

Linee guida sulla filtrazione

La pulizia del fluido idraulico è un aspetto prioritario nella progettazione di tutti i sistemi idraulici poiché circa l'80% dei guasti sono causati dalla presenza di contaminazioni solide.

La contaminazione solida non può essere eliminata completamente, tuttavia si può ridurre e controllare sistematicamente per mezzo di filtri idraulici (del tipo in linea e su linea di ritorno, vedere la sezione 2) in modo che la quantità e le dimensioni delle particelle presenti nel fluido (classe di contaminazione) siano accettabili per il tipo di sistema in questione.

Lo scopo di questo documento è fornire informazioni sui tipi differenti di filtri e alcuni suggerimenti per il loro corretto utilizzo. Un sistema di filtrazione ottimizzato consente di ottenere un livello adeguato di pulizia e di ridurre così i danni causati dalla contaminazione, prolungando la durata delle macchine e evitando periodi di inattività nella produzione.



1 CLASSI DI CONTAMINAZIONE RACCOMANDATE

La **classe di contaminazione dei fluidi raccomandata** indica il livello massimo di contaminazione accettabile per un determinato sistema idraulico e dipende dall'architettura del sistema di filtrazione.

La classe di contaminazione del fluido deve essere valutata sulla base di vari parametri, quali:

- tipo di componenti idraulici installati nel sistema: il livello di pulizia richiesto deve essere stabilito in base al componente più sensibile, ad es. la presenza di valvole servoporzionali
- tipo di applicazione e ambiente circostante: ambienti particolarmente polverosi, ad esempio presse per ceramica, richiedono specifici circuiti di filtrazione e metodi per impedire l'ingresso di contaminanti solidi nel serbatoio del sistema (serbatoio pressurizzato)
- ciclo di lavoro: impieghi pesanti e valori di pressione elevati richiedono classi di contaminazione progressivamente superiori
- durata di sistema prevista
- temperature tipiche di funzionamento e avviamento

Il livello di contaminazione del fluido di uno specifico sistema idraulico corrisponde al livello di contaminanti misurati nel serbatoio.

La seguente tabella riporta le classi di contaminazione suggerite in base ai componenti idraulici e alla loro durata.

La classe di contaminazione deve essere selezionata in base al componente più sensibile installato nel sistema.

Standard	Classi di contaminazione tipiche						
ISO 4406	15/13/10	16/14/11	17/15/12	18/16/13	19/17/14	20/18/15	21/19/16
NAS 1638	4	5	6	7	8	9	10
SAE 5049	5A/4B/4C	6A/5B/5C	7A/6B/6C	8A/7B/7C	9A/8B/8C	10A/9B/9C	11A/10B/10C
Elemento filtrante raccomandato	F03	F03 F06	F06	F06 F10	F10 F20	F20 F25	
Componente							
Valvole proporzionali		vita estesa		funzionamento normale			
Valvole convenzionali e a solenoide					vita estesa	funzionamento normale	
Pompe a cilindrata variabile				vita estesa		funzionamento normale	
Pompe a cilindrata fissa					vita estesa funzionamento normale		
Cilindri					vita estesa	funzionamento normale	

2 TIPI DI FILTRI IDRAULICI

L'architettura del sistema di filtrazione comporta l'utilizzo di tipi differenti di filtri idraulici con caratteristiche specifiche; tipicamente i filtri possono essere del tipo "in linea" e "su linea di ritorno".

Il tipo di fluido utilizzato nel sistema idraulico influenza la scelta del filtro.

Si raccomanda di verificare sempre la compatibilità del filtro selezionato con le caratteristiche del fluido.

2.1 Filtri in linea

I filtri in linea di norma sono installati sulla linea principale del sistema, subito dopo la pompa o prima del monoblocco della pompa, per proteggere dalla contaminazione tutti i componenti posti a valle.

Le dimensioni dei filtri devono essere adeguate ai valori massimi di pressione e portata di sistema.

I filtri in linea Atos **FPS** (bocche filettate) e **FPH** (bocche flangiate SAE 6000) sono adatti a pressioni di lavoro massime fino a 420 bar.

