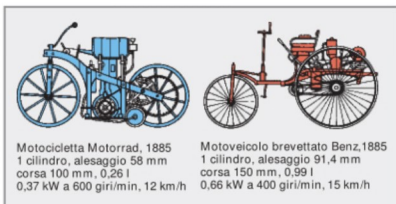


# 1 Veicolo a motore

## 1.1 Evoluzione dell'autoveicolo

- 1860** Il francese **Lenoir** costruisce il primo motore a scoppio a gas illuminante, avente un rendimento del 3% circa.
- 1867** All'esposizione mondiale di Parigi, **Otto** e **Langen** presentano un motore a scoppio di nuova generazione, con un rendimento pari a circa il 9%.

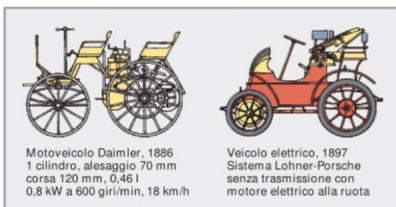


Motocicletta Motorräd, 1885  
1 cilindro, alesaggio 58 mm  
corsa 100 mm, 0,26 l  
0,37 kW a 600 giri/min, 12 km/h

Motoveicolo brevettato Benz, 1885  
1 cilindro, alesaggio 91,4 mm  
corsa 150 mm, 0,99 l  
0,66 kW a 400 giri/min, 15 km/h

Figura 1: Motocicletta Daimler e motoreveicolo Benz

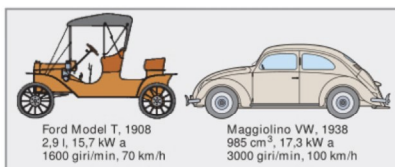
- 1876** **Otto** costruisce il primo motore a gas a compressione, con un ciclo di lavoro a **quattro tempi**. Quasi contemporaneamente, l'inglese **Clerk** realizza il primo motore a due tempi alimentato a gas.
- 1883** **Daimler** e **Maybach** sviluppano il primo motore a benzina a quattro tempi con accensione ad incandescenza.
- 1885** Prima automobile di **Benz** (fig. 1). **Primo motoreveicolo a due ruote di Daimler**.
- 1886** Primo calesse a quattro ruote con motore a benzina di Daimler (fig. 2).
- 1887** **Bosch** inventa l'accensione con rottore.
- 1889** L'inglese **Dunlop** inventa e produce i primi pneumatici.
- 1893** **Maybach** inventa il carburatore con pompa di ripresa. **Diesel** brevetta la sua tecnica per i motori ad olio pesante con autoaccensione.
- 1897** **MAN** produce il primo motore Diesel.
- 1897** Primo veicolo elettrico di Lohner-Porsche (fig. 2).



Motoveicolo Daimler, 1886  
1 cilindro, alesaggio 70 mm  
corsa 120 mm, 0,46 l  
0,8 kW a 600 giri/min, 18 km/h

Veicolo elettrico, 1897  
Sistema a Lohner-Porsche  
senza trasmissione con  
motore elettrico alla ruota

Figura 2: Motoveicolo Daimler e 1° veicolo elettrico

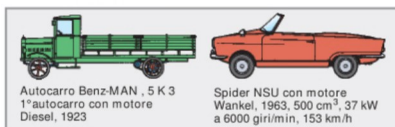


Ford Model T, 1908  
2,9 l, 15,7 kW a  
1600 giri/min, 70 km/h

Maggiolino VW, 1938  
985 cm<sup>3</sup>, 17,3 kW a  
3000 giri/min, 100 km/h

Figura 3: Ford Modello T e maggiolino Volkswagen (VW)

- 1913** Introduzione della **catena di montaggio** da parte della Ford. Produzione della **Tin Lizzie** (Modello T, fig. 3). Nel 1925 la catena di montaggio produceva già 9129 veicoli al giorno.
- 1916** Fondazione di **Bayerische Motoren Werke (BMW)**.
- 1923** Primi autocarri a motore **Diesel** di **Benz-MAN** (fig. 4).
- 1936** **Daimler-Benz** costruisce in serie autovetture a motore diesel.
- 1938** Fondazione dello **stabilimento Volkswagen (VW)** a Wolfsburg.
- 1949** Primo pneumatico a sezione ribassata e primo pneumatico con cintura d'acciaio della **Michelin**.



