

Stefano Malagoli e Stefano Poli

IL MANUALE DEL MOTORE DIESEL MARINO

**Tutto quello che bisogna sapere
per risolvere ogni tipo di problema**



Edizioni il Frangente

CONTENUTO

12 **PREFAZIONE**

14 **AVVERTENZE**

21 **1. LA BARCA, L'UOMO E IL MOTORE**

22 **1.1 BENVENUTI A BORDO**

24 **1.1.a Prime azioni e comportamenti**

24 Il quadro comandi e le strumentazioni

27 La leva di comando

29 Per riscaldare il motore

29 Per arrestare il motore

30 Tappi e sfiati

31 La sentina

33 **1.2 CONSAPEVOLEZZE E ATTEGGIAMENTI**

33 **1.2.a Il logbook del motore**

35 **1.2.b Uno sguardo ai documenti**

38 **1.3 SICUREZZA A BORDO**

38 **1.3.a Incendio**

45 **1.3.b Allagamenti e falle**

46 **1.3.c Prevenzione**

49 **1.3.d Primo soccorso**

56 **1.4 AMBIENTE E MOTORI**

58 I problemi di contenimento delle emissioni del motore diesel

59 Comportamenti

61 **APPENDICE 1 - SIMBOLI E INDICAZIONI DI RISCHIO**

63 **APPENDICE 2 - LE FRASI R**

66 **APPENDICE 3 - LE FRASI S**

68 **2. BARCHE E MOTORI: BINOMI INSCINDIBILI**

69 **2.1 FORZA MOTRICE E RESISTENZA**

73 **2.2 SCAFI PLANANTI E SCAFI DISLOCANTI**

75 **2.2.a La forma degli scafi**

75 **2.2.b I tipi di carene**

76	2.3	LA DISPOSIZIONE DEI PESI A BORDO
79	2.4	IL MOTORE GIUSTO
79	2.4.a	La missione del costruttore
81	2.4.b	L'impegno del cantiere
82	2.4.c	Filosofie a confronto

84 **3. CUORE DI TENEBRA: COME FUNZIONA LÀ SOTTO**

85	3.1	I COMPONENTI PRINCIPALI DEL MOTORE
85		La parte statica
88		Le parti in movimento
90	3.2	PERCHÉ UN MOTORE... GIRA
90		Da energia termica a energia meccanica
90		Come si trasforma l'energia: le fasi di un motore
92		Il comburente
92		Il combustibile
93		Dalla combustione alla forza motrice
94	3.3	LE CARATTERISTICHE DEL MOTORE
96		Le curve caratteristiche - motori a confronto
97		Potenza e coppia
97		Il rendimento (bilancio termico)
98	3.3.a	Evoluzioni: dal mare a terra, e di nuovo al mare
103	3.4	IL MOTORE MARINO VA IN VACANZA
104		I guasti
104		Il diportista previdente
105	3.5	COMPONENTI PRINCIPALI DEL MOTORE: GLI IMPIANTI

107 **4. IMPIANTI: IL MOTORE NON È TUTTO D'UN PEZZO**

109	4.1	LA STRUTTURA DEL MOTORE
110	4.1.a	Marinizzazione
112	4.1.b	Componenti
112		Le parti fisse del motore: i punti deboli
114		Le parti in movimento del motore: i punti deboli
119		Le guarnizioni e le tenute
119		Temperatura e sollecitazioni
119		I paraoli

119	4.1.c	La manutenzione della struttura motore
122		I supporti antivibranti
123	4.1.d	La diagnostica della struttura motore: i guasti più ricorrenti
123		La guarnizione di testa bruciata
124	4.2	IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE
124		Il percorso dell'aria
125		Il percorso del combustibile
127	4.2.a	Il circuito a bassa pressione
132	4.2.b	Il circuito ad alta pressione
140		La sovralimentazione
143	4.2.c	Il circuito di drenaggio
143	4.2.d	La manutenzione dell'impianto di alimentazione
143		Il circuito dell'aria
143		Sostituzione del filtro dell'aria
144		Pulizia del filtro aria
144		Il circuito del carburante: bassa pressione
144		Controllo del livello gasolio nel serbatoio
145		Pulizia del filtro pescaggio
145		Pulizia interna del serbatoio
147		Sostituzione del galleggiante
148		Manutenzione filtri
150		Sostituzione del filtro carburante
151		Pompa di alimentazione
153		Operazione di spurgo
155		Verifica trasudazioni e perdite
155		Regolazione del numero di giri: minimo
156		Verifica della tiranteria dell'acceleratore
156		Il circuito del carburante: alta pressione
157		Sostituzione iniettori
158		Sovralimentazione
158		Autoaccensione
159	4.3	IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE
161	4.3.a	Componenti
164	4.3.b	La manutenzione dell'impianto di distribuzione
164		Registrazione delle valvole
168	4.4	IMPIANTO DI SCARICO UMIDO
172	4.4.a	Componenti
173	4.4.b	La manutenzione dell'impianto di scarico umido
175	4.5	IMPIANTO DI RAFFREDDAMENTO
177		Termostato o valvola termostatica
179		Circuito a consumo
180		Circuito a recupero totale
181		Il grippaggio
182		Lo scambiatore di calore
186		Il siphon break

187	4.5.a	La manutenzione dell'impianto di raffreddamento
187		Controllo visivo dell'uscita dell'acqua di raffreddamento dal tubo di scarico
187		Controllo della spia/cicalino e del termometro
190		Verifica trasudazioni e perdite
191		Verifica dei manicotti
191		Pulizia del filtro dell'acqua salata
192		Verifica della tensione della cinghia
194		Verifica dell'integrità della cinghia
194		Sostituzione della cinghia
197		Controllo del livello del liquido refrigerante
197		Verifica e sostituzione della girante
197		Verifica della girante
198		Sostituzione della girante
202		Sostituzione del paraolio
204		Gli zinchi e gli anodi sacrificali
205		Pulizia della valvola del vuoto
206		Problemi al termostato
207		Circuito dell'acqua salata: pulizia dei condotti interni
208		Sostituzione del liquido refrigerante
209		Pulizia dello scambiatore

210 **4.6 IMPIANTO DI LUBRIFICAZIONE**

210	4.6.a	Il principio fisico
211		Il lubrificante
213	4.6.b	La manutenzione dell'impianto di lubrificazione
214		Controllo della spia/cicalino e del manometro
215		Verifica trasudazioni e perdite
215		Controllo e rabbocco del livello dell'olio
216		Sostituzione dell'olio motore e del filtro olio

218 **4.7 IMPIANTO ELETTRICO**

221	4.7.a	Il funzionamento
223	4.7.b	I percorsi della corrente
224	4.7.c	I componenti - gestione e manutenzione dell'impianto elettrico
224		Le grandezze elettriche e le loro unità di misura
225		La tensione
225		L'intensità di corrente
225		La potenza (o l'energia)
226		La resistenza
226		Effetto Joule
228		Effetti magnetici della corrente
228		Effetto Volta
229		Pannello di avviamento: il motore riceve corrente
230		Il motorino di avviamento
234		Generatori: il motore produce corrente
237		Tarare il regolatore
238		Uso del tester
242		Batterie: i magazzini della corrente
243		Batteria motore
243		Batteria servizi

245	Gestione batterie: la ricarica/distribuzione della carica
247	Gestione batterie: la scarica
247	Manutenzione delle batterie
249	Il circuito a corrente alternata
249	Collegamento in banchina
250	Trasformatore di isolamento
250	Interruttore differenziale
251	Il quadro elettrico centrale
253	Gestione e manutenzione del quadro elettrico
254	La corrente corre sul filo: cablaggi e collegamenti
256	Il calcolo della sezione