I filtri in linea sono forniti con o senza valvola di by-pass:

- i filtri con valvola di by-pass si utilizzano per preservare la portata anche in caso di intasamento dell'elemento filtrante. Si tratta di una condizione estrema da evitare sempre mediante una corretta manutenzione
- i filtri senza valvola di by-pass si utilizzano per proteggere componenti critici come le valvole servoporzionali; in questa versione l'elemento filtrante può sopportare una pressione differenziale superiore (pressione di rottura)

I filtri in linea possono essere dotati di indicatore di intasamento per segnalare lo stato dell'elemento filtrante e consentire la sua sostituzione prima dell'apertura della valvola di by-pass nel filtro (se in dotazione), vedere la sezione 6.

2.2 Filtri su linea di ritorno

Questi filtri eseguono la **filtrazione del fluido di ritorno al serbatoio dal circuito idraulico**, garantendo che nessun contaminante generato dall'usura dei componenti possa penetrare nel serbatoio e tornare in circolo nel sistema.

Le loro dimensioni devono essere adeguate alla portata massima della linea di ritorno durante l'intero ciclo della macchina; in particolare, nei cilindri differenziali la portata di ritorno potrebbe essere superiore alla portata della pompa.

I filtri su linea di ritorno possono essere installati sulla linea oppure sul lato superiore del serbatoio idraulico e devono essere selezionati sulla base della pressione di linea.

I filtri su linea di ritorno Atos di tipo **FRS** sono progettati per essere montati sul lato superiore del serbatoio e per sopportare una pressione di lavoro massima fino a 8 bar.

I filtri su linea di ritorno sono dotati di valvola di by-pass per evitare pericolosi fenomeni di eccessiva contropressione causati nella linea da eventuali intasamenti dell'elemento filtrante.

In tutte le condizioni di funzionamento l'uscita del filtro deve trovarsi sempre in posizione inferiore al livello del fluido, per evitare la possibile formazione di schiuma all'interno del serbatoio.

2.3 Filtri di aspirazione

Questi filtri si utilizzano per **proteggere la pompa dall'ingresso di contaminanti grossolani**. I filtri di aspirazione Atos di tipo **FSS** sono progettati per essere montati direttamente sulla linea di aspirazione della pompa.

Per evitare il rischio di cavitazione della pompa, i filtri di aspirazione tendono a essere sovradimensionati, con un elevato grado di filtrazione e basse pressioni differenziali.

Le dimensioni dei filtri di aspirazione devono tenere conto anche del funzionamento con avviamento a freddo, poiché basse temperature dell'olio potrebbero favorire il fenomeno della cavitazione.

A causa della possibilità di cavitazione, di norma l'uso di tali filtri è escluso nelle pompe a pistoni con cilindrata variabile.

2.4 Elementi filtranti

Gli elementi filtranti Atos **Filtration Plus** offrono eccellenti prestazioni in termini di aumento dell'efficienza (rapporto di filtrazione $\beta > 1.000$) e della stabilità rispetto alla caduta di pressione.

Grazie alla speciale struttura con mezzo filtrante in microfibra, tali elementi sono caratterizzati da una elevatissima capacità di trattenere le impurità (DHC, Dirt Holding Capacity) - vedere la sezione 4, fino al 30% superiore rispetto ad altri pacchetti di mezzi filtranti.

Il valore DHC maggiore unito ad una caduta di pressione inferiore contribuiscono ad aumentare notevolmente la durata dell'elemento filtrante e pertanto a ridurre i costi di manutenzione.

Gli elementi filtranti **F+ Filtration Plus** sono disponibili con grado di filtrazione standard:

5 μ m, 7 μ m, 12 μ m, 22 μ m per filtri in linea del tipo FPS e FPH

7 μ m, 12 μ m, 27 μ m per filtri su linea di ritorno FRS

Il grado di filtrazione 4 μ m(c) è disponibile su richiesta per filtri FPS e FPH per applicazioni che richiedono una pulizia estremamente elevata dei fluidi.



