

INTRODUZIONE

Il controllo della contaminazione negli impianti oleodinamici è una materia molto vasta e complessa; ne indichiamo di seguito alcuni punti fondamentali.

Il nostro servizio Tecnico Commerciale è a Vostra disposizione per ulteriori approfondimenti.

La funzione del fluido in un sistema oleodinamico è trasmettere le forze ed i movimenti.

Per assicurare l'efficienza e l'affidabilità del sistema, è essenziale nella scelta del fluido tener conto dei requisiti del sistema e delle condizioni operative (pressione di esercizio, temperatura ambientale, localizzazione dell'impianto, ecc.). A seconda delle caratteristiche richieste (viscosità, potere lubrificante, protezione antiusura, densità, resistenza all'invecchiamento e alle sollecitazioni termiche, compatibilità coi materiali, ecc.), è possibile scegliere tra numerosi oli minerali (i più utilizzati), fluidi sintetici, fluidi a base acquosa, fluidi "ecologici", ecc. Tutti i fluidi idraulici sono classificati secondo normative internazionali.

La contaminazione solida è riconosciuta come la causa principale di malfunzionamento, guasti e degrado precoce negli impianti oleodinamici; è impossibile eliminarla completamente, ma si può tenere efficacemente sotto controllo con adeguati dispositivi (filtri).

Qualsiasi fluido venga utilizzato, è essenziale che venga mantenuto al livello di contaminazione solida richiesto dal componente più sensibile utilizzato.

COME SI MISURA LA CONTAMINAZIONE

Il livello di contaminazione viene determinato conteggiando il numero di particelle di determinate dimensioni per unità di volume del fluido e quindi classificato in Classi di contaminazione, secondo normative internazionali.

La misurazione avviene tramite Contatori automatici di particelle che possono esaminare il fluido in linea (collegati ad appositi punti di prelievo predisposti sull'impianto) o a campione.

Le misurazioni ed i prelievi devono essere eseguiti secondo le norme ISO che le regolano, per assicurarne la validità.

La normativa più utilizzata nel settore oleodinamico è la ISO 4406:1999; molto utilizzata è pure la NAS 1638 (in fase di revisione).

CLASSI DI CONTAMINAZIONE SECONDO ISO 4406:1999

La classe di contaminazione secondo questa normativa è data da 3 numeri che indicano il numero di particelle per 100 ml con dimensioni maggiori di 4, 6 e 14 $\mu\text{m}_{(c)}$ rispettivamente.

Codice ISO	Numero di particelle per 100 ml	
	più di	fino a
22	2.000.000	4.000.000
21	1.000.000	2.000.000
20	500.000	1.000.000
19	250.000	500.000
18	130.000	250.000
17	64.000	130.000
16	32.000	64.000
15	16.000	32.000
14	8.000	16.000
13	4.000	8.000
12	2.000	4.000
11	1.000	2.000
10	500	1.000
9	250	500
8	130	250



Codice ISO 21/18/15: 21 → $\geq 4 \mu\text{m}_{(c)}$	18 → $\geq 6 \mu\text{m}_{(c)}$	15 → $\geq 14 \mu\text{m}_{(c)}$
--	---------------------------------	----------------------------------

La classe di contaminazione sopradescritta descrive un fluido contenente:

- tra 1.000.000 e 2.000.000 particelle $\geq 4 \mu\text{m}_{(c)}$ per 100 ml
- tra 130.000 e 250.000 particelle $\geq 6 \mu\text{m}_{(c)}$ per 100 ml
- tra 16.000 e 32.000 particelle $\geq 14 \mu\text{m}_{(c)}$ per 100 ml

FILTRAZIONE IN PILLOLE

Controllo della Filtrazione nei Sistemi Oleodinamici

FILTRI E MATERIALI FILTRANTI

In ogni impianto l'olio ha sempre una contaminazione iniziale, che tende poi ad aumentare durante il funzionamento a causa di usura dei componenti, ingresso da guarnizioni, ecc.: perciò è necessario utilizzare filtri che, trattenendo il contaminante, permettono di ottenere e mantenere il livello di contaminazione richiesto.

