

# *Compressori serie 134-XS e 134-S*

## *Lubrificazione*

### *(EA\_02\_07\_I)*

<b>2.</b>	<b>LUBRIFICAZIONE</b>	<b>2</b>
2.1	CIRCUITO DELL'OLIO	2
2.2	PORTATA DI OLIO	3
2.3	LUBRIFICANTI	4
2.4	SEPARAZIONE DELL'OLIO	5
2.5	FILTRO DELL'OLIO	6
2.6	RISCALDATORE OLIO	7
2.7	LIVELLO DELL'OLIO	8
2.8	MONITORAGGIO DELLA LUBRIFICAZIONE	9

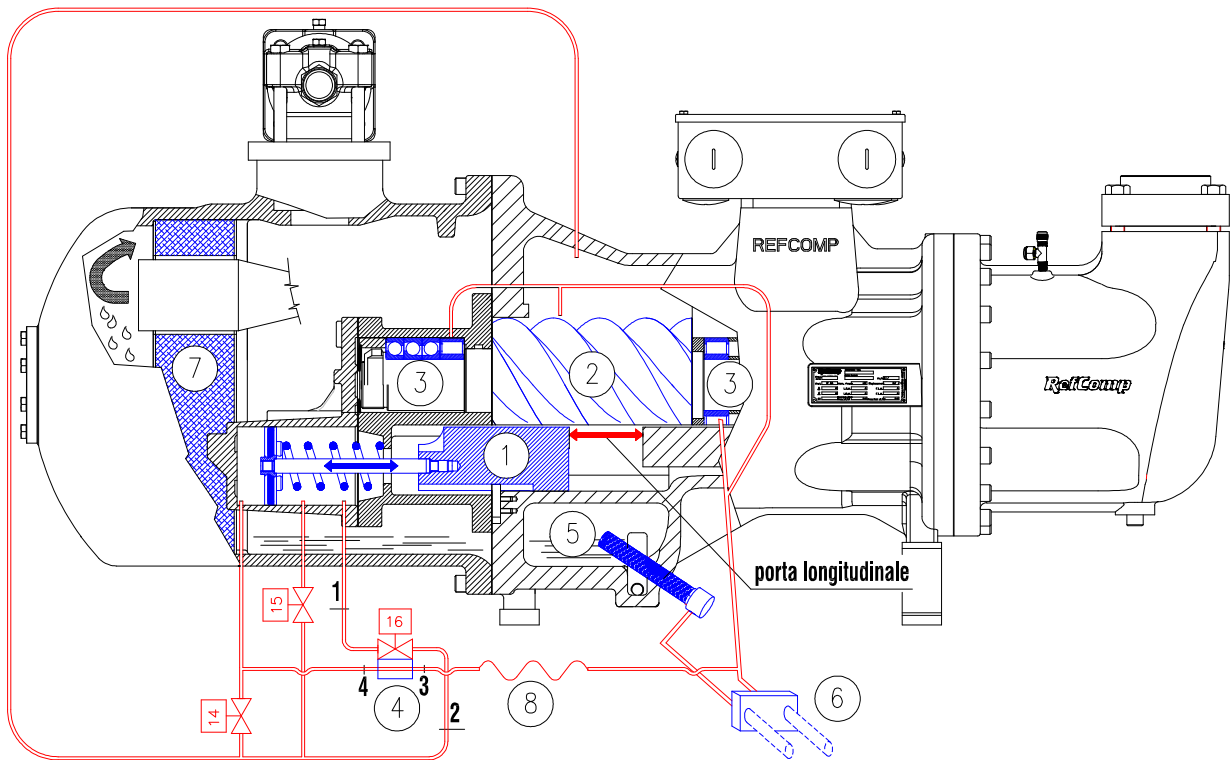
## 2. Lubrificazione

### 2.1 Circuito dell'olio

L'olio svolge le seguenti funzioni:

- ✓ Tenuta dinamica tra i rotori e le camere cilindriche;
- ✓ Lubrificazione dei cuscinetti;
- ✓ Controllo della valvola a cassetto per la regolazione della capacità (compressori della serie 134-S);
- ✓ Raffreddamento.

Nella figura 2-A si riporta a titolo illustrativo lo spaccato di un compressore della serie 134-S con il relativo circuito oleodinamico. Per quanto riguarda invece la serie 134-XS è ancora presente un circuito interno che permette l'iniezione dell'olio sui rotori e sui cuscinetti mentre viene a mancare la parte del circuito dedicata al controllo di capacità.