Autocarro Benz-MAN, 5 K 3  
1° autocarro con motore  
Diesel, 1923

Spider NSU con motore  
Wankel, 1963, 500 cm<sup>3</sup>, 37 kW  
a 6000 giri/min, 153 km/h

Figura 4: Autocarro con motore Diesel, autovettura con motore Wankel

- 1954** NSU-Wankel costruisce il motore a pistone rotativo (fig. 4, cfr. pag. 365)
- 1966** Iniezione della benzina a comando elettronico (D-Jetronic) di **Bosch**.
- 1970** **Cinture di sicurezza** per conducenti e passeggeri.
- 1978** Il **sistema antibloccaggio (ABS)** viene montato sui freni per la prima volta da Mercedes-Benz.
- 1984** Introduzione di **airbag** e **pretensionatori**.
- 1985** Introduzione di **catalizzatori** (sonda lambda) regolati per benzina senza piombo.
- 1997** **Sistemi elettronici di controllo della stabilità (ESP)**. Toyota costruisce la prima autovettura a motore ibrido. Alfa Romeo introduce il **Common-Rail Direct Injection (CDI) System** per i motori Diesel.
- 2000** Sistemi di assistenza alla guida come per esempio sensori di parcheggio e indicatori di distanza di cambio corsia.

## 1.2 Classificazione degli autoveicoli

Si definiscono veicoli stradali tutti i veicoli adibiti alla circolazione su strada e non vincolati a binari (fig. 1).

Essi si suddividono in due gruppi: veicoli a motore e rimorchi. I veicoli a motore possiedono sempre un azionamento meccanico.

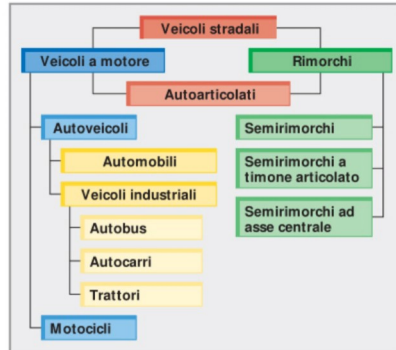


Figura 1: Panoramica dei veicoli stradali

### Veicoli a motore a due tracce

Gli autoveicoli possono essere a due o più tracce. Tra di essi ci sono:

- le **automobili**, destinate soprattutto al trasporto di persone, dei loro bagagli o di merci. Possono anche trainare rimorchi. Il numero di posti a sedere è limitato a 9, incluso il conducente;

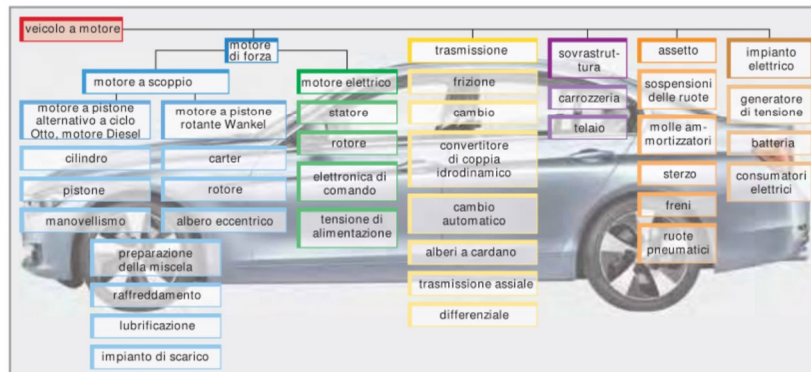


Figura 2: Struttura di un autoveicolo

- i **veicoli industriali**, destinati al trasporto di persone e merci e al traino di rimorchi. Le automobili non sono veicoli industriali.

### Veicoli a motore mono-traccia

Per **motociclo** s'intende un veicolo a due ruote collocate l'una dietro l'altra, con o senza carrozino laterale, a condizione che il peso a vuoto non superi i 400 kg. Può anche trainare un rimorchio. Fanno parte dei motocicli:

- le **motociclette**, provviste di elementi fissi (serbatoio, motore) nell'area delle ginocchia e dei poggiapiedi;
- i **moscotooter**, privi di elementi fissi nell'area delle ginocchia; i piedi poggiano sulla lamiera del pianale;
- i **ciclomotori e le biciclette con motore ausiliario**, con alcune caratteristiche tipiche delle biciclette, per esempio i pedali (motorini).