A seconda della loro posizione nel sistema, i filtri più comunemente usati sono:

- **filtri sul ritorno**, 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). Normalmente utilizzano setti in microfibra (filtrazione assoluta, $\beta_x \geq 75$) o in carta (filtrazione nominale, $\beta_x \geq 2$).
- **filtri in mandata**, sulla linea di pressione, proteggono direttamente uno o più componenti, assicurando che vengano alimentati con olio al giusto livello di contaminazione. Normalmente utilizzano setti in microfibra (filtrazione assoluta, $\beta_x \geq 75$), talvolta in carta (filtrazione nominale, $\beta_x \geq 2$).
- **filtri in aspirazione**, sulla linea di aspirazione, proteggono 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.

Per evitare ingresso di contaminante dall'ambiente esterno è importante utilizzare validi **filtri aria** per gli sfiati, che filtrino l'aria che viene richiamata nel serbatoio quando l'olio viene inviato agli utilizzi.

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

Dato che anche l'olio nuovo può avere una certa contaminazione solida, è buona norma effettuare qualsiasi operazione di riempimento e rabbocco dell'impianto utilizzando una **unità di filtrazione**.

COME SI MISURA L'EFFICIENZA FILTRANTE



Rapporto Beta:

$$\beta_x = (n_{in} = X \mu m) : (n_{out} = X \mu m)$$

dove "n" è il numero di particelle
= x μm a monte e a valle del filtro

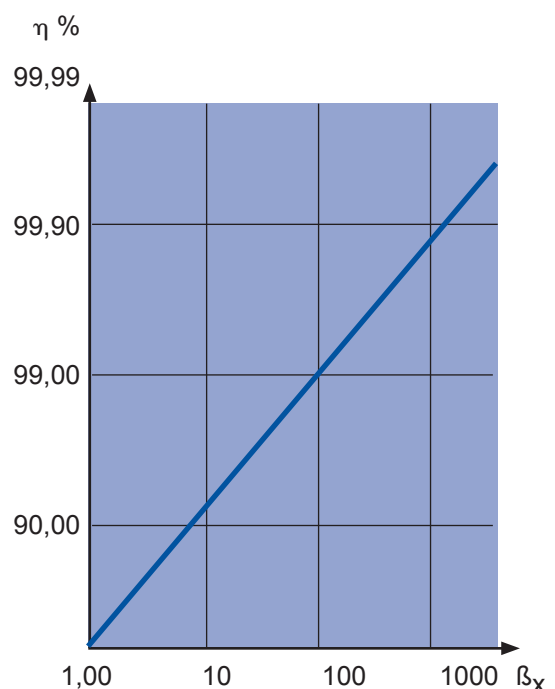
Es. se ci sono 100.000 particelle = 10 μm prima del
filtro e 1.000 particelle dopo:
 $\beta_{10} = 100.000 : 1.000 = 100$

Efficienza filtrante η (%):

$$\eta = 100 - (100 : \beta)$$

i.e.

$\beta_x = 2$	significa $\eta = 50,00 \%$
$\beta_x = 20$	significa $\eta = 95,00 \%$
$\beta_x = 75$	significa $\eta = 98,67 \%$
$\beta_x = 100$	significa $\eta = 99,00 \%$
$\beta_x = 200$	significa $\eta = 99,50 \%$
$\beta_x = 1.000$	significa $\eta = 99,90 \%$



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 $\beta_{5(c)} > 1.000$	FA - FB $\beta_{5(c)} > 1.000$ $\beta_{7(c)} > 1.000$	FB $\beta_{7(c)} > 1.000$	FB - FC $\beta_{7(c)} > 1.000$ $\beta_{12(c)} > 1.000$	FC - FD $\beta_{12(c)} > 1.000$ $\beta_{21(c)} > 1.000$	FD $\beta_{21(c)} > 1.000$	FD - CC $\beta_{21(c)} > 1.000$ $\beta_{10} > 2$	CC $\beta_{10} > 2$

NUOVI RIFERIMENTI PER IL RAPPORTO "BETA"

Dal 1999 il nuovo standard ISO 16889 ha sostituito il precedente ISO 4572 relativo al Multi-Pass test, che misura il valore Beta di un elemento filtrante.