**Figura 2-A: rappresentazione schematica del circuito oleodinamico di lubrificazione e azionamento della slide valve (134-S):**

**14,15,16: valvole solenoidi per il controllo di capacità;**

**1: valvola a cassetto e pistone di azionamento per il controllo di capacità (serie 134-S);**

**2: rotori;**

**3: cuscinetti;**

**4: piastrina per il passaggio dalla configurazione step alla stepless;**

**5: filtro;**

**6: connessione ingresso-uscita olio per il circuito di raffreddamento;**

**7: demister;**

**8: tubo capillare.**

Il lubrificante è contenuto sul fondo della carcassa e nel separatore dell'olio, vedi figura 2-A. Quest'ultimo, nel caso dei modelli della serie 134-S, è realizzato nella "campana" direttamente flangiata frontalmente alla carcassa del compressore mentre nei compressori della serie 134-XS è posizionato lateralmente (minor sviluppo assiale del compressore), vedi figura 2-B nelle pagine seguenti.

	<p><b>Attenzione!</b> L'olio contenuto nel carter è soggetto alla pressione di scarico (alta pressione).</p>
--	--

La circolazione dell'olio è ottenuta sfruttando la differenza di pressione tra il carter, alla pressione di scarico e il punto di iniezione in cui la pressione è leggermente superiore alla pressione di aspirazione (non sono presenti pompe per la circolazione dell'olio).

Dal carter l'olio fluisce attraverso un filtro ai cuscinetti lato aspirazione, al punto di iniezione sui profili delle viti ed alla camera dei cuscinetti lato scarico. Inoltre, solo nei modelli della serie 134-S, attraverso un tubo capillare (8) interno, fluisce verso il cilindro di controllo della valvola a cassetto per la regolazione della capacità.

L'olio che fuoriesce dal cilindro di controllo della parzializzazione, dai cuscinetti lato aspirazione e dalla camera dei cuscinetti lato scarico viene convogliato sul lato aspirazione dei rotori per poi fluire nuovamente insieme ai gas compressi attraverso i rotori verso l'alta pressione.

La miscela refrigerante-olio ad alta pressione subisce un processo di separazione nel 'DEMISTER' (7) (vedi paragrafo 2-4 'separazione dell'olio) grazie al quale l'olio si raccoglie sul fondo del separatore, mentre il gas fuoriesce dal compressore attraverso il rubinetto di scarico posto sulla sommità dello stesso.

A valle del filtro dell'olio sono disponibili due connessioni (uscita/ingresso olio) per realizzare il circuito di raffreddamento esterno, qualora le condizioni operative lo richiedano (vedi capitolo EA-11 "Raffreddamento addizionale").

## 2.2 Portata di olio

La circolazione dell'olio avviene sfruttando la differenza di pressione fra mandata e aspirazione e la portata volumetrica può essere espressa con la seguente relazione:

$$V_{OLIO} = K \cdot \sqrt{P_S - P_A}$$

Dove:

$V_{olio}$  = portata volumetrica di olio attraverso il filtro [l/min]  
 $K$  = coefficiente di deflusso dipendente dal modello del compressore (vedi tabella A)  
 $P_S$  = pressione di scarico [bar]  
 $P_A$  = pressione di aspirazione [bar]

134-XS/S	40	50	60	71	81	91	101	110	120	140	160	180	210	220	240	270	300
<b>K</b>	<b>5.5</b>		<b>6.0</b>			<b>6.5</b>			<b>7</b>			<b>7.5</b>					

**Tabella A: coefficienti di deflusso K per il calcolo della portata d'olio;**

La portata d'olio minima, affinché l'olio svolga tutte le sue funzioni (lubrificazione, tenuta, controllo della valvola a cassetto e raffreddamento), viene assicurata quando il compressore lavora entro il campo di applicazione prestabilito sempre che il filtro dell'olio sia normalmente pulito e l'olio conservi le sue caratteristiche.

In fase di avviamento, poiché le pressioni sono sempre equalizzate all'interno del compressore, non vi è circolazione d'olio; tuttavia i cuscinetti ed i rotori sono progettati per tollerare alcuni secondi di funzionamento "a secco", in attesa che si stabilisca la necessaria differenza di pressione.

**Attenzione!**

Entro 20 secondi dall'avviamento il compressore deve lavorare all'interno del campo di applicazione previsto (minima differenza di pressione vedi paragrafo 2.8).

In caso di funzionamento parzializzato ed, in generale, quando la minima differenza di pressione fatica a stabilirsi, può essere necessario adottare accorgimenti particolari quali:

- ✓ accensione ritardata dei ventilatori del condensatore nel caso di condensazione ad aria;
- ✓ valvola di regolazione della portata dell'acqua nel caso di condensazione ad acqua;
- ✓ valvola regolatrice di pressione tra il compressore e il condensatore (consultare RefComp per ulteriori informazioni) e, se necessario, contemporaneamente ridurre al minimo il tempo di funzionamento del compressore a carico parzializzato (circa 5 sec).