257 4.8 LA TRASMISSIONE: DAL MOTORE ALL'ELICA

258	Tipi di trasmissioni
258	Asse elica
259	Vdrive
259	Sdrive
260	Idraulica
260	Perché invertire e ridurre
262	4.8.a La linea d'asse
262	I giunti cardanici e i parastrappi
263	Il passaggio dello scafo - sistemi di tenuta
266	4.8.b Trasmissione S drive
268	4.8.c Olio di trasmissione
272	4.8.d Eliche
272	Caratteristiche principali
277	Eliche a confronto
278	Vizi e virtù delle eliche
280	4.8.e La manutenzione della trasmissione
280	Interventi con barca in acqua
280	Controllo della tiranteria di comando
281	Verifica trasdazioni e perdite
281	Controllo e rabbocco del livello dell'olio
282	Sostituzione dell'olio
283	Manutenzione del giunto cardanico
284	Manutenzione del parastrappi
284	Manutenzione e ingrassaggio del manicotto di tenuta
284	Lubrificazione del premistoppa
284	Controllo e registrazione della baderna
285	Interventi con la barca alata:
285	Manutenzione dell'asse
286	Pulizia dell'asse e rettifica
286	Sostituzione della guarnizione del premistoppa
287	Sostituzione del manicotto di tenuta

287	Controllo della protezione dalla corrosione
288	Sostituzione degli anodi sacrificali
288	Manutenzione dell'S-Drive
289	Controllo membrana di gomma
289	Sostituzione della membrana di gomma
290	Rimozione e pulizia dell'elica
291	Pulizia e ingrassaggio dell'elica a pale abbattibili

292 5. LA GESTIONE DEL MOTORE

293 5.1 CONOSCERE LA BARCA E IL MOTORE

294 Gli attrezzi da tenere a bordo

295 I ricambi da tenere a bordo

296 5.1.a Tavole sinottiche motore e barca

298 5.1.b Log motore (diario e rifornimenti)

300 5.2 MANUTENZIONE

310 Schede periodicità manutenzioni per impianto

312 5.3 RIMESSAGGIO

317 DIZIONARIO ITALIANO/INGLESE

Prefazione

Ascolto.

Lo sciacquo alla riva lasciato dal battello che passa.

I colpi sordi dell'onda contro la pietra grommosa.

Le grida rauche dei gabbiani, le loro risse stridenti, le loro pause galleggianti.

Il battito di un motore marino.

Il ticchettio del pendolo che lega tutti gli intervalli.

Il gemito del remo nello scalmò.

Le voci umane nel traghetto.

Una voce di donna che parla e non si intende.

Notturmo, Gabriele D'Annunzio

Il vano aperto. Una, due, tre schiene riverse che oscurano quello che c'è dentro, scambio di pareri, toni da consulto medico. Posizione prona di chi cerca qualcosa, borbottii con accento interrogativo o sentenzioso. Ognuno fornisce una propria visione dei fatti, un'interpretazione o una possibile soluzione.

È un quadretto classico, una rappresentazione a cui assistono gli occhi estranei e distaccati di chi si sente, suo malgrado, coinvolto. Di un bimbo che registra la concitazione dei grandi, ma non ha idea di cosa ci sia in quel luogo oscuro, a tratti rumoroso, ma sempre chiuso. Di un amico imbarcato, che si trova lì solo per una vacanza; di una moglie tenuta a debita distanza "sono cose da uomini...". Tutti testimoni involontari ma consapevoli: quando si apre "quella porta", quello sportello, sta accadendo qualcosa di grave...

Il timore reverenziale verso qualcosa che opera nascosto; di una presenza vissuta come la punta di un iceberg di cui non si conosce l'estensione: un fiotto d'acqua a poppa, il suono ritmico e (si spera) costante, le vibrazioni, il fumo, un cicalino... tutti elementi che tranquillizzano e allo stesso tempo inquietano. Cosa sappiamo davvero del motore di una barca?

Un manuale per tutti non può essere pensato con una sola modalità di lettura, il suo scopo è di tranquillizzare e sensibilizzare, sfatare miti e sollevare questioni mai prese in considerazione; deve aiutare a trovare il coraggio di infilare la testa nel vano, e a metterci le mani, a costo di sporcarsi; deve creare la consapevolezza di ciò che si può fare e di ciò che non si può fare; deve fornire delle alternative, quando possibile.

Secondo il nostro intento questo manuale deve anzitutto guidare i meno

esperti alla scoperta del motore, seguendo un percorso didattico che inizia dall'esperienza più diretta e tangibile, e proseguire nell'approfondimento di ogni dettaglio, passo dopo passo.

Abbiamo pensato che la metafora dell'organismo umano possa avvicinare alla sensibilità comune quell'insieme complesso di elementi di cui è costituita anche una macchina (e non il contrario), umanizzando in questo modo lo strumento e indurre così ad "ascoltarlo", per capirlo, comprenderne la fisiologia e accoglierne le esigenze: per sopravvivere deve essere alimentato, deve lavorare alla giusta temperatura, olio e acqua sono vitali, l'albero motore è il suo cuore e deve respirare: la combustione richiede aria pulita.

Questo approccio è stato il filo conduttore di numerosi corsi pratici, che si sono rivelati utili anche a noi per confrontarci con armatori sensibili e diportisti attenti, preoccupati o anche solo curiosi, istruttori coscienziosi alla ricerca di stimoli formativi.

Tutto questo ci ha permesso di comprendere che un manuale non deve necessariamente essere letto dall'inizio, si deve avere la libertà di aprirlo anche dalle ultime pagine o dalla metà secondo la propria curiosità, competenza o esigenza. Di fatto il fine ultimo - con la pretesa di rendere fruibile l'argomento - non è quello di creare apprendisti stregoni o meccanici fai da te, ma offrire spunti pratici per conoscere il motore, rompere quell'aura di diffidenza che spesso lo avvolge e creare un'opportunità di dialogo consapevole e funzionale tra utente e professionista.

Stefano Malagoli e Stefano Poli

IN COMPRESSIONE E IN COMBUSTIONE La pressione che si forma all'interno della camera di combustione prende le vie più facili, quindi se è presente una bruciatura, quella sarà la via di fuga preferenziale, determinando:

1. Ingresso di aria compressa o gas combusti all'interno del circuito olio (vapori allo sfiato o al tappo di rabbocco) e/o nel circuito acqua (bolle nella vaschetta).
2. Passaggio di olio nell'acqua (tracce di olio nella vaschetta ad espansione – macchie di olio nella poppa della barca in prossimità dello scarico) o viceversa (diluizione dell'olio e striature bianche nell'olio in occasione della sua sostituzione).
3. Aumento della temperatura nel circuito olio e acqua.
4. Perdita di compressione nel cilindro e perdita di rendimento del motore.

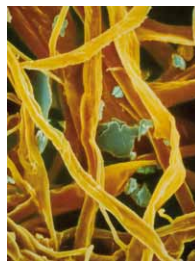
4.2 IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE

L'impianto di alimentazione trasporta combustibile e comburente nella camera di combustione: al momento giusto e nelle dovute proporzioni. La puntualizzazione è doverosa, perché nei motori diesel il comburente e il combustibile prima di unirsi nella camera di combustione, seguono due strade diverse.