Il nuovo standard impiega la nuova polvere di prova ISO MTD al posto della precedente ACFTD sia nei banchi prova per il Multi-Pass test sia nella calibrazione dei contatori automatici di particelle.

Nell'ISO 16889 la misura della particella è effettuata in modo differente che nell'ISO 4572. Per evitare possibili confusioni, i micron misurati secondo ISO 11171 vengono perciò indicati come $\mu\text{m}_{(c)}$.

Le 3 grandezze di riferimento per stabilire la classe di contaminazione (secondo ISO 4406:1999) sono ora:

- 4 $\mu\text{m}_{(c)}$** (era 2 μm con lo standard precedente)
- 6 $\mu\text{m}_{(c)}$** (era 5 μm con lo standard precedente)
- 14 $\mu\text{m}_{(c)}$** (era 15 μm con lo standard precedente)

A seconda del metodo di misura utilizzato, i valori Beta di riferimento dei setti filtranti UFI sono i seguenti:

Setto UFI	$\beta_x > 200$ (ISO 4572)	$\beta_{x(c)} > 1000$ (ISO 16889)
FA	3 μm	5 $\mu\text{m}_{(c)}$
FB	6 μm	7 $\mu\text{m}_{(c)}$
FC	12 μm	12 $\mu\text{m}_{(c)}$
FD	25 μm	21 $\mu\text{m}_{(c)}$

N.B.

Le classi di contaminazione ottenute (cioè le prestazioni ottenute sul campo) come pure i valori di perdita di carico restano invariati.

I dati tecnici attualmente riportati sul nostro catalogo fanno ancora riferimento allo standard ISO 4572, in attesa di tutti i risultati delle nuove prove secondo ISO 16889.

PORTATA REALE ATTRAVERSO IL FILTRO

Per evitare errori nel dimensionamento di un filtro, va considerata la portata REALE dell'olio che lo attraversa:

- nei **filtri in aspirazione ed in pressione** la portata è normalmente quella della pompa (unica eccezione i filtri a piastra serie FPD01 e 12, in cui la portata è solo quella richiesta dalla valvola pilota)
- nei **filtri sul ritorno** è necessario calcolare la portata massima possibile, tenendo conto di eventuali linee di ritorno supplementari e della eventuale presenza di cilindri e di accumulatori. Se non si conoscono con esattezza tali dati, è buona norma considerare in via cautelativa una portata di almeno $2 \div 2,5$ volte la portata della pompa

FILTRAZIONE IN PILLOLE

Controllo della Filtrazione nei Sistemi Oleodinamici

La vita dell'elemento filtrante è influenzata in modo significativo dal livello di contaminazione dell'ambiente in cui è situato l'impianto e dal grado di manutenzione riservato all'impianto stesso. Per tenere nel dovuto conto questi parametri, il valore della portata reale va moltiplicato per un "fattore ambientale", secondo la tabella sottoindicata:

FATTORE AMBIENTALE			
Grado di manutenzione dell'impianto	Livello di contaminazione ambientale		
	BASSO	MEDIO	ALTO
<ul style="list-style-type: none">serbatoio ben protetto, con sfianti aria efficientipochi attuatori, con ottima protezione da ingresso di contaminantefrequente monitoraggio delle condizioni del filtro	1,0	1,0	1,3
<ul style="list-style-type: none">serbatoio protetto, con buoni sfianti ariamolti attuatori, con buona protezione da ingresso di contaminantemonitoraggio programmato delle condizioni del filtro	1,0	1,5	1,7
<ul style="list-style-type: none">serbatoio con scarse protezionimolti attuatori, con scarsa protezione da ingresso di contaminantemonitoraggio casuale delle condizioni del filtro	1,3	2,0	2,3

Es. impianto situato in ambiente climatizzato	Es. impianto situato in capannone industriale	Es. impianto situato in ambiente ostile (fonderia, lavorazione legno, macchine mobili).
---	---	---

PERDITA DI CARICO O CADUTA DI PRESSIONE (Δp) - secondo ISO 3968:2005

Una volta determinato il setto filtrante e la portata REALE, il filtro va scelto in base alle tabelle delle portate indicate a catalogo, che tengono conto della perdita di carico Δp (detta anche caduta di pressione) che il fluido subisce attraversando il filtro, che non deve essere superiori a determinati valori.

In pratica, il " Δp totale" (Δp corpo filtro + Δp elemento) con elemento filtrante pulito deve essere

- **3 kPa** (0,03 bar) max per filtri in aspirazione
- **35 ÷ 50 kPa** (0,35 ÷ 0,5 bar) max per filtri mandata < 11 MPa (110 bar)
- **80 ÷ 120 kPa** (0,80 ÷ 1,2 bar) max per filtri mandata > 11 MPa (110 bar)

Minore è la perdita di carico iniziale, migliore è l'efficienza del filtro e maggiore la durata.

N.B. Normalmente le curve di perdita di carico sono riferite a olio minerale con viscosità cinematica "V" di 30 cSt e peso specifico "ps" = 0,9. Per oli con caratteristiche differenti vanno considerati i seguenti fattori di correzione ai valori di Δp_0 rilevati dalle curve:

CORPO FILTRO: la perdita di carico è direttamente proporzionale al peso specifico ps (densità) dell'olio, quindi in caso di $ps_1 \neq 0,9$ → $\Delta p_1 = (\Delta p_0 \times ps_1) : 0,9$

ELEMENTO FILTRANTE: la perdita di carico attraverso l'elemento filtrante varia in funzione della viscosità dell'olio, quindi in caso di viscosità V_1 (cSt) diversa da cSt:

- per olio con viscosità ≤ 150 cSt → $\Delta p_1 = \Delta p_0 \times (V_1 : 30)$
- per olio con viscosità > 150 cSt → $\Delta p_1 = \Delta p_0 \times [V_1 : 30 + \sqrt{(V_1 : 30)}] : 2$

Alcuni fluidi hanno una **difficile filtrabilità** (difficoltà ad attraversare un setto filtrante multistrato).

In questi casi bisogna considerare un **fattore di correzione** nel dimensionamento del filtro: tale fattore va verificato con il costruttore del filtro, dettando tutte le caratteristiche del fluido utilizzato.

INDICATORE DI INTASAMENTO

Durante il funzionamento dell'impianto, la perdita di carico attraverso il filtro aumenta man mano che l'elemento si intasa, a causa del contaminante ritenuto.

L'elemento filtrante va sostituito quando intasato e comunque prima che la perdita di carico raggiunga il valore di taratura della valvola di bypass.

E' perciò sempre **raccomandato l'uso di un indicatore di intasamento (visivo o elettrico), tarato ad un valore inferiore a quello della valvola di bypass**, per avere una segnalazione precisa del momento più idoneo per la sostituzione dell'elemento filtrante.

Per i **filtri sul ritorno** e per i **filtri in bassa pressione** l'indicatore di intasamento può essere un manometro o un pressostato che misura la pressione a monte del filtro. Per i **filtri ad alta pressione** e per alcuni filtri sul ritorno, l'indicatore di intasamento può essere di tipo **differenziale**: misura cioè la pressione a monte e a valle del filtro e attiva un segnale quando la pressione differenziale raggiunge il valore stabilito. Per i **filtri in aspirazione** l'indicatore di intasamento è un **vuotometro** o un **vuotostato** che misura la depressione a valle del filtro.

Tutti i filtri **UFI** hanno di serie la sede per il montaggio dell'indicatore; se il filtro viene ordinato senza indicatore, la sede è tappata con un grano e l'indicatore può essere montato con facilità in un secondo tempo.