### 2.3 Lubrificanti

Gli oli lubrificanti utilizzati sono stati scelti tenendo conto principalmente delle seguenti esigenze:

- ✓ Tenuta contro i trafilamenti lungo i profili;
- ✓ Adeguata lubrificazione dei cuscinetti;
- ✓ Buone caratteristiche di viscosità alle alte temperature;
- ✓ Buone caratteristiche di miscibilità con il fluido frigorigeno alle basse temperature;

**Attenzione!**

Non caricare lubrificanti diversi da quelli consigliati. Tutti gli oli approvati da RefComp sono altamente igroscopici e non devono venire in contatto con aria.

Nella tabella B seguente si riportano gli oli consigliati da RefComp per i compressori delle serie 134-XS e 134-S, i quali utilizzano il refrigerante R-134a, con le relative proprietà fisiche e chimiche.

Produttore	Tipo	Comp. chimica	Densità 15°C [g/ml]	Viscosità cinematica 40°C [cSt]	Punto infiammabilità [°C]	Punto scorrimento [°C]	Punto flocculazione [°C]
CPI	Solest 170 (BS 170) <sup>(1)</sup>	POE	0.95	175.2	265	-30	Nessuno
ICI	Emkarate RL 68 H <sup>(2)</sup>	POE	0,98	68	170	-20	Nessuno
FUCHS	Reniso Triton SE 170 <sup>(3)</sup>	POE	0.98	170	260	-24	Nessuno
UNIQUEMA	Icematic SW220 <sup>(4)</sup>	POE	0.98	220	280	-22	Nessuno

(1) Standard nei compressori della serie 134-S; lubrificante alternativo, approvato da RefComp, per i compressori 134-XS.

(2) Standard nei compressori della serie 134-XS.

(3) Lubrificante alternativo, approvato da RefComp, per i compressori 134-S e 134-XS.

(4) Lubrificante alternativo, approvato da RefComp, per i compressori 134-S.

#### Tabella B: proprietà degli oli lubrificanti per refrigerante R-134a;

Nel caso di utilizzo di oli con valori di viscosità cinematica inferiori a quelli riportati in tabella contattare RefComp.

## 2.4 Separazione dell'olio

La separazione dell'olio si rende necessaria per i seguenti motivi:

- ✓ assicurare un accumulo di olio nel carter del compressore per poterlo poi inviare ai cuscinetti e ai rotori in modo continuo;
- ✓ evitare la migrazione dell'olio del compressore verso il circuito frigorifero.

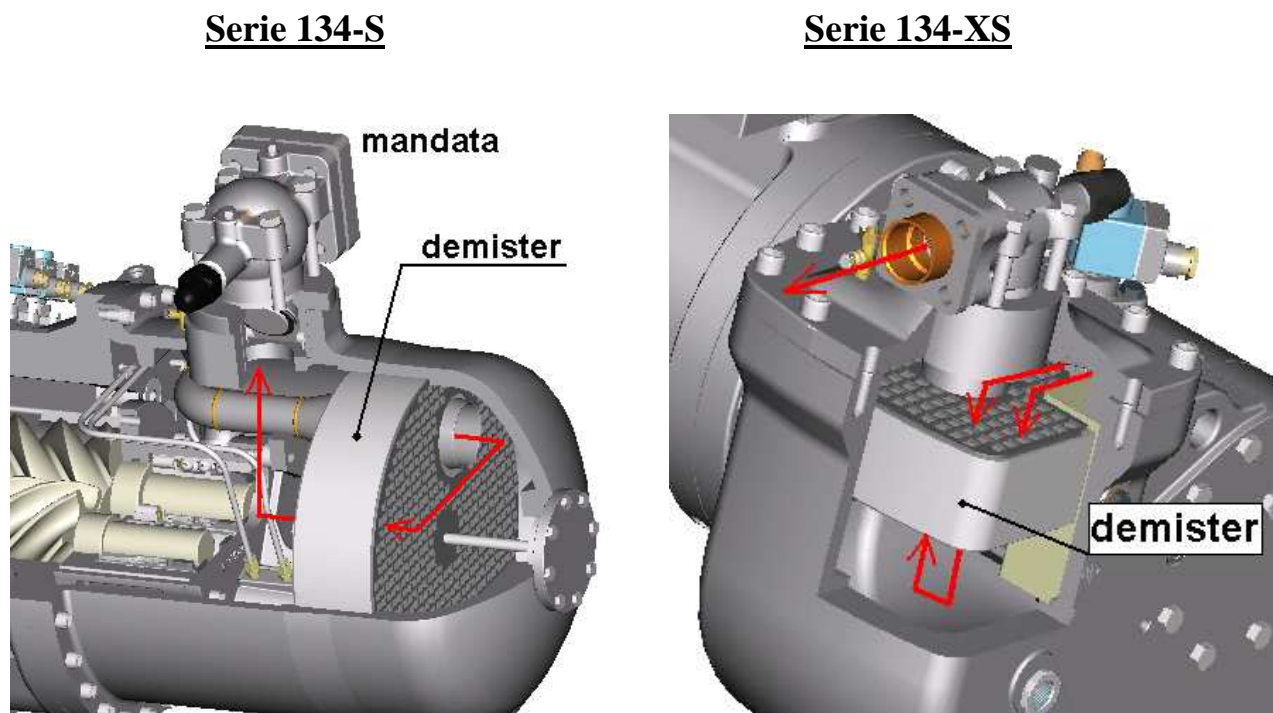
RefComp ha quindi sviluppato un separatore d'olio ad alta efficienza di separazione con ingombro ridotto.