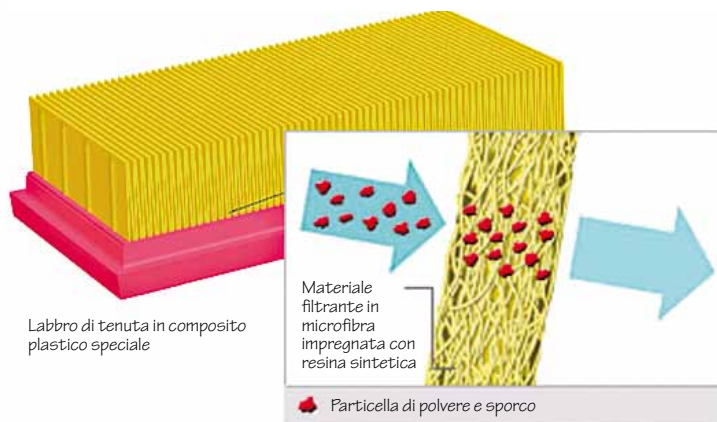
Il percorso dell'aria

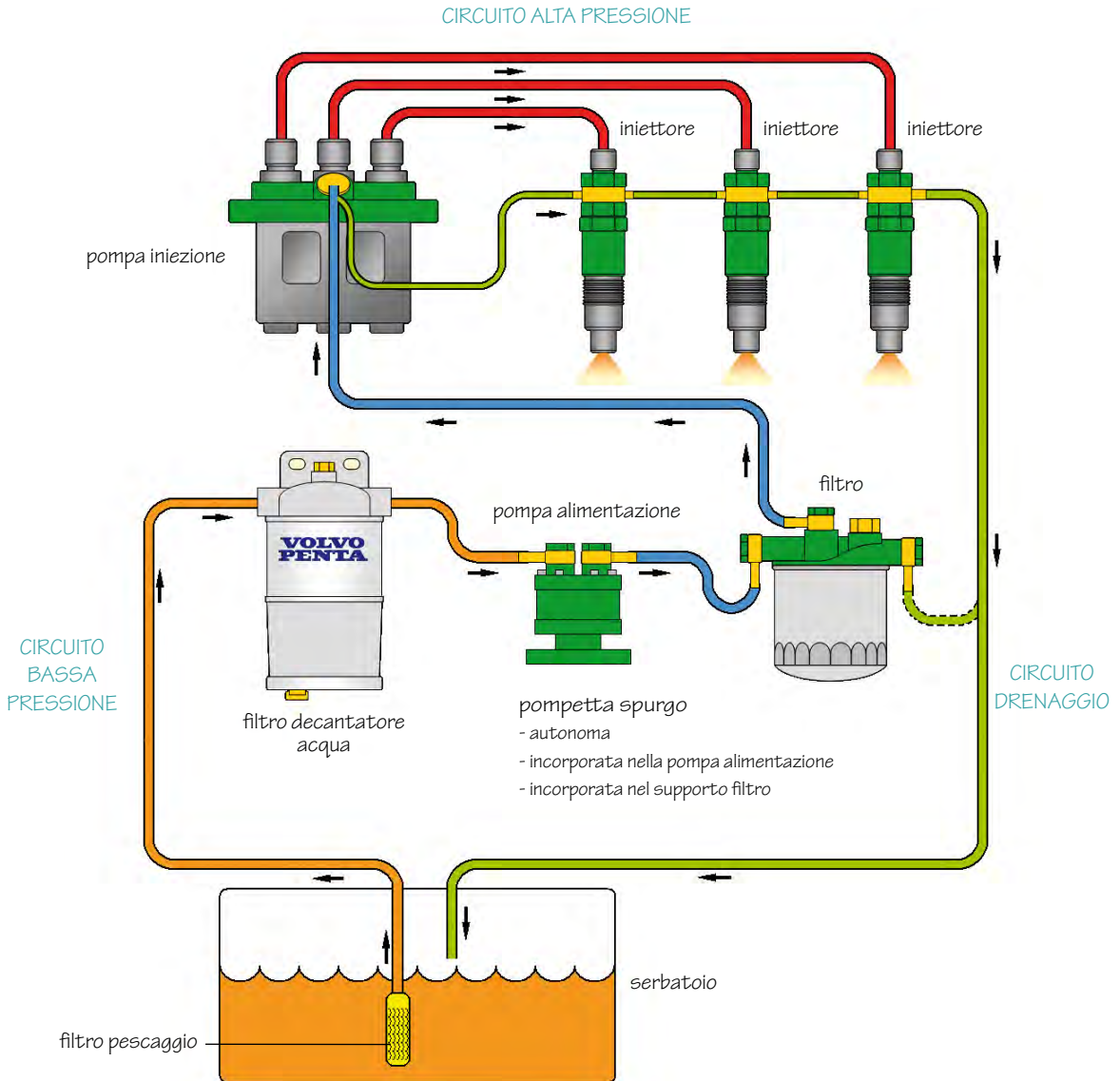
L'aria che contiene il comburente (ossigeno) transita dall'esterno nel vano motore attraverso due bocchettoni, predisposti in fase di costruzione dello scafo, uno dei quali l'aspira mentre l'altro fa defluire quella in eccesso.

Prima di entrare nel motore, all'interno della camera di combustione, l'aria deve essere pulita. Per questo vengono predisposti appositi filtri, che trattengono le impurità e il pulviscolo presenti nell'atmosfera.



FILTRO ARIA





Il percorso del combustibile

All'interno della camera di combustione, prima dell'ingresso del combustibile, nel motore diesel è presente aria già compressa. Per riuscire a immettere la quantità giusta di gasolio che possa combinarsi efficacemente con l'aria per avviare la combustione, occorre che il carburante abbia una pressione abbondantemente superiore a quella dell'aria astante, che deve servire anche a polverizzarlo finemente.

Il gasolio che si trova a pressione atmosferica all'interno del serbatoio viene quindi prelevato e compresso, per essere poi iniettato forzatamente nella camera di combustione.

Per questa ragione l'impianto di alimentazione dei motori diesel è costituito da tre circuiti:

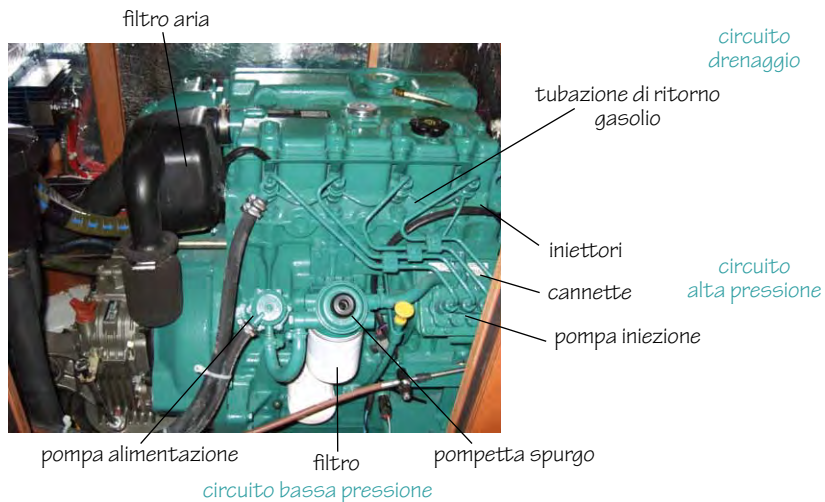
- **a bassa pressione**, la parte di circuito in cui la pompa di alimentazione aspira il gasolio dal serbatoio e lo invia alla pompa di iniezione, facendolo passare attraverso uno o più filtri (vale per i motori con iniezione di tipo meccanico – successivamente verranno presi in esame i sistemi di iniezione a gestione elettronica);
- **ad alta pressione**, la parte di circuito che convoglia il combustibile dalla pompa iniezione agli iniettori e lo immette all'interno della camera di combustione;
- **di drenaggio**, la parte del circuito dove viene raccolto il combustibile in eccesso, quello che rifluisce dalla pompa di iniezione e dagli iniettori, riportandolo all'impianto a bassa pressione (serbatoio o filtri). Il gasolio in eccesso lubrifica e raffredda le parti in movimento della pompa di iniezione e dell'iniettore, e nei motori a gestione elettronica serve anche per il controllo delle pressioni all'interno degli iniettori.

Quindi, le funzioni svolte dall'impianto sono di:

- alimentazione del combustibile nel circuito;
- pompaggio ad alta pressione;
- dosaggio delle quantità pompate;
- saturazione dell'iniezione;
- polverizzazione del combustibile nel motore.

I dispositivi meccanici – idraulici che attuano queste funzioni sono:

- serbatoio;
- pompa alimentazione;
- pompa iniezione;
- iniettore;
- tubazioni (bassa – alta pressione e drenaggio).



4.2.a Il circuito a bassa pressione

Tutto ciò che compone l'impianto di bassa pressione deve fare sì che il gasolio arrivi pulito alla soglia del circuito di alta pressione.



serbatoio in plastica



serbatoi in acciaio inox



tubo di aspirazione (pescaggio)
tubo di ritorno (drenaggio)



Serbatoio

È il primo tassello di tutto il circuito.