FPS



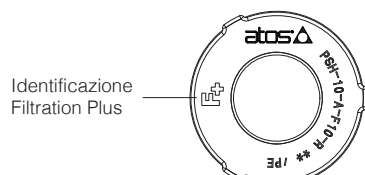
FPH



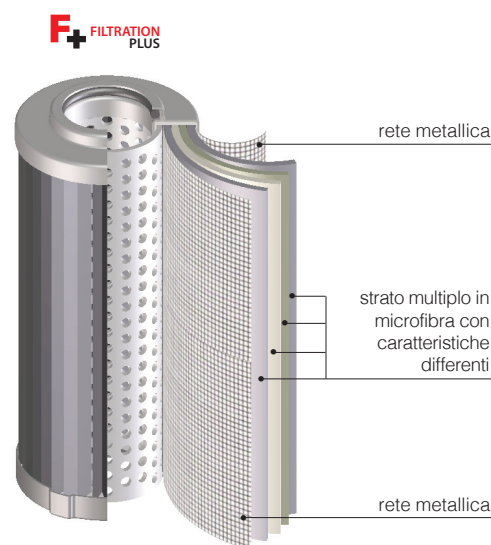
FRS



FSS



Identificazione
Filtration Plus



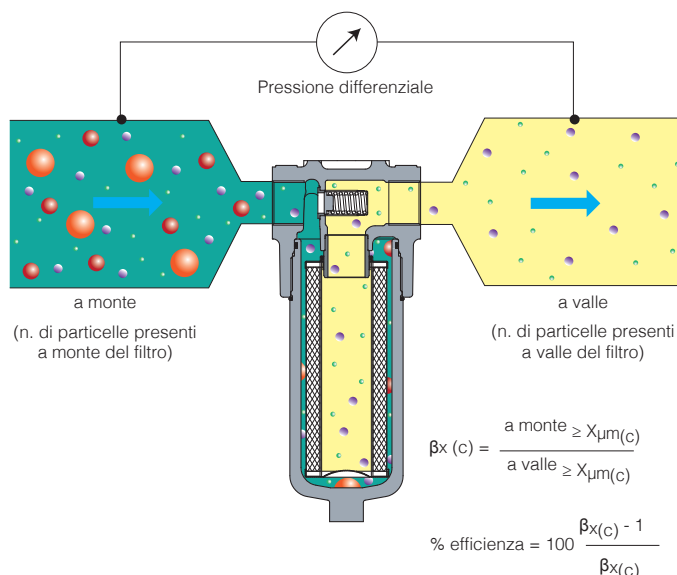
Elemento filtrante **PSH**

3 EFFICIENZA E RAPPORTO DI FILTRAZIONE

L'efficienza del filtro consiste nella sua capacità di bloccare una determinata quantità di particelle di dimensioni pari o superiori a un valore definito.

La valutazione più comunemente utilizzata nel settore è il **rapporto di filtraggio Beta $\beta_x(c)$** , definito come il numero di particelle di una data dimensione presenti a monte del filtro, diviso per il numero di particelle della stessa dimensione conteggiate a valle. Maggiore è il rapporto di filtraggio Beta e maggiore risulta l'efficienza del filtro.

n. di particelle presenti a monte del filtro	n. di particelle presenti a valle del filtro	Rapporto di filtraggio Beta $\beta_x(c)$	Efficienza %
1.000.000	500,000	2	50
	100,000	10	90
	50,000	20	95
	13,000	75	98,7
	5,000	200	99,5
	1,000	1,000	99,9



3.1 Standard per la determinazione del rapporto di filtrazione Beta

Nel 1999 è stata introdotta la norma **ISO16889** come standard internazionale di regolamentazione dei test Multi-Pass nella valutazione del rapporto di filtrazione Beta per gli elementi filtranti, in sostituzione della precedente norma ISO 4578.

La norma ISO16889 considera come efficienza del filtro il 99,9% (rapporto di filtrazione $\beta > 1000$), mentre per la precedente ISO4572 l'efficienza risultava inferiore ovvero pari al 99,5% (rapporto di filtrazione $\beta > 200$).

Per evitare incomprensioni, le particelle misurate in base alla norma ISO16889 sono identificate con $\mu m(c)$

La tabella sottostante riporta i valori Beta degli elementi filtranti Atos in base allo standard considerato.