Il separatore, inoltre, influisce il livello di rumore del compressore. In ogni caso spessori e forme adeguate consentono ai compressori RefComp di caratterizzarsi per la bassa rumorosità.

La separazione dell'olio deriva quindi da:

- ✓ impatto con la superficie interna del separatore dell'olio;
- ✓ differenza di massa specifica tra olio e gas;
- ✓ filtraggio vero e proprio del gas di scarico da parte del "DEMISTER" (particolare (7) nella figura 2-A) (variazione di direzione e velocità della miscela refrigerante-olio compressa al suo interno).

Nella figura 2-B si riportano le sezioni dei compressori, con riferimento ad entrambe le serie, che mettono in evidenza il processo di separazione attraverso il separatore. Si può osservare la diversa posizione del separatore nei compressori delle due serie, come precedentemente menzionato: laterale nella serie 134-S e frontale nella 134-S.



**Figura 2-B: processo di separazione della miscela olio-refrigerante attraverso il separatore 'DEMISTER' nei compressori delle serie 134-XS e 134-S;**

La miscela olio-refrigerante ad alta pressione che fuoriesce dai rotori subisce una prima separazione in virtù della differenza di velocità tra il gas e le gocce d'olio; un'ulteriore separazione si verifica quando la miscela impatta contro la parete interna di estremità della campana dove si raccolgono le gocce di olio le quali poi scivolano sul fondo della stessa; infine la miscela subisce un'ulteriore separazione, che risulta essere la principale, attraversando il pacco filtrante "DEMISTER" nel quale le gocce di olio sono soggette a continue variazioni di direzione e di velocità. L'olio così separato dal refrigerante si raccoglie sul fondo del separatore.

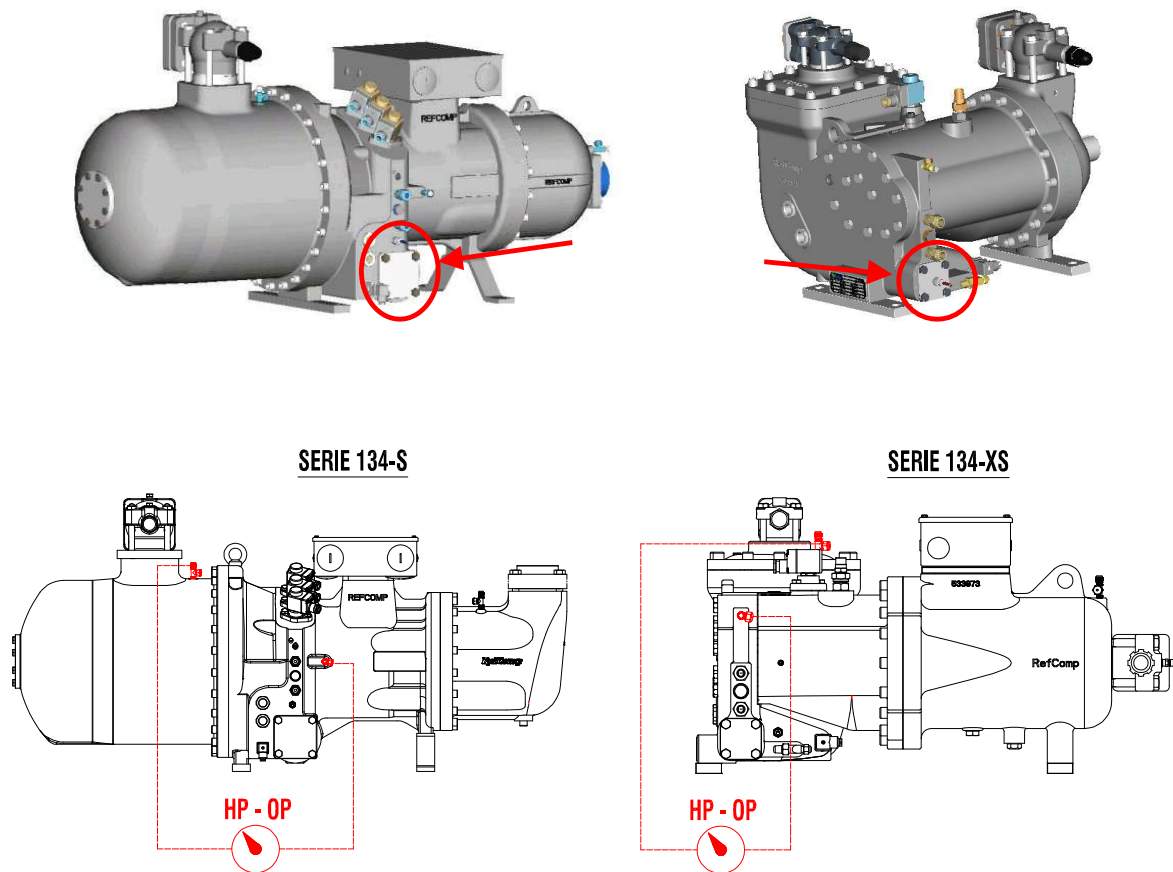
La separazione dell'olio è tanto più efficace quanto minore è la portata di massa trattata. Nelle condizioni più critiche il trascinarsi dell'olio nel circuito (frazione di massa del refrigerante che fuoriesce dal compressore) è inferiore al 2%.