I materiali usati per la realizzazione dei serbatoi sono in genere l'acciaio inossidabile oppure particolari plastiche resistenti agli idrocarburi, come il polietilene. Il serbatoio ideale sarebbe:

- con deflettori all'interno, per attenuare lo sbattimento del liquido provocato dal rollio e dal beccheggio;
- con indicatore di livello trasparenti;
- con bocchettone di ispezione di diametro grande, per agevolare la pulizia interna (in questo caso i deflettori sono un ostacolo);
- con sfiato diretto senza sifoni o curve contorte.

Spesso il circuito prevede un primo filtraggio già all'interno del serbatoio. Un eventuale filtro del pescaggio, può essere saltuariamente estratto e pulito, per prevenire i problemi causati dall'impurità del gasolio (esempio: motore non parte o tende a spegnersi). Anche se non si tratta di un intervento semplice, se sulla propria barca non fosse previsto, potrebbe valere la pena installarlo, può ridurre sensibilmente i problemi a valle dell'impianto. Per rendere possibili le operazioni di pulizia del filtro occorre predisporre il serbatoio affinché la flangia di fissaggio del tubo da cui viene aspirato il gasolio possa risultare di facile smontaggio (fori filettati e viti a testa esagonale, oppure a brugola, oppure con impronta a croce).

ESTRATTO DALLA
DIRETTIVA 2003/44 CE

5.2.2. Serbatoi di carburante

I serbatoi, le tubazioni e le manichette per il carburante sono posti in una posizione sicura e separati o protetti da qualsiasi fonte significativa di calore. Il materiale dei serbatoi ed i loro sistemi di costruzione sono adatti alla loro capacità e al tipo di carburante. Tutti gli spazi contenenti i serbatoi debbono essere ventilati. La benzina viene conservata in serbatoi che non formino parte integrante dello scafo e siano:

- isolati dal vano motore e da ogni altra fonte di ignizione;
- isolati dai locali di alloggio.

Il gasolio può essere conservato in serbatoi facenti parte integrante dello scafo.

NOTE PRATICHE

Conviene mantenere il serbatoio tendenzialmente pieno, la presenza di acqua nel gasolio pregiudica il funzionamento del motore. All'interno dei serbatoi anche solo parzialmente vuoti si crea condensa, che si aggrega sulle pareti superiori e si trasforma in acqua. Gocciolando si deposita sul fondo inquinando il gasolio, con il quale può emulsionarsi nel caso di forti scuotimenti dovuti al moto ondoso, aumentando per altro il rischio che durante l'inverno possa gelare.

Nel circuito del gasolio non deve mai entrare aria. Per evitare che ciò accada bisogna verificare con regolarità la tenuta dei raccordi, delle tubazioni, dei filtri e delle guarnizioni. Altrimenti il motore non è in grado di funzionare, fermandosi se in azione o non partendo se fermo. Dopo aver rintracciato la causa e risolto il problema, prima di riavviarlo è indispensabile eseguire lo spurgo (come descritto a p. 153).

Tra il serbatoio e la pompa di alimentazione solitamente si trovano:

- **il rubinetto di intercettazione del combustibile** Installato secondo le normative vigenti, deve essere collocato in punti facilmente accessibili dell'imbarcazione, per interrompere prontamente l'afflusso di gasolio al motore in emergenza (per un incendio, ad esempio), e per arrestare il motore nel caso in cui i dispositivi deputati non funzionassero; oppure per eseguire manutenzioni all'impianto. È aperto quando la leva è disposta parallelamente ai tubi di raccordo, chiuso quando posta perpendicolarmente. Nel caso, occorre ricordarsi di aprirlo prima di tentare l'avviamento del motore, per non rischiare vane ricerche di avarie inesistenti. Se il circuito tra rubinetto e pompa di iniezione è a tenuta, quindi non presenta perdite o trasudazioni di gasolio (probabili vie di ingresso dell'aria), una volta riaperto il rubinetto non occorre fare lo spurgo.



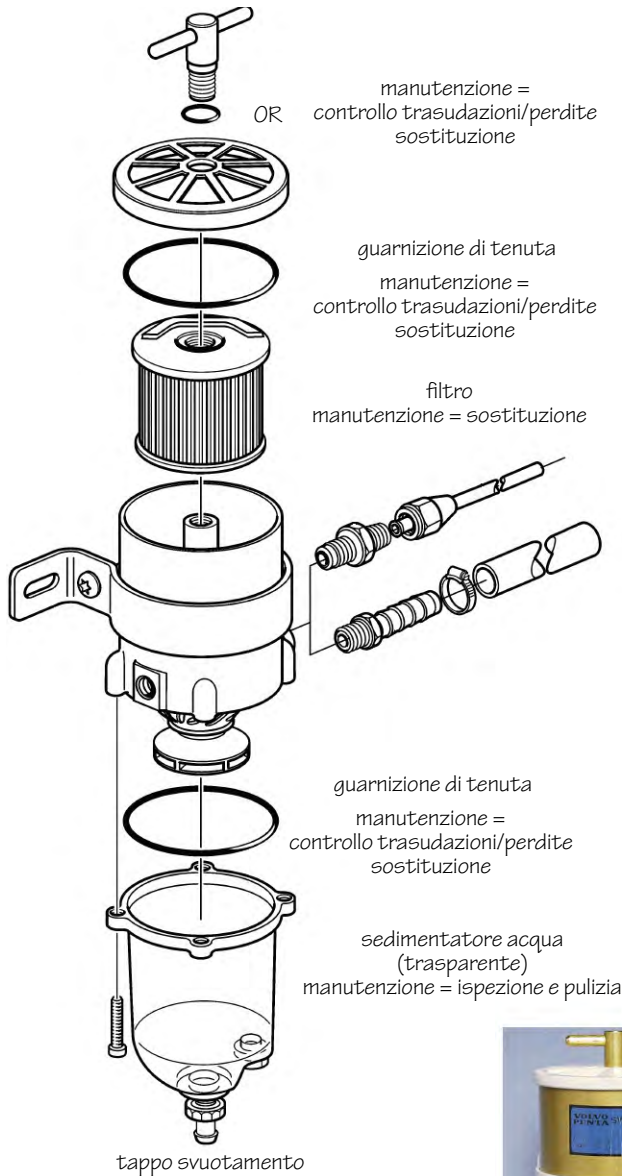
- **Il pre-filtro** Serve per una ulteriore filtrazione grossolana dopo il pescaggio e prima della pompa di alimentazione. Si tratta di una separazione medio fine, che si ottiene per mezzo di un filtrino a bicchiere, oppure con un sedimentatore corredato di filtro. In alcuni circuiti sono presenti l'uno e l'altro. Il filtro si trova all'interno di un bicchierino trasparente, che permette di osservare l'eventuale presenza di acqua, di aria (schiuma) e di altre sostanze estranee nel gasolio che sta circolando, così da evitare che entrino in circolo, e scongiurare il rischio di anomalie o malfunzionamenti della pompa di iniezione o degli iniettori.



- **Il sedimentatore (o decantatore)** Dovrebbe essere posizionato sotto il livello del gasolio contenuto nel serbatoio, per evitare che nei periodi di inattività prolungata possa svuotarsi. Avendo lo scopo di separare eventuali tracce di acqua presenti nel gasolio, è necessario che i tubi di entrata e di uscita del filtro decantatore siano collegati alla parte alta del filtro stesso. La sottostante "tazza" spesso è trasparente, in modo da rivelare i depositi e mostrare il livello raggiunto da eventuali sostanze aliene; inoltre è dotata di una vite che permette di estrarre l'acqua presente.



Quando fa freddo, con l'involucro trasparente è più facile individuare anche l'eventuale formazione di paraffine, solidificatesi nei pre-filtri e nei sedimentatori.



ACCORTEZZE

Il tubo di aspirazione del gasolio non deve toccare il fondo del serbatoio, rimanendo staccato di almeno 2/3 cm per non aspirare acqua e sporizia (entrambe più pesanti del gasolio).