## 1.3 Struttura di un autoveicolo

Un autoveicolo è composto da diversi gruppi e dai rispettivi singoli componenti.

La definizione di questi gruppi e la loro correlazione non sono sottoposti ad alcuna norma.

Il motore, per esempio, può essere considerato un gruppo a sé stante oppure un sottoinsieme dell'unità di propulsione.

Una possibile classificazione è quella di creare una suddivisione in 5 gruppi principali: motore, trasmissione, sovrastruttura, assetto e impianto elettrico. La classificazione dei vari gruppi e componenti è rappresentata nella fig. 2.

## 1.4 I sistemi tecnici del veicolo a motore

### 1.4.1 Sistemi tecnici

Ogni macchina rappresenta un sistema tecnico generale.

Caratteristiche dei sistemi tecnici:

- sono limitati verso l'esterno;
- possiedono un'entrata e un'uscita;
- solamente la funzione generale è significativa, non le singole attività che si verificano all'interno del sistema.

Il sistema tecnico viene rappresentato graficamente per mezzo di un rettangolo (fig. 1).



Figura 1: Rappresentazione del sistema generale sull'esempio di un'autovettura

I valori di entrata e di uscita sono rappresentati con una freccia. Il numero di frecce dipende dalla quantità di valori d'entrata e d'uscita.

Il rettangolo determina i limiti del sistema (limiti teorici), che separano un sistema tecnico da un altro e/o dal suo ambiente circostante.

Ogni singolo sistema è identificato con:

- Entrate (valori immessi, input) provenienti dall'area esterna ai limiti del sistema;
- Trattamento all'interno dei limiti del sistema;
- Uscite (valori emessi, output) che fuoriescono dai limiti del sistema verso l'ambiente circostante (**principio ETU**).

### 1.4.2 Sistema veicolo a motore

Il veicolo a motore è un sistema tecnico complesso all'interno del quale vari sottosistemi interagiscono tra loro per espletare una determinata funzione generale.

La funzione generale di un'autovettura è quella di trasportare persone, quella di un autocarro di trasportare merci.

#### Gruppi funzionali di un veicolo a motore

I sistemi che partecipano all'esecuzione delle diverse funzioni sono suddivisi in gruppi funzionali (fig. 2). Conoscere come le diverse funzioni vengono espletate all'interno dei gruppi

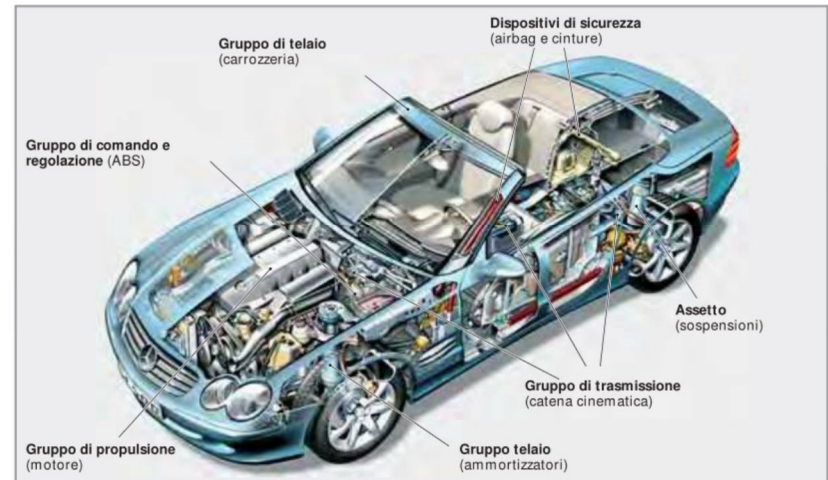


Figura 2: Il sistema "veicolo a motore" e i suoi gruppi funzionali

1

funzionali, per esempio nel motore o nella catena cinematica, permette di comprendere meglio l'insieme del sistema veicolo a motore ai fini della manutenzione, della diagnosi e della riparazione. Questo principio è applicabile a qualunque sistema tecnico. Un veicolo a motore comprende, tra i vari elementi, i seguenti gruppi funzionali:

- gruppo di propulsione;
- gruppo di trasmissione;
- installazioni elettroidrauliche (unità di comando e regolazione);
- gruppo telaio;
- installazioni elettriche ed elettroniche (dispositivi di sicurezza).