## 2.5 Filtro dell'olio

I compressori sono provvisti di un filtro dell'olio ad alta efficienza facilmente sostituibile e posizionato nella parte inferiore degli stessi, come indicato nella figura. 2-C.

Il filtro dell'olio deve essere sempre pulito per assicurare una corretta lubrificazione. Il grado di pulizia del filtro è indicato dalla perdita di carico sullo stesso. In condizioni normali (filtro nuovo) la perdita di carico è inferiore ad 0.8 bar.

Durante il primo avviamento del compressore, il filtro dell'olio potrebbe intasarsi rapidamente se il circuito refrigerante non è stato accuratamente pulito.



**Figura 2-C: posizione del filtro dell'olio nei compressori delle serie 134-S e 134-XS e definizione della caduta di pressione HP-OP sul filtro stesso;**

Indicando quindi con HP l'alta pressione e OP la pressione dell'olio in uscita dal filtro, la differenza di pressione **HP-OP** determina la caduta di pressione sullo stesso.



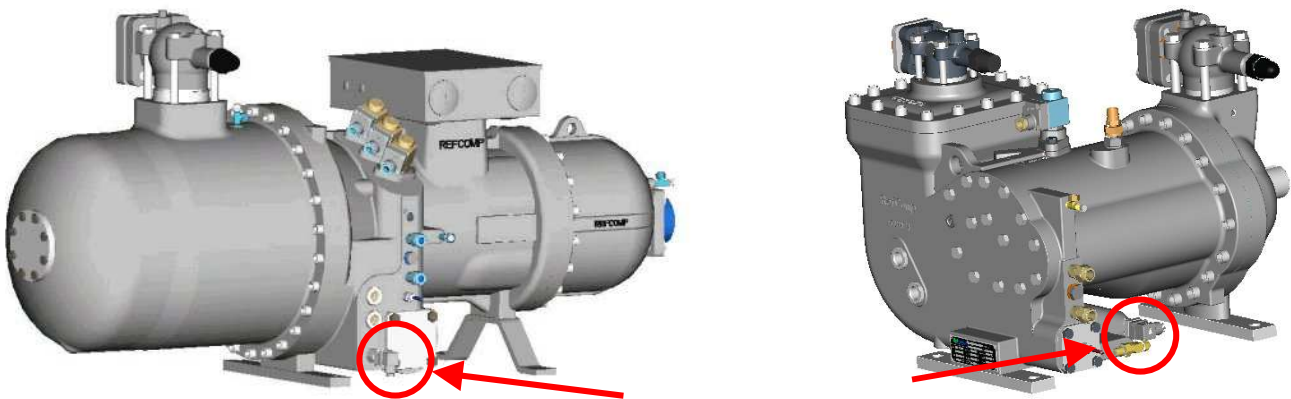
**Attenzione!**

Come valore limite per la caduta di pressione HP-OP sul filtro dell'olio, dopo il quale è richiesta la sostituzione dello stesso, consultare il paragrafo 2.8: "Monitoraggio della lubrificazione".