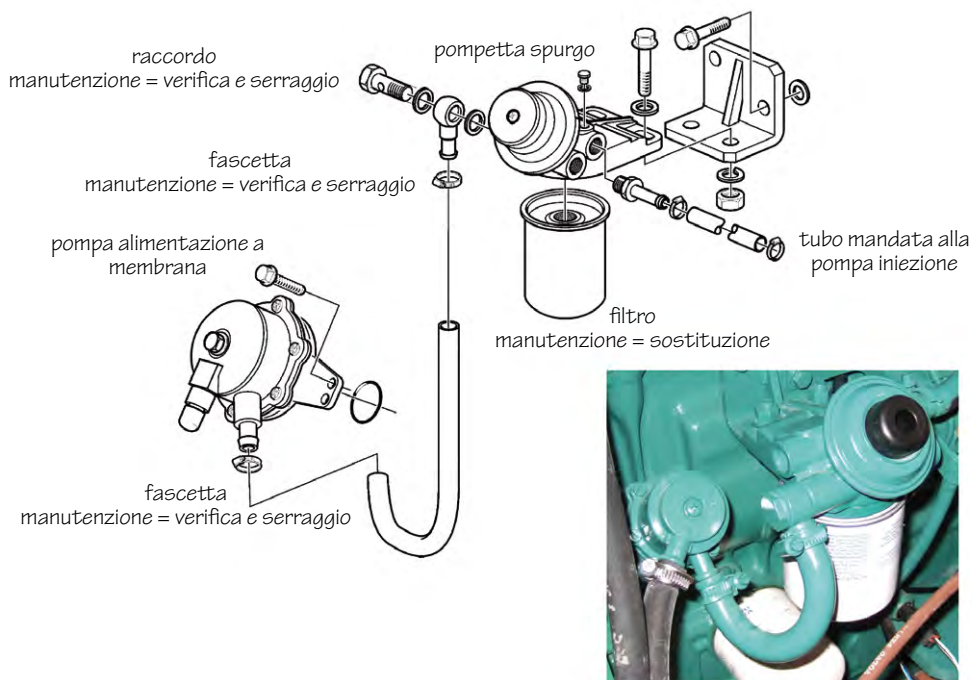
Non tenere il motore in moto con molto rollio e beccheggio o a barca molto sbandata (max. 15-20°); si rischia di aspirare la sporizia dal serbatoio gasolio.

Verificare periodicamente la guarnizione del tappo del rifornimento; se deteriorata va sostituita per evitare infiltrazioni di acqua dall'esterno. È consigliabile avere a bordo qualche guarnizione di scorta.

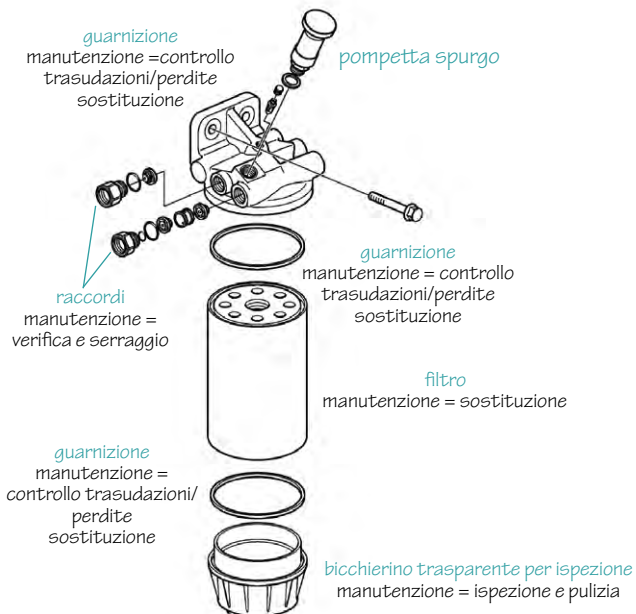
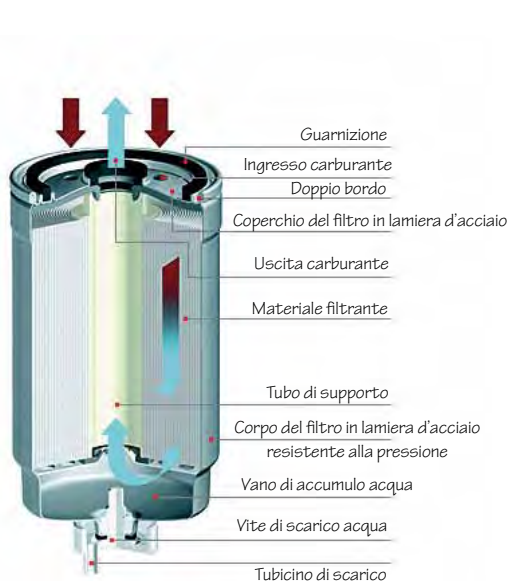
Se il serbatoio ne è provvisto, verificare periodicamente l'integrità del cavo di messa a terra, per evitare che le eventuali correnti vaganti possano intaccarne le pareti, fino a forarle.

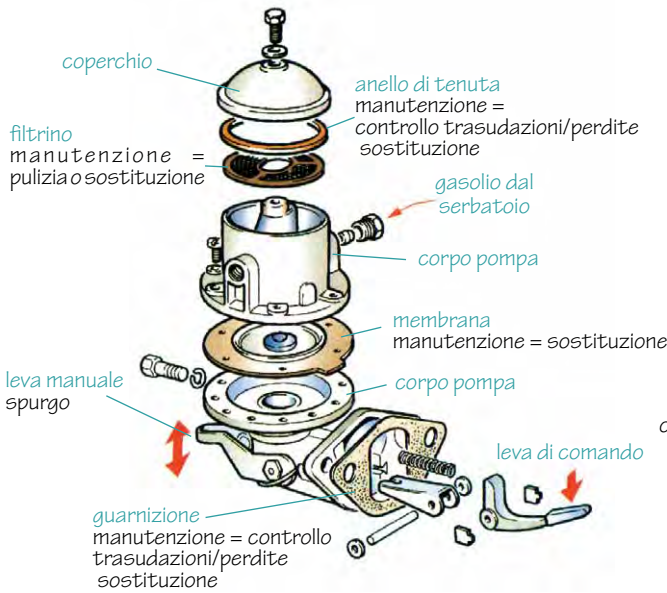


La pompa di alimentazione. Seguendo il percorso del gasolio, dopo il sedimentatore e il pre-filtro si giunge alla pompa di alimentazione, che aspira il gasolio dal serbatoio e lo invia alla pompa di iniezione, per mantenere sempre pieno il circuito di bassa pressione.



FILTRO GASOLIO





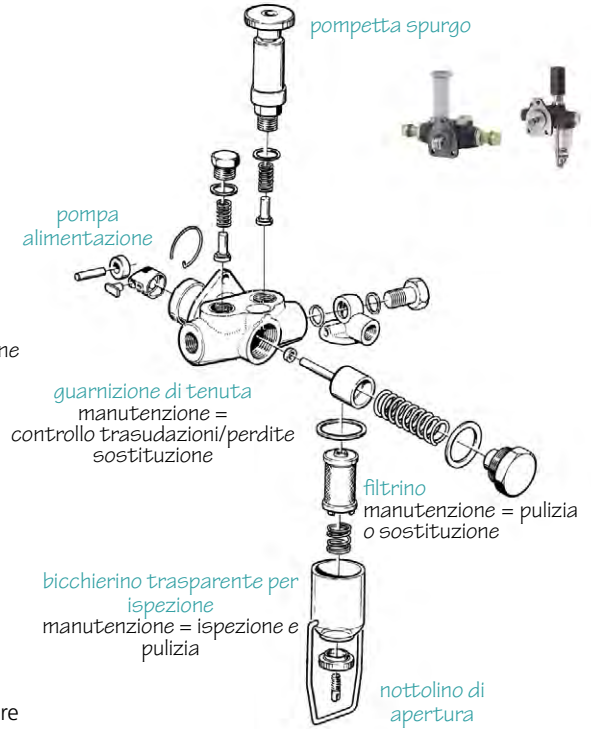
PER POMPE INIEZIONE ROTATIVE

Il meccanismo della pompa di alimentazione può essere a membrana oppure a stantuffo. ma in entrambi i casi viene azionato dal motore stesso, con collegamento meccanico all'albero motore o all'albero della distribuzione, per garantirne il funzionamento quando necessario, cioè a motore acceso.