Elemento filtrante in microfibra	$\beta_{x(c)} > 1000$ (ISO16889)	$\beta_x > 200$ (ISO4572)
F03	5 $\mu m(c)$	3 μm
F06	7 $\mu m(c)$	6 μm
F10	12 $\mu m(c)$	10 μm
F20	22 $\mu m(c)$	20 μm
F25	27 $\mu m(c)$	25 μm

Elemento filtrante in cellulosa	$\beta_{x(c)} > 2$ (ISO16889)	$\beta_x > 2$ (ISO4572)
C10	10 $\mu m(c)$	10 μm
C25	25 $\mu m(c)$	25 μm

Tra le norme ISO4572 e ISO16889 le classi di contaminazione e i valori della caduta di pressione rimangono invariati

4 CAPACITÀ DI TRATTENERE LE IMPURITÀ

Il rapporto di filtrazione Beta non fornisce indicazioni sulla quantità totale di contaminanti che possono rimanere catturati dal filtro durante la sua durata utile.

Questo parametro è definito **CAPACITÀ DI TRATTENERE LE IMPURITÀ (DHC, DIRT-HOLDING CAPACITY)** e definisce la quantità di contaminanti che l'elemento filtrante può trattenere prima di raggiungere il valore massimo consentito di contropressione o di pressione differenziale. Di norma un elemento filtrante con una superficie di filtrazione più ampia ha una maggiore capacità di trattenere le impurità e pertanto una durata utile maggiore.

5 CIRCUITO DI FILTRAZIONE

La contaminazione solida causata dalla normale usura dei componenti rappresenta la principale fonte di contaminazione dei fluidi.

Per evitare malfunzionamenti e progressivo deterioramento dei componenti installati nel sistema idraulico, occorre progettare un circuito di filtrazione adatto.

Le raccomandazioni che seguono supportano l'utente nella progettazione di un circuito di filtrazione ottimizzato.

La tabella sotto riportata assiste nella scelta di un circuito di filtrazione in base alla classe di contaminazione richiesta; vedere la sezione 1 per le classi di contaminazione raccomandate.

COMPLESSITÀ	D							
	C							
	B							
	A							
		21/19/16	20/18/15	19/17/14	18/16/13	17/15/12	16/14/11	15/13/10
Classi di contaminazione								
FILTRAZIONE MAGGIORE								

Norme generiche da seguire per garantire condizioni di lavoro ottimali nei sistemi idraulici:

- il serbatoio idraulico deve essere progettato in modo adeguato a limitare l'ingresso di contaminanti dall'esterno
- per evitare l'ingresso di contaminanti occorre eseguire regolari interventi di manutenzione.

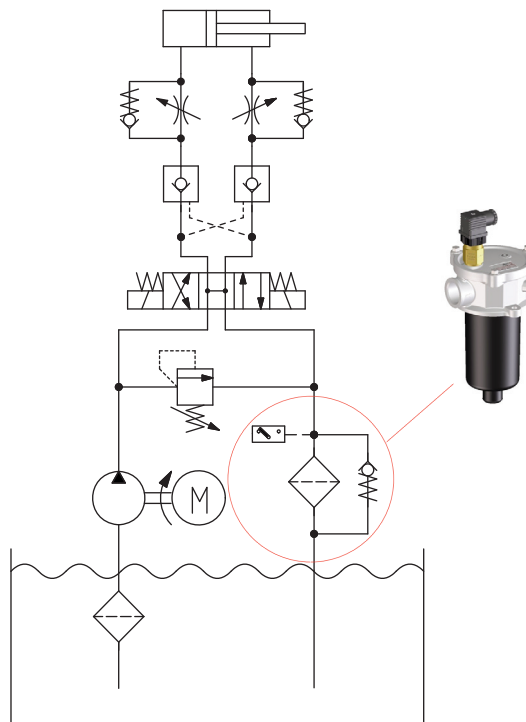
Per ulteriore supporto nella progettazione dei circuiti di filtrazione consultare l'ufficio tecnico Atos.

CIRCUITO A

Il **filtro su linea di ritorno** garantisce che tutti i contaminanti generati durante il funzionamento del sistema vengano correttamente filtrati prima del loro ingresso nel serbatoio.

Tale filtro rappresenta una soluzione economicamente vantaggiosa, utilizzata principalmente nei sistemi con valvole on-off.

Questa configurazione non può garantire la protezione dei componenti idraulici dall'usura causata dalla pompa.