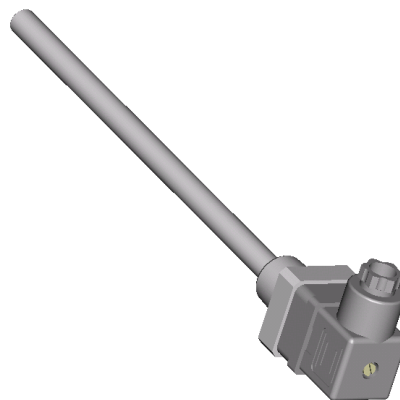
Quando la perdita di carico sul filtro supera i valori indicati nel paragrafo 2.8, significa che esso è sporco e deve essere sostituito. I compressori sono dotati di un filtro olio a maglia fine: in alcuni casi quindi potrebbe rendersi necessaria una sostituzione del filtro anche dopo alcune ore di funzionamento e comunque quando la perdita di carico supera i valori riportati nel paragrafo suddetto (si consiglia quindi di ordinare un filtro di ricambio insieme al compressore).

## 2.6 Riscaldatore olio

Il riscaldatore dell'olio ha lo scopo di prevenire una eccessiva diluizione di refrigerante nell'olio durante le soste e deve essere in funzione quando il compressore è spento. Consiste in una resistenza elettrica tubolare, vedi figura 2-E, inserita in un pozzetto situato nella fusione, vedi figura 2-D.



**Figura 2-D:** posizione del riscaldatore olio nei compressori delle serie 134-S (sinistra) e 134-XS (destra);



**Figura 2-E:** riscaldatore olio;

134-XS/S	40	50	60	71	81	91	101	110	120	140	160	180	210	220	240	270	300
Lunghezza [mm]	248								302								
Potenza nominale [W]	200										275						
Alimentazione [V-f-Hz]	230 - 1 - 50/60																
Coppia di serraggio [Nm]	30																

Il riscaldatore dell'olio deve essere usato durante i periodi di sosta e nelle seguenti situazioni:

- ✓ installazioni del compressore all'aperto (se necessario provvedere all'isolamento del separatore dell'olio);
- ✓ lunghi periodi di sosta;
- ✓ elevata carica di refrigerante;
- ✓ pericolo di condensazione del refrigerante all'interno del compressore. Durante le soste il carter del compressore dovrà trovarsi ad una temperatura che dovrà risultare la più alta di tutto il circuito frigorifero.

	<p><b>Attenzione!</b></p> <p>Prima degli avviamenti stagionali la resistenza deve essere accesa almeno 24 ore prima dell'avviamento del compressore.</p>
--	--

## 2.7 Livello dell'olio

Se il compressore è provvisto dei rubinetti di aspirazione e mandata l'olio viene già caricato nel compressore in fabbrica, altrimenti viene fornito in latte separate all'interno dell'imballo per prevenirne il contatto con l'aria quando il compressore viene installato nell'impianto. La carica standard di olio è indicata nella tabella dei dati tecnici nel capitolo EA-06 "Designazione del modello e dati tecnici".

Attraverso le 2 spie, vedi figura 2-F, è possibile controllare il livello dell'olio: la spia superiore indica il livello ottimale per il funzionamento corretto del compressore mentre quella inferiore indica il livello minimo al di sotto del quale lo stesso non può funzionare. Vedi capitolo EA-04: "Componenti" per l'installazione dei sensori di livello olio ottici.

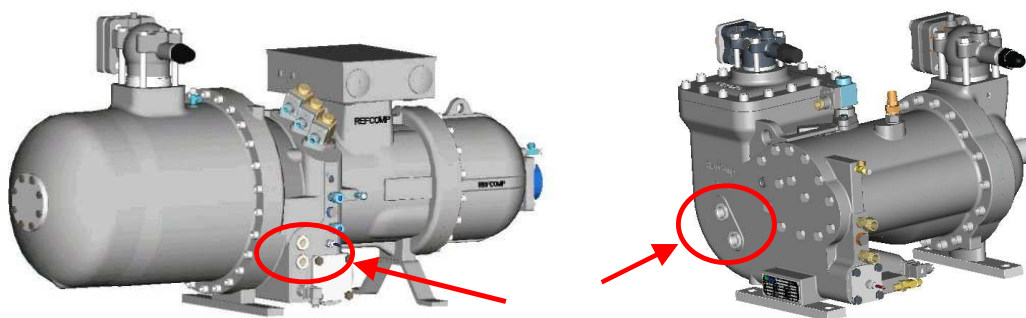


Fig. 2-F: posizioni delle 2 spie dell'olio nei compressori delle serie 134-S (sinistra) e 134-XS (destra);

	<p><b>Attenzione!</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ In funzione del tipo di impianto e delle condizioni di lavoro del compressore (presenza o meno del circuito di raffreddamento dell'olio, vedi capitolo EA-11: "Raffreddamento addizionale") potrebbe essere necessario aggiungere una certa quantità di olio alla carica iniziale.</li> <li>✓ Il livello olio nella spia va esaminato a compressore in funzione.</li> </ul>
--	--

Grazie a tali spie è possibile osservare anche l'eventuale presenza di una eccessiva quantità di refrigerante nell'olio. Tale anomalia è infatti evidenziata dalla continua presenza di schiuma ed è dovuta ad un'eccessiva refrigerazione dell'olio nel caso di raffreddamento addizionale con iniezione di liquido (vedi capitolo EA-11: *'Raffreddamento addizionale'*).

## 2.8 Monitoraggio della lubrificazione

### Monitoraggio della temperatura dell'olio

In generale la lubrificazione può essere monitorata indirettamente tramite il controllo della temperatura dell'olio: una lubrificazione insufficiente determina un aumento della temperatura allo scarico.

A tale scopo è disponibile un sensore di temperatura (opzionale con il modulo INT 69 VS, di serie con il modulo REFCOMP RCX), il quale permette il monitoraggio della temperatura dell'olio (vedi capitolo EA-05: *'Dispositivi elettrici'*).

In caso tale accessorio non venga utilizzato, si raccomanda di installare un termostato sulla tubazione di scarico con la funzione di spegnere il compressore nel caso la temperatura raggiungesse i 120° C.



#### Attenzione!

Il raffreddamento addizionale dell'olio (capitolo EA-11) non permette il monitoraggio indiretto della lubrificazione tramite la temperatura di scarico.

In funzione delle condizioni di lavoro però la temperatura di mandata può essere molto distante dalle condizioni di allarme del dispositivo suddetto (120°C).

Bisogna quindi considerare il ritardo con il quale avviene l'incremento e il raggiungimento della temperatura critica di 120°C rispetto alla mancata lubrificazione, periodo durante il quale può comunque essere compromesso il corretto funzionamento del compressore. Pertanto Refcomp suggerisce ulteriori metodi alternativi, qui di seguito riportati, per il monitoraggio della corretta lubrificazione.

#### a. Controllo pressostatico.

La corretta circolazione dell'olio è garantita dalla contemporaneità del filtro pulito e dal funzionamento nel campo di applicazione consentito (vedi capitolo EA-10: *"Limiti di applicazione"*; in figura 2-I se ne riporta un esempio). Facendo riferimento alle figure 2-H e 2-I, per proteggere il compressore dalla possibile scarsa lubrificazione occorre rilevare la seguenti tre pressioni:

- Alta pressione HP;
- Pressione dell'olio OP;
- Bassa pressione LP.

ed assicurarsi che:

- Il compressore lavori all'interno del campo di impiego entro 20 sec dall'avviamento;
- HP-OP <3.5 bar se il compressore lavora fuori dall'area A3;
- HP-OP <1.5 bar se il compressore lavora all'interno dall'area A3;

Il grado di intasamento del filtro non è fisso ma dipenderà dalle condizioni di lavoro del compressore; cioè se si lavora all'interno dell'area A3 il filtro sarà considerato sporco quando la caduta di pressione sullo stesso è superiore a 1.5 bar. Al di fuori dell'area A3 invece, ma sempre all'interno del campo di impiego, il filtro sarà considerato sporco se la caduta di pressione supera il valore di 3.5 bar.