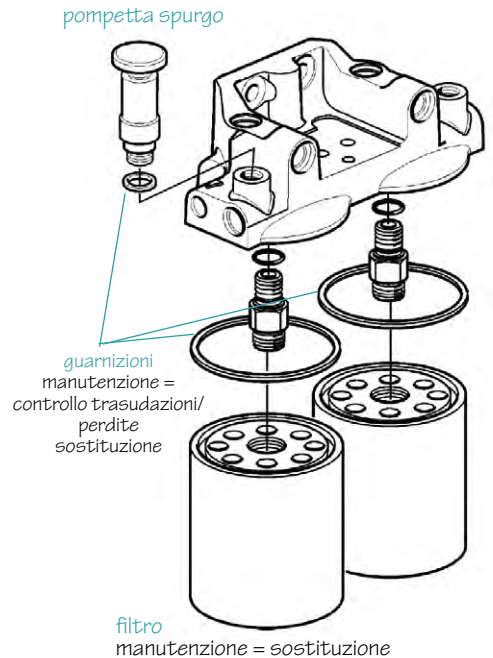
Nel caso dovesse rendersi necessario lo spurgo, è prevista anche una pompetta a mano, a volte incorporata direttamente nel supporto del filtro gasolio, azionata da un pulsante nero oppure attraverso una levetta definita adescatore.

Superata la pompa di alimentazione, con uno o più filtri (secondo le scelte del costruttore) viene effettuato un ultimo filtraggio molto fine, che può raggiungere i 10-20 millesimi di millimetro (micron). Secondo le indicazioni contenute nel libretto di uso e manutenzione, i filtri del gasolio devono essere sostituiti dopo un determinato numero di ore motore.

Attenzione ai filtri in carta: dopo il rimessaggio invernale o dopo una prolungata inattività, la carta tende a marciare; avviando il motore i frammenti di carta entrerebbero in circolo intasando il circuito. Conviene sostituirli prima di avviare il motore.



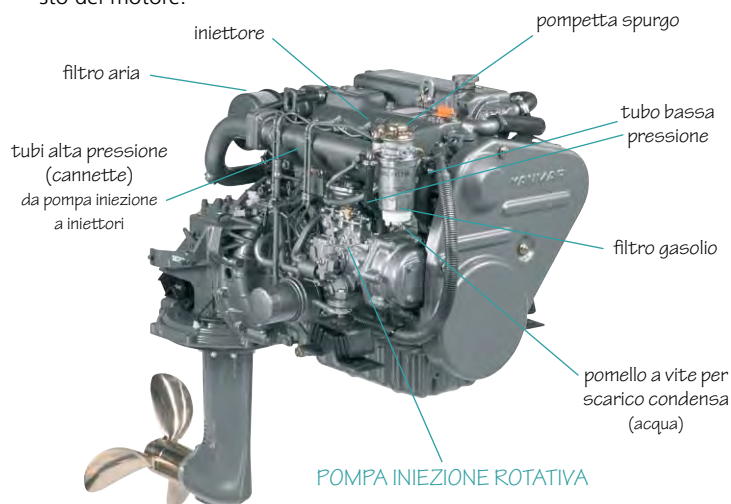
PER POMPE INIEZIONE IN LINEA



4.2.b Il circuito ad alta pressione

Il suo compito principale è quello di innalzare la pressione del gasolio fino a raggiungere condizioni prossime a quelle di iniezione. Ma non è l'unica funzione svolta dal circuito ad alta pressione, che deve anche:

- garantire che la mandata del gasolio ad alta pressione avvenga solo quando il pistone ha quasi terminato la fase di compressione e che, nel caso di un motore con due o più cilindri, le varie mandate rispettino l'ordine di combustione (esempio di un motore a 4 cilindri – l'ordine di combustione è 1°-3°-4°-2°). Per ottenere questo duplice scopo l'albero motore e l'apparato di iniezione devono essere in fase tra di loro;
- dosare la mandata del gasolio a seconda della posizione della leva acceleratore;
- anticipare o ritardare la mandata del gasolio in funzione della velocità di rotazione del motore;
- iniettare in forma polverizzata il gasolio all'interno della camera di combustione;
- mettere in mandata nulla il gasolio quando si aziona il comando di arresto del motore.



I sistemi con cui vengono svolte e amministrato le diverse funzioni indicate nell'elenco sono cambiati nel corso del tempo. Il passaggio dalle modalità meccaniche alle più raffinate gestioni elettroniche è stato inevitabile, anche se in ambito nautico i motori spesso utilizzano tecnologie dell'uno o dell'altro genere.

In ordine di tempo, sono stati realizzati due sistemi che si avvalgono di pompe meccaniche, fatte funzionare direttamente dall'albero motore attraverso trasmissioni anch'esse di tipo meccanico:

- pompa di iniezione in linea.
- pompa di iniezione rotativa.

Per individuare dall'esterno quale pompa sia montata su un determinato motore, occorre prestare attenzione alle cannette, i tubicini che portano il gasolio in pressione dalla pompa all'iniettore. Con la prima le cannette sono una in fila all'altra (in linea), mentre nella seconda sono disposte in cerchio attorno al tubo da cui arriva il gasolio a bassa pressione (centrale) e il sistema pompante è collocato all'interno della pompa che distribuisce il gasolio in senso rotatorio (rotativa).

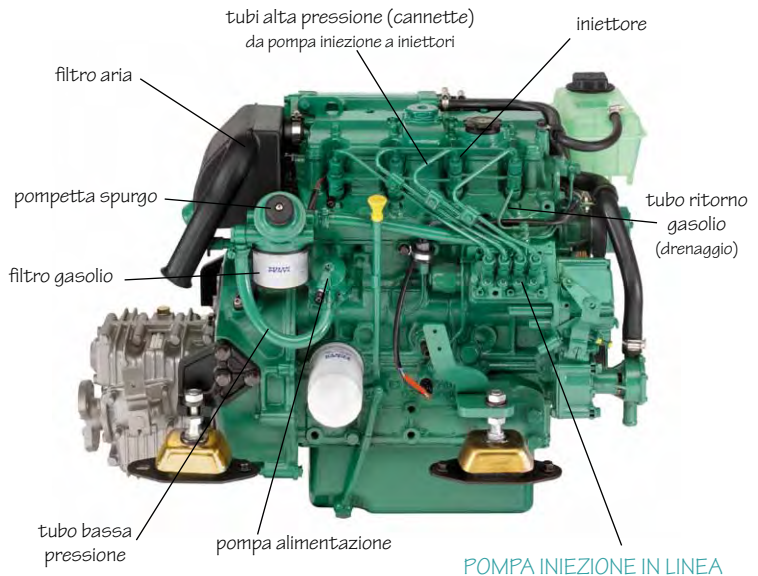
La pompa di iniezione in linea contiene tanti elementi pompanti quanti sono gli iniettori (e quindi i cilindri) previsti a valle.

Ogni elemento pompante prevede un pistoncino che si alza e si abbassa mediante un albero a camme, azionato direttamente dall'albero motore. Mentre si abbassa aspira il gasolio da un condotto a contatto con il tubo di bassa pressione. Alzandosi, una molla calibrata controlla il condotto di alta pressione, che si apre solo quando il gasolio raggiunge la pressione giusta.

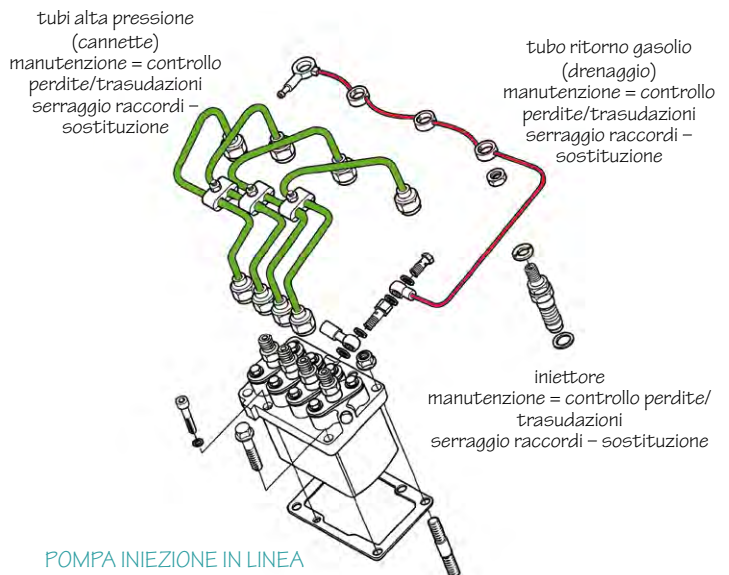
La leva dell'acceleratore sulla consolle di comando agisce sul pistoncino tramite un'asta a cremagliera, che lo fa ruotare per ottenere una portata di gasolio maggiore (accelerazione) o minore (decelerazione).

Tirando il pomello di spegnimento o premendo il pulsante di arresto motore, tramite un leveraggio o un comando elettrico si agisce sulla stessa asta a cremagliera, che interviene ruotando il pistoncino in posizione di mandata nulla del gasolio.

All'interno della pompa di iniezione ci sono anche un regolatore di giri e un variatore, che controllano sia la quantità di gasolio da inviare agli iniettori, sia il momento più funzionale per alimentarli, adeguandoli al regime del motore. Questi dispositivi servono anche ad evitare i "fuori giri" del motore.



POMPA INIEZIONE IN LINEA



POMPA INIEZIONE IN LINEA

PRO E CONTRO

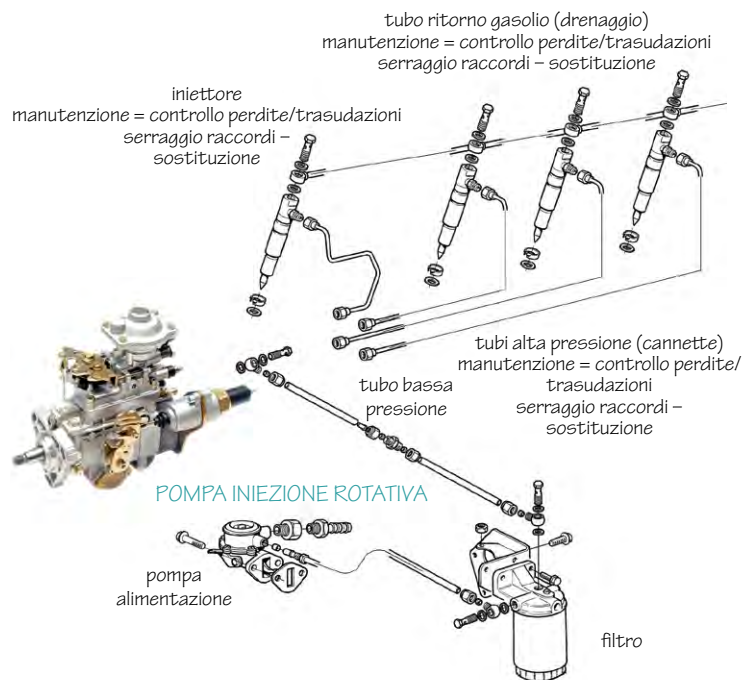
Le pompe in linea di prima generazione avevano dimensioni e pesi notevoli. Con l'avvento delle nuove tecnologie si sono fatte più "snelle", pur rimanendo di peso e dimensioni elevati, tanto da essere preferite per equipaggiare i motori di grossa cilindrata. Le pompe rotative, risultando di dimensioni più contenute, hanno portate limitate di gasolio e di conseguenza possono servire solo cilindrate di volume ridotto.

Non va dimenticato che con le grosse cilindrate si possono avere molti cilindri di piccolo diametro oppure pochi cilindri di diametro maggiore. In ambedue i casi, soprattutto il secondo, le masse in movimento (pistoni, bielle, albero motore) sono notevoli e le velocità di rotazione devono essere contenute, per evitare che l'inerzia dei pistoni, e di conseguenza di tutti gli organi collegati, diventi ingestibile. Nella fattispecie sono più funzionali le pompe in linea.

Le pompe rotative si rivelano più adatte ai motori cosiddetti veloci, cioè motori che per la loro piccola cilindrata possono raggiungere regimi di giri più elevati rispetto ai motori di grossa cilindrata.

La pompa di iniezione rotativa mantiene una filosofia che si discosta poco da quella in linea.

Riceve il gasolio a bassa pressione, lo porta ad avere la giusta pressione per l'iniezione, lo dosa in quantità, mantenendone il flusso in fase con il motore al quale è collegata da una trasmissione, ne interrompe l'afflusso quando viene impartito il comando di arresto del motore. La definizione più adatta è pompa a distributore rotante.



Ci sono vari modelli di pompe rotative, progettate da diverse case costruttrici (Bosch, Cav). Al loro interno i meccanismi sono diversi ma il funzionamento si può ricondurre a un unico procedimento.

Il gasolio arriva a bassa pressione ed entra nel distributore rotante, costituito da uno o più pistoncini e da un eccentrico. I pistoncini, mossi dall'eccentrico, schiacciano il gasolio, dando luogo all'aumento di pressione.

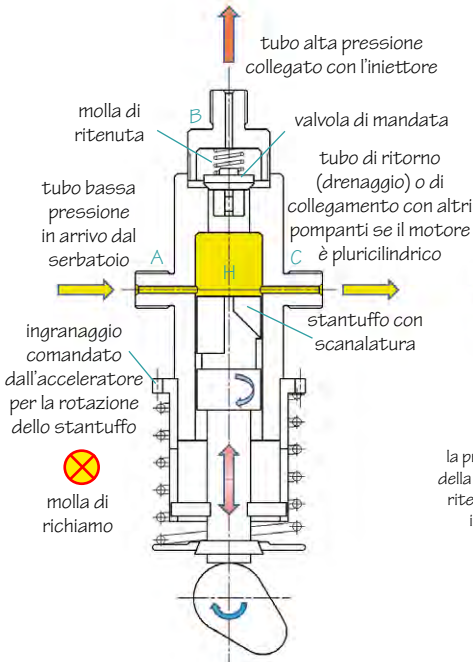
Il gasolio ad alta pressione viene poi distribuito dagli stessi pistoncini, che lo inviano agli iniettori tramite tubazioni disposte in senso circolare sulla testata della pompa. (vedere immagine/distributore pompa rotativa). Agendo su una valvola dosatrice, è la leva dell'acceleratore a controllarne la portata.

Al comando di arresto motore la leva dell'acceleratore porta in mandata nulla il meccanismo di pompaggio posto all'interno del sistema di iniezione.

Anche la pompa di iniezione rotativa ha la possibilità di variare il momento della mandata di gasolio a seconda del regime di rotazione del motore, regolandone la velocità per evitare i fuori giri.

L'evoluzione più recente ha risentito dell'avvento sempre più rilevante dell'elettronica. Così sono nati il common rail e l'iniettore pompa.