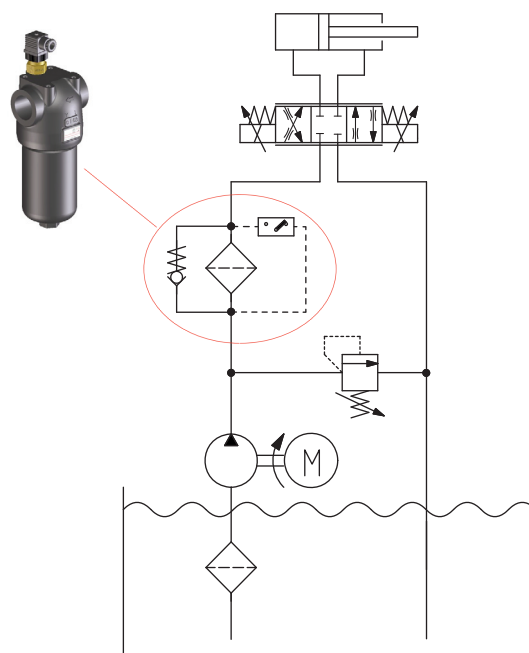


CIRCUITO B

Il **filtro in linea** è utilizzato di norma immediatamente dopo la pompa, per garantire la corretta filtrazione del fluido prima che raggiunga i componenti idraulici.

Tale filtro è utilizzato particolarmente per proteggere le valvole proporzionali e servoproporzionali.

Questa configurazione non può garantire la protezione dei componenti idraulici da contaminanti generati a valle né quella della pompa da impurità di ritorno nel serbatoio.



CIRCUITO C

Questo esempio mostra un circuito con **entrambi i filtri del tipo in linea e su linea di ritorno**.

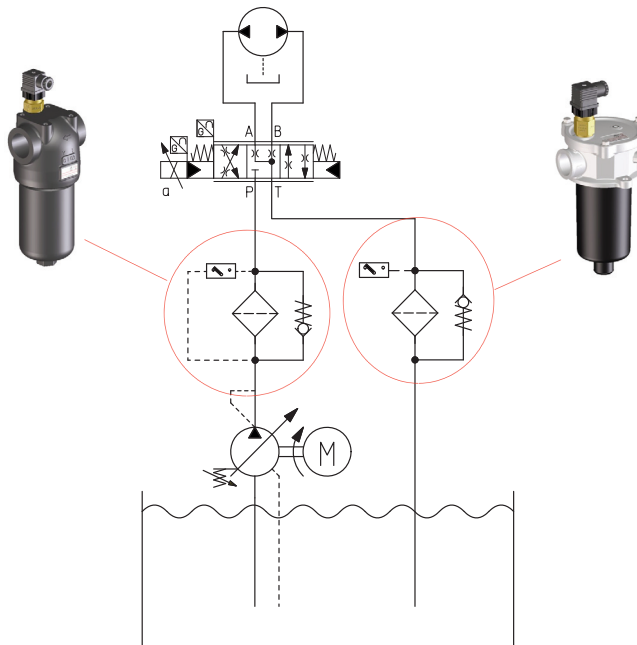
È la soluzione ideale per migliorare l'efficienza complessiva del sistema.

Questa configurazione garantisce:

- corretta protezione dei componenti dall'usura causata dalla pompa
- corretta filtrazione del fluido di ritorno nel serbatoio, eliminando tutti i contaminanti penetrati nel sistema in conseguenza dell'usura dei componenti.

Il passaggio dell'intera portata della pompa attraverso i filtri garantisce un efficiente controllo della contaminazione.

Di conseguenza, questa configurazione del sistema non è indicata per circuiti con pompe a cilindrata variabile che funzionano per periodi prolungati in assenza di portata.



CIRCUITO D

Questo esempio è simile al circuito C, ma la sua implementazione prevede un **sistema supplementare di filtrazione off-line**.

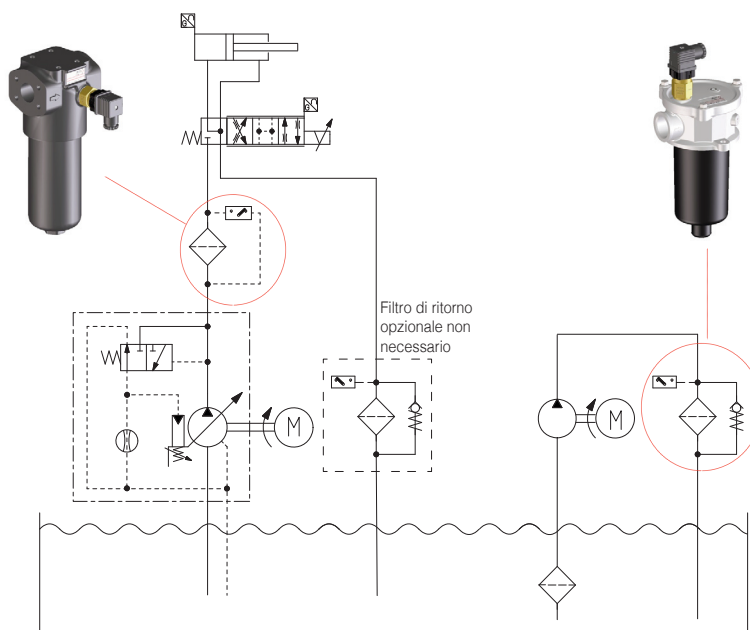
È la soluzione ideale quando si prevedono notevoli variazioni nella portata del sistema oppure nei sistemi dotati di pompe a cilindrata variabile che funzionano per periodi prolungati in assenza di portata.

Il sistema supplementare di filtrazione off-line consente di mantenere una filtrazione costante del fluido nel serbatoio, evitando l'accumulo di particelle contaminanti

Questa configurazione garantisce:

- eccellente livello di pulizia, indipendentemente dai cicli di lavoro del circuito principale
- maggiore capacità di trattenere le impurità e maggiore efficienza di filtrazione
- interventi di manutenzione più semplici grazie alla possibilità di sostituire l'elemento filtrante senza arrestare la macchina.

Per proteggere componenti critici come le valvole servoproporzionali, si raccomanda l'utilizzo di filtri in linea senza valvole di by-pass.



6 INDICATORI DI INTASAMENTO

Segnalano all'operatore quando l'elemento filtrante è prossimo a ostruirsi e richiede la sostituzione.

Si raccomanda il loro utilizzo per filtri del tipo in linea e su linea di ritorno, per evitare che l'elevata pressione causata dall'intasamento nell'elemento filtrante causi l'apertura della valvola di by-pass e il conseguente rilascio di contaminanti all'interno del circuito idraulico.

In base al tipo di filtro idraulico, si utilizzano indicatori di intasamento differenti:

- Indicatore visivo, Atos tipo **CIA-V**, normalmente in uso con **filtri su linea di ritorno**

È un manometro che misura la pressione prima dell'elemento filtrante e segnala la condizione di intasamento per mezzo di settori colorati:

Verde (intervallo di regolazione tra 0 e 3 bar) = elemento filtrante in buone condizioni;

Rosso (> 3) = elemento filtrante da sostituire immediatamente

Richiede costanti ispezioni visive da parte dell'operatore per verificare le condizioni del filtro



CIA-V

- Indicatore elettrico, Atos tipo **CIA-E**, normalmente in uso con **filtri su linea di ritorno**

È un pressostato che misura la pressione prima dell'elemento filtrante e segnala la condizione di intasamento per mezzo di un contatto di commutazione (normalmente aperto o normalmente chiuso)

La pressione di commutazione è impostata in fabbrica a 2 bar, corrispondenti al 70% della pressione di apertura della valvola di by-pass

Il contatto elettrico è normalmente interfacciato con il sistema a controllo numerico della macchina per il monitoraggio automatico delle condizioni del filtro



CIA-E

- Indicatore visivo differenziale, Atos tipo **CID-V**, normalmente in uso con **filtri in linea**

È un pressostato che misura la Δp prima dell'elemento filtrante e segnala la condizione di intasamento per mezzo di banda colorati:

Verde = elemento filtrante in buone condizioni;

Rosso = elemento filtrante da sostituire immediatamente

La pressione di commutazione è impostata in fabbrica a 5 bar, corrispondenti al 80% della pressione di apertura della valvola di by-pass