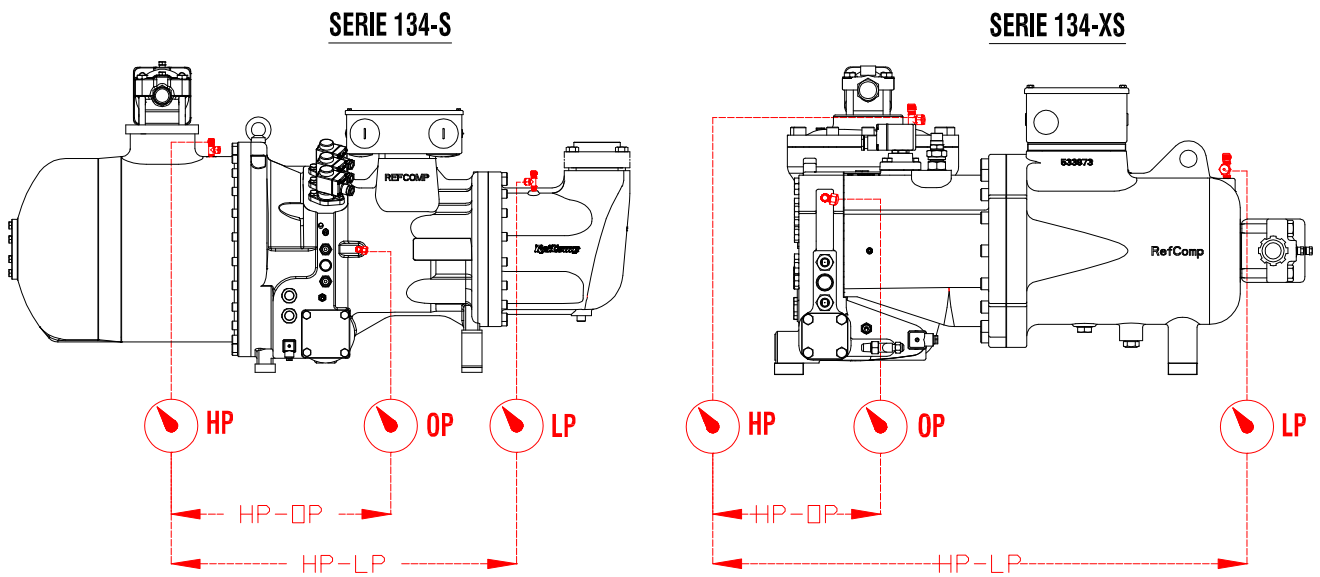


Figura 2-H: rilevazione delle pressioni HP, OP e LP nei compressori delle serie 134-XS e 134-S;

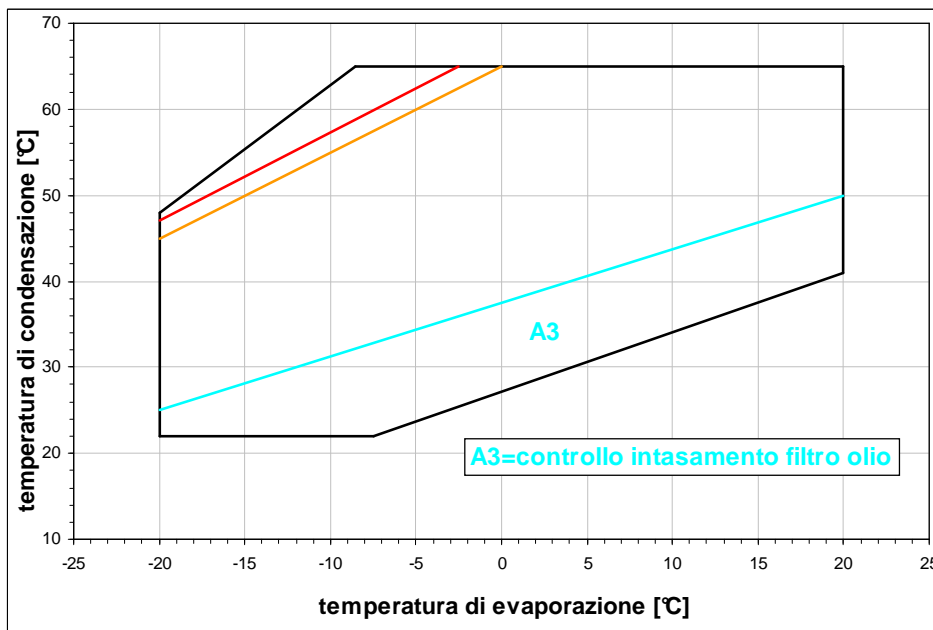


Figura 2-I: campo di applicazione generico per i compressori delle serie 134-XS e 134-S;

	<p><b>Attenzione!</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Il compressore non potrà funzionare per più di 20 sec al di fuori delle condizioni previste dal campo di applicazione e con il filtro sporco; trascorso tale intervallo di tempo il sistema di protezione deve intervenire arrestando il compressore;</li> <li>✓ Il pressostato differenziale per il monitoraggio della pulizia del filtro olio deve essere adatto alle alte pressioni.</li> </ul>
--	---

## b. Controllo flussostatico.

Il monitoraggio del flusso d'olio nel circuito oleodinamico interno al compressore può essere realizzato mediante il kit flussostato (vedi capitolo EA-04: "Componenti").

Tale dispositivo rappresenta un controllo di tipo dinamico perché, a prescindere dalla quantità di olio presente nel carter, ne segnala l'effettivo passaggio lungo il circuito di canalizzazioni ricavato all'interno della carcassa del compressore. Tale circolazione di olio è garantita solamente dalla differenza tra la il valore della pressione di scarico e la pressione di aspirazione e viene ostacolata dalle diverse perdite di carico concentrate come ad esempio quella del filtro dell'olio.

Il flussostato viene installato a cura del cliente, a seconda delle diverse esigenze di ingombro, in un circuito esterno alla carcassa del compressore le cui connessioni di ingresso e uscita sono fornite insieme al kit.

Il contatto elettrico del flussostato è di tipo "normalmente aperto" mentre la condizione di corretto funzionamento, con compressore in funzione, è che il flusso di olio che lo attraversa chiuda il contatto elettrico.

Viene tollerato un tempo di ritardo di intervento del flussostato qualora momentaneamente la differenza di pressione non sia sufficiente a garantire il flusso dell'olio.

Le impostazioni prescritte da RefComp per tale ritardo sono le seguenti:

- 120 secondi durante la fase di avviamento del compressore;
- 60 secondi durante il normale funzionamento.