra



Autogru e macchine di Sollevamento



Piattaforme Aeree



Marino Navale Portuale



Fondazione Perforazione e Trivellazione



Macchine e Impianti da Agricoltura



Per i **giunti ad alta velocità di rotazione** la costruzione meccanica prevede l'impiego di cuscinetti e tenute che possono garantire elevati movimenti rotatori.

Le dimensioni vanno da **1/4" a 1 1/2"**.

Il disegno sotto fa vedere un giunto della OMPI srl, in cui si vedono i cuscinetti con il loro ingrassatore e delle tenute particolari per l'alta velocità.

I pezzi colorati di giallo ruotano, mentre quelli colorati in azzurro sono fissi.