Per filtri senza valvola di by-pass la pressione di commutazione è impostata in fabbrica a 8 bar

Richiede costanti ispezioni visive da parte dell'operatore per verificare le condizioni del filtro



CID-V

- Indicatore elettrico differenziale, Atos tipo **CID-M**, normalmente in uso con **filtri in linea**

È un pressostato che misura la Δp prima dell'elemento filtrante e segnala la condizione di intasamento per mezzo di un contatto di commutazione (normalmente aperto o normalmente chiuso)

La pressione di commutazione è impostata in fabbrica a 5 bar, corrispondenti al 80% della pressione di apertura della valvola di by-pass

Per filtri senza valvola di by-pass la pressione di commutazione è impostata in fabbrica a 8 bar

Il contatto elettrico è normalmente interfacciato con il sistema a controllo numerico della macchina per il monitoraggio automatico delle condizioni del filtro

La versione opzionale, codice Atos **CID-L**, è dotata di LED aggiuntivo che segnala la condizione di intasamento del filtro



CID-E

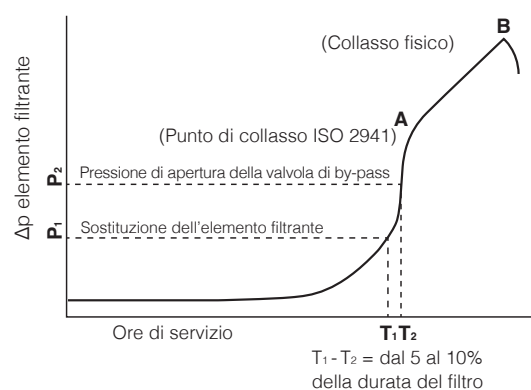
Note sulla funzione dell'indicatore elettrico differenziale

L'indicatore elettrico differenziale di intasamento si attiva con pressione P1 per segnalare la necessità di sostituzione dell'elemento filtrante prima di raggiungere la pressione P2 di apertura della valvola di by-pass.

Per proteggere il sistema dalla contaminazione, il valore impostato P1 dell'indicatore di intasamento è sempre inferiore alla pressione P2 di apertura della valvola di by-pass.

Per filtri in linea senza valvola di by-pass, il funzionamento continuo a Δp superiori può causare la diminuzione delle prestazioni di filtrazione (punto A nel diagramma). Nel peggiore dei casi l'elemento filtrante può collassare, perdendo la sua integrità (punto B nel diagramma sotto).

Per tale motivo, i filtri in linea senza valvola di by-pass sono di norma dotati di elemento filtrante caratterizzato da un valore superiore della pressione di rottura.



7 STANDARD ISO

L'elenco che segue riporta la documentazione delle attuali norme ISO in materia di filtrazione idraulica

ISO 2941 Potenza idraulica del fluido – Elemento filtrante – verifica del valore di pressione di collasso/scoppio

ISO 2942 Potenza idraulica del fluido – Elemento filtrante – verifica dell'integrità di fabbricazione e determinazione del primo punto di bolla

ISO 2943 Potenza idraulica del fluido – Elemento filtrante – verifica della compatibilità dei materiali con i fluidi

ISO 3723 Potenza idraulica del fluido – Elemento filtrante – metodo per prova di carico finale

ISO 3724 Potenza idraulica del fluido – Elemento filtrante – determinazione della resistenza alla fatica in funzione della portata utilizzando la contaminazione da particelle

ISO 3968 Potenza idraulica del fluido – Filtri – valutazione della pressione differenziale rispetto alle caratteristiche della portata

ISO 4406 Potenza idraulica del fluido – Filtri – metodo di codificazione del livello di contaminazione solida

ISO 16889 Potenza idraulica del fluido – Filtri – metodo multi-pass per la valutazione delle prestazioni di filtrazione dell'elemento filtrante

ISO 23181 Potenza idraulica del fluido – Elemento filtrante – determinazione della resistenza alla fatica in funzione della portata utilizzando fluidi ad alta viscosità

ISO 11170 Potenza idraulica del fluido – sequenza delle prove di verifica delle caratteristiche di prestazione degli elementi filtranti

ISO 10771-1 Potenza idraulica del fluido – prova di resistenza alla fatica di involucri metallici sottoposti a pressione – metodo di prova