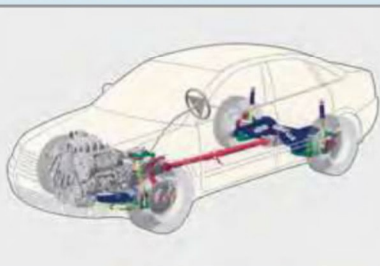
Ogni gruppo funzionale compie una funzione parziale ben definita.

**Gruppo funzionale:** unità di propulsione - motore



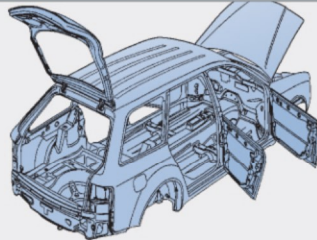
**Funzione parziale:** fornire energia meccanica

**Gruppo funzionale:** gruppo di trasmissione, per esempio catena cinematica



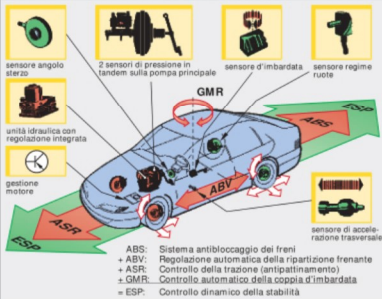
**Funzione parziale:** trasmettere l'energia meccanica dal gruppo di propulsione alle ruote motrici

**Gruppo funzionale:** strutture del veicolo-gruppo telaio (carrozzeria)



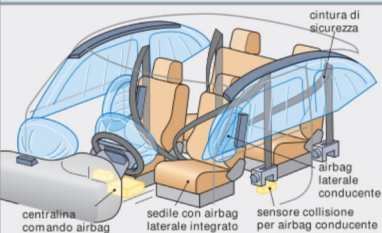
**Funzione parziale:** sostenere, supportare e alloggiare tutti i sottosistemi

**Gruppo funzionale:** installazioni elettroidrauliche (unità di comando e regolazione, per esempio ABS, ESP, ecc.)



**Funzione parziale:** proteggere gli occupanti (sicurezza attiva), migliorare la dinamica di guida

**Gruppo funzionale:** impianto elettrico/elettronico (dispositivi di sicurezza, per esempio airbag, pretensionatori)



**Funzione parziale:** proteggere gli occupanti (sicurezza passiva)

1

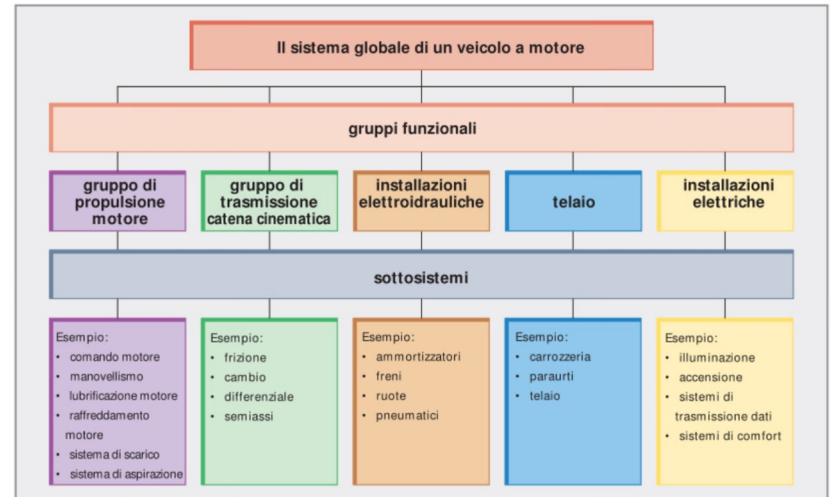


Figura 1: Legame tra i sistemi di un veicolo a motore

Affinché un veicolo a motore possa svolgere le sue funzioni principali, i diversi sottoinsiemi devono interagire tra loro (fig. 1). Più si restringono i limiti del sistema, più i sottosistemi si riducono fino ad arrivare ai singoli componenti.

**Il sistema globale di un veicolo a motore**

Definendo i limiti del sistema intorno al veicolo, lo si circoscrive nella sua globalità rispetto all'ambiente circostante, come l'aria e la carreggiata.