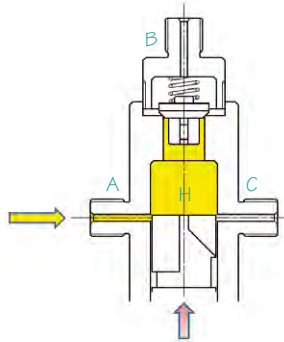
POMPA INIEZIONE IN LINEA
sezione del pompante



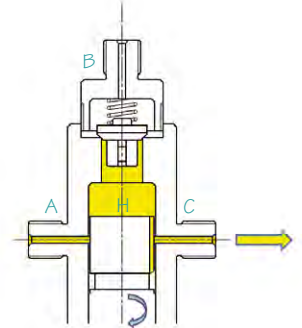
eccentrico mosso dall'albero motore il collegamento tra questo albero e l'albero motore consente di avere la fasatura tra salita e discesa del pistone (fasi di aspirazione, compressione, espansione, scarico) e l'istante in cui deve avvenire l'iniezione del combustibile

Funzionamento

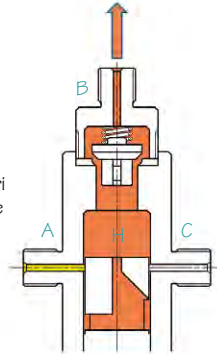
⊗ Durata della mandata (accelerazione)



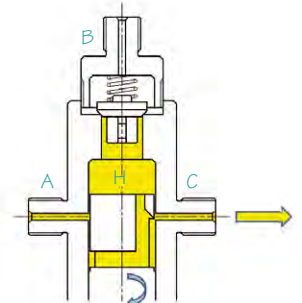
Fase 1 - lo stantuffo sale e chiude i condotti A e C inizio compressione del combustibile all'interno della camera H



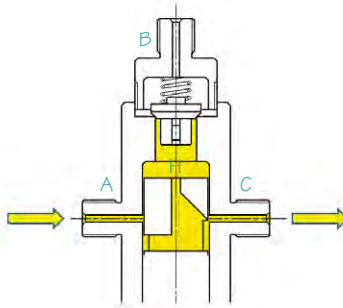
stantuffo ruotato in mandata nulla la scanalatura si trova di fronte al condotto C e mantiene in scarico la camera H il combustibile non viene compresso e quindi non viene inviato all'iniettore IL MOTORE SI ARRESTA



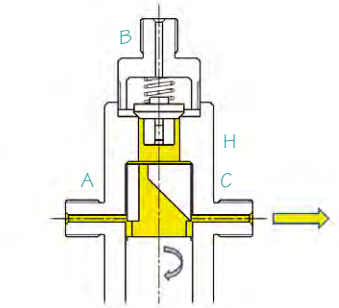
Fase 2 - lo stantuffo sale la pressione del combustibile all'interno della camera H vince la forza della molla di ritenuta - si apre la valvola di mandata invio del combustibile all'iniettore



stantuffo ruotato in mandata minima il combustibile viene compresso per la corsa minima dello stantuffo per poi andare in scarico come descritto nella fase 3 IL MOTORE RESTA ACCESO AL REGIME MINIMO



Fase 3 - la scanalatura dello stantuffo apre il condotto C e lo mette in comunicazione con la camera H e il condotto A la pressione nella camera H si scarica e la molla di ritenuta con la valvola chiudono la mandata del combustibile all'iniettore.



stantuffo ruotato in mandata massima il combustibile viene compresso per la corsa massima dello stantuffo per poi andare in scarico come descritto nella fase 3 IL MOTORE È AL REGIME MASSIMO

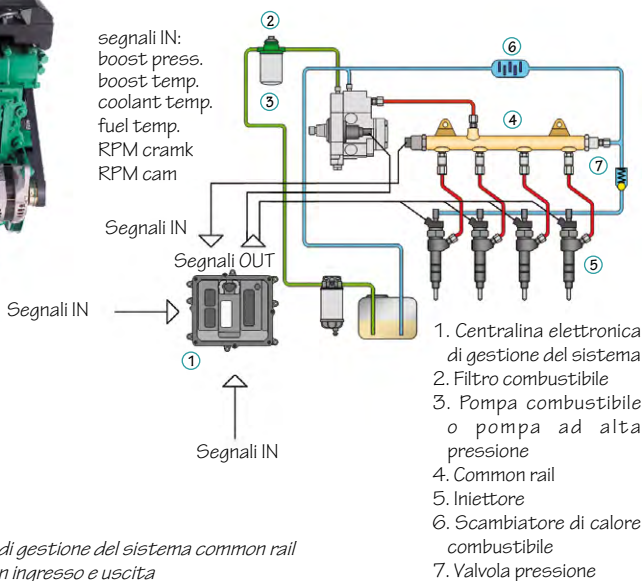
Il common rail

Semplificando un poco il concetto, si tratta di un condotto ad alta pressione al quale sono collegate le cannette di tutti gli iniettori presenti nel motore. Il circuito a bassa pressione è simile a quello degli impianti già descritti.

La pompa ad alta pressione è un apparato che riceve il gasolio a bassa pressione, e lo porta ad alta pressione (a seconda delle scelte progettuali si va da 1600 a 2000 bar, ma si sta già lavorando sui 2400 bar) per mantenerla lungo tutto il circuito. La pompa non dosa la quantità di gasolio da inviare, e non è necessario che sia in fase con il motore. Deve solo dare pressione al gasolio.

SISTEMA DI ALIMENTAZIONE COMBUSTIBILE A GESTIONE ELETTRONICA COMMON RAIL

COMPONENTI L'IMPIANTO

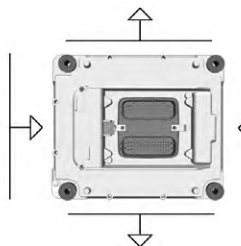


Centralina elettronica di gestione del sistema common rail
Dati in ingresso e uscita

Diagnosi

Segnali IN

- Posizione albero motore
- Posizione albero distribuzione
- Temperatura liquido refrigerante
- Livello liquido refrigerante
- Pressione olio lubrificante
- Temperatura olio lubrificante
- Temperatura combustibile
- Temperatura gas di scarico

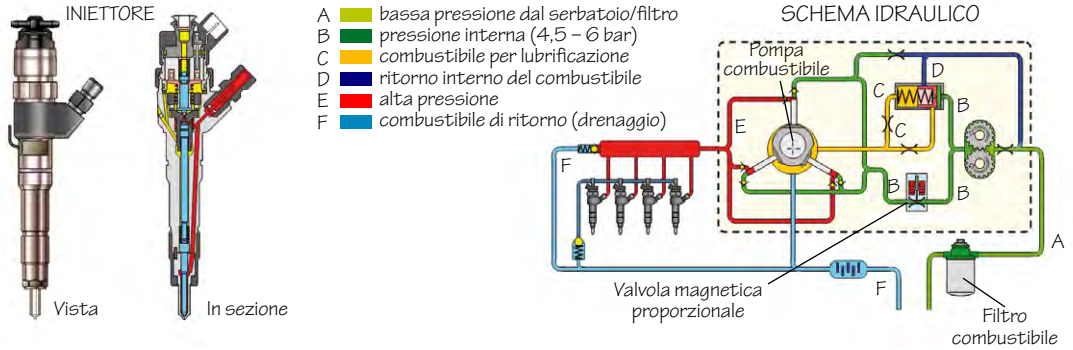


Segnali IN

- Giri albero motore
- Giri albero distribuzione
- Posizione leva acceleratore
- Temperatura aria da turbocompressore
- Pressione aria da turbocompressore
- Pressione combustibile nel rail
- Acqua nel combustibile
- Situazione filtro aria

Portata combustibile (quantità) Istante iniezione

Segnali OUT



Con questo apparato la pressione generata viene contenuta all'interno del "flauto". Viene chiamato così in gergo il common rail, perché sugli iniettori sono posizionate tutte le elettrovalvole comandate da una centralina elettronica.

Inviata da vari sensori distribuiti nel motore, la centralina riceve diverse informazioni, tra le quali:

- la posizione della leva acceleratore;
- la temperatura dei gas di scarico;
- la temperatura dell'acqua di raffreddamento;
- la temperatura dell'olio di lubrificazione;
- la posizione e la velocità dell'albero motore;
- la posizione dell'albero a camme;
- la fase tra albero motore e iniezione;
- la portata di aria;
- la pressione del combustibile;
- la pressione atmosferica;
- la temperatura dell'aria;
- la temperatura del combustibile.

Tutti questi dati vengono analizzati e utilizzando i risultati delle analisi la centralina decide quando, per quanto tempo e per quante volte aprire la mandata del gasolio, considerando che l'iniettore di un common rail nell'ambito della stessa iniezione può essere comandato per aprirsi in meno di un millesimo di secondo, per 5 volte o più. La quantità di iniezioni parziali viene decisa dai progettisti, soprattutto per ridurre i consumi e la rumorosità del motore, ottenendo il massimo dell'efficienza anche a bassi regimi.

Pure lo spegnimento del motore interrompe l'alimentazione agendo direttamente sulla centralina.