Dal lato entrata, solo l'aria e il carburante valicano i limiti del sistema, dal lato uscita soltanto i gas di scarico, l'energia cinetica e l'energia termica (figg. 2 e 3).

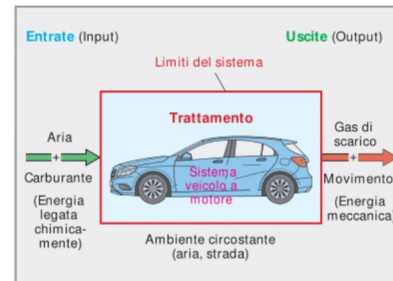


Figura 2: Sistema veicolo a motore

**1.4.3 I sottosistemi nei veicoli a motore**

Il principio ETU è applicabile ad ogni sottosistema (fig. 3).

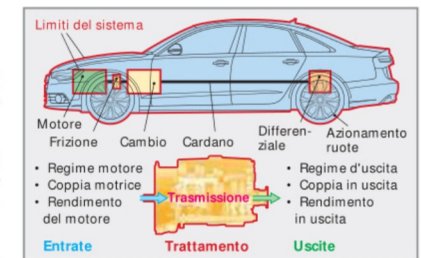


Figura 3: Sottosistema trasmissione

**Entrate.** Tra i parametri d'ingresso ci sono il regime motore, la coppia e il rendimento.

**Trattamento.** La trasmissione modifica il regime e la coppia motrice.

**Uscite.** Tra i parametri d'uscita sono compresi il regime in uscita, la coppia in uscita, il rendimento finale e il calore.

**Rendimento.** Le perdite a livello della trasmissione causano una riduzione del rendimento globale. Il sottosistema della trasmissione è legato alle ruote motrici per mezzo di altri sottosistemi, come per esempio l'albero di trasmissione, il ponte posteriore o l'albero motore.

### 1 1.4.4 Classificazione dei sistemi tecnici e dei sottosistemi a seconda del trattamento

A seconda del tipo di trattamento, i sistemi tecnici (fig. 1) vengono suddivisi in:

- sistemi di trasformazione della materia, per esempio sistema di alimentazione del carburante;
- sistemi di trasformazione dell'energia, per esempio motore a scoppio;
- sistemi di trasformazione delle informazioni, per esempio computer di bordo, sterzo.

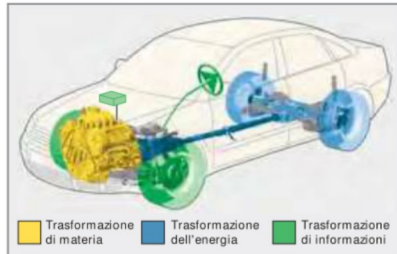


Figura 1: Sistemi suddivisi in base al tipo di trattamento

#### Sistemi di trasformazione della materia

I sistemi di trasformazione della materia consentono di modificare quest'ultima in modo tale che acquisisca una determinata forma (cambiamento di forma) o venga trasportata da un luogo all'altro (cambiamento di posizione).

Per quest'ultima attività ci si serve di appositi mezzi di trasporto o di semplici macchine. Le macchine utensili, invece, si occupano del cambiamento di forma. Per quanto riguarda il trasporto della materia, un liquido stazionario (benzina nel serbatoio) viene messo in movimento da una pompa e inviato al sistema di iniezione. Per poter effettuare questo spostamento, la macchina utilizzata (per esempio la pompa della benzina) deve essere alimentata con energia elettrica.

#### Panoramica dei sistemi di trasformazione della materia

Le macchine adibite al cambiamento di forma sono macchine utensili, quali trapani, frese e torni, oppure i macchinari utilizzati nelle fonderie o nelle fabbriche meccaniche, come le presse.

Le macchine adibite al cambiamento di posizione includono tutti i convogliatori e le macchine adibite al trasporto di solidi (nastri trasportatori, carrelli elevatori, camion, automobili), liquidi (pompe) o gas (ventilatori, turbine).

Alcuni esempi di sistemi di trasformazione della materia in un veicolo a motore sono:

- il sistema di lubrificazione in cui la pompa dell'olio fa circolare un liquido;
- il sistema di raffreddamento in cui la pompa dell'acqua fa circolare un liquido, assicurando il trasporto di calore.

#### Sistemi di trasformazione dell'energia

Nei sistemi di trasformazione dell'energia, l'energia fornita al sistema viene convertita in un'altra forma di energia.

Tra questi sistemi sono comprese tutte le macchine motrici, come i motori elettrici e a scoppio, le macchine a vapore e a gas, nonché gli impianti per la produzione di energia, come gli impianti di riscaldamento, gli impianti fotovoltaici e le celle a combustibile.

A seconda della modalità di conversione dell'energia si distingue tra:

- **motori termici**, come i motori a ciclo Otto e Diesel o le turbine a gas;
- **motori idraulici**, come le turbine idrauliche;
- **motori eolici**, come le pale eoliche;
- **sistemi solari**, come gli impianti fotovoltaici;
- celle a combustione.

In un motore a scoppio, l'energia chimica del carburante viene prima convertita in energia termica e quindi in energia cinetica meccanica (fig. 2).

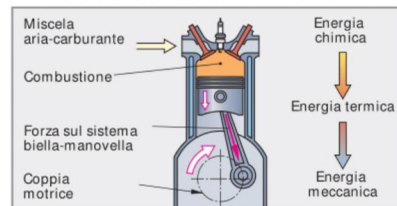


Figura 2: Trasformazione energetica in un motore a ciclo Otto

Durante questa fase possono entrare in gioco ulteriori flussi di materia e di informazioni. Avendo tuttavia una funzione secondaria nelle macchine di trasformazione dell'energia, in genere non vengono rappresentati. Il flusso di materia (ingresso del carburante e uscita dei gas di scarico) e il flusso di informazioni (miscela aria-carburante, controllo della velocità, sterzo, ecc.) rappresentano soltanto funzioni accessorie.

**Sistema di trasformazione dell'energia.** La conversione dell'energia chimica del carburante nell'energia meccanica necessaria per lo spostamento del veicolo ha la priorità assoluta: ecco perché il motore a scoppio è considerato un sistema di trasformazione dell'energia.

### Sistemi di trasformazione delle informazioni

Sono adibiti alla trasmissione di informazioni, all'elaborazione e al trasferimento di dati e alla comunicazione.

I sistemi di trasformazione delle informazioni e i sistemi di trasmissione, per esempio centraline, CAN-bus-Controller e strumentazione diagnostica (tester), sono indispensabili per il funzionamento e la manutenzione dei veicoli moderni.

**Informazioni.** Sono conoscenze relative a fatti e processi. In un veicolo a motore la temperatura del motore, la velocità e il carico sono informazioni necessarie per il funzionamento del veicolo. Le informazioni sono trasmesse da una centralina all'altra, sotto forma di dati, e vengono desunte dai segnali.

**Segnali.** Sono la rappresentazione fisica dei dati. Nei veicoli a motore, i segnali vengono generati da sensori di diversa natura, per esempio relativi al numero di giri, alla temperatura o alla posizione dell'acceleratore.

Alcuni esempi di sistemi di trasformazione delle informazioni in un veicolo a motore sono:

- la **centralina motore**, che registra ed elabora tutti i dati rilevanti al fine di ottimizzare le condizioni operative del motore;
- il **computer di bordo**, che informa il conducente sul consumo medio o istantaneo di carburante, sull'autonomia, sulla velocità media e sulla temperatura esterna.

### 1.4.5 Utilizzo dei sistemi tecnici

Per l'utilizzo e la manutenzione degli autoveicoli occorrono conoscenze approfondite dei vari sistemi.

Al fine di garantire un funzionamento ecologico e sicuro del veicolo, il costruttore fornisce in dotazione un manuale d'uso.

I manuali d'uso contengono, tra i vari elementi:

- descrizioni del sistema;
- spiegazioni delle funzioni;
- rappresentazioni grafiche del sistema;
- schemi di funzionamento;
- istruzioni per un controllo e un uso corretto del veicolo;
- piani di manutenzione e ispezione;
- consigli in caso di malfunzionamenti;
- informazioni riguardanti i prodotti d'esercizio consentiti, per esempio olio motore;

- dati tecnici;
- recapiti in caso di emergenza.

**Utilizzo.** I veicoli a motore e le macchine devono essere utilizzati esclusivamente da persone qualificate e autorizzate.

È obbligatorio, per esempio, che:

- il conducente di un'autovettura circolante su suolo pubblico sia in possesso della necessaria licenza di guida di categoria B;
- il ponte di un'officina di riparazione degli autoveicoli venga utilizzato soltanto da persone maggiorenne, opportunamente istruite e autorizzate;
- il conducente di un autocarro munito di gru di carico sia in possesso della relativa licenza.

In tal modo si assicura che il conducente di un autocarro con gru di carico provveda al corretto sostegno del proprio veicolo (fig. 1), rispetti le prescrizioni in materia di prevenzione degli infortuni, sia stato addestrato all'impiego dei sistemi di sollevamento e sia in grado di utilizzare correttamente una gru di carico.

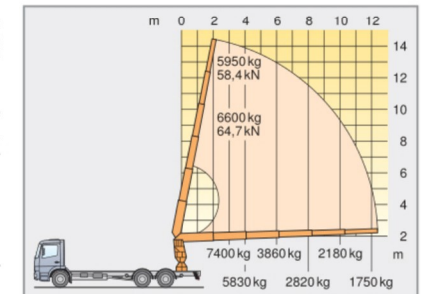


Figura 1: Caricamento corretto di una gru

#### DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Quali parametri permettono di identificare un sistema tecnico?
- 2 Che cosa s'intende per principio ETU?
- 3 Quali gruppi funzionali si possono trovare in un veicolo a motore?
- 4 Citate tre sottosistemi di un veicolo a motore e i relativi parametri d'ingresso e di uscita.
- 5 Qual è la funzione principale di un sistema di trasformazione dell'energia?
- 6 Quali dati si possono trovare in un manuale d'uso?

## 1.5 Manutenzione e servizio

Una corretta manutenzione e un servizio d'ispezione conformi a quanto previsto dal costruttore, per esempio da parte del servizio post-vendita, sono essenziali al fine di garantire il corretto funzionamento dell'autoveicolo e salvaguardare altresì i diritti di garanzia.

Ai fini della loro esecuzione, la casa automobilistica predispone piani d'ispezione, cataloghi dei ricambi e pubblica le istruzioni per la riparazione, che mette a disposizione, per esempio, sotto forma di programmi informatici guidati per personal computer (PC).

**Manutenzione.** Le attività di manutenzione comprendono:

- ispezione, controlli;
- servizio, cambio olio, ingrassaggio, pulizia;
- riparazione, revisione o sostituzione.

**Servizio post-vendita.** Le case automobilistiche e le officine offrono un servizio post-vendita competente. I veicoli nuovi vengono preparati a regola d'arte per la messa su strada prima di essere consegnati al cliente. Il loro personale qualificato, inoltre, esegue lavori di manutenzione che il proprietario non sarebbe in grado di effettuare da solo. Le misure necessarie a far sì che il veicolo conservi la propria funzionalità e il proprio valore sono definite dal costruttore nelle prescrizioni di manutenzione che, per quanto riguarda i veicoli a motore, si traducono in piani di manutenzione e servizio.

Si distingue tra i seguenti intervalli di servizio:

- intervalli di servizio fissi (piano di manutenzione);
- intervalli di servizio variabili;
- strategie di servizio personalizzate.

I lavori di manutenzione e ispezione vanno eseguiti in base ai piani prestabiliti. La loro esecuzione deve essere indicata nel piano di controllo e confermata con la firma del meccanico che se ne è occupato.

### Piano di manutenzione

Fornisce informazioni in merito agli intervalli di manutenzione o d'ispezione stabiliti; per esempio, dopo 20.000 km o 12 mesi dalla messa su strada, è necessario effettuare un controllo generale.

**Piano di controllo.** Da esso si desume l'entità del controllo prestabilito (fig. 1, pag. 19).

### Intervalli di manutenzione variabili

Grazie ai moderni sistemi di gestione del motore è possibile adattare gli intervalli di servizio alle condizioni di utilizzo del veicolo.

Oltre ai chilometri, per calcolare la percorrenza rimanente si registrano e si prendono in considerazione vari altri parametri. Una volta raggiunta la scadenza della successiva ispezione, essa viene comunicata con dovuto anticipo al conducente tramite un display (fig. 1). Il lavoro verrà quindi eseguito in officina rispettando il piano di manutenzione programmata (fig. 1, pag. 19).

**Intervallo per il cambio olio.** Può essere determinato in due modi:

- in modo virtuale, ovvero calcolando i chilometri percorsi, il consumo di carburante e l'andamento della temperatura dell'olio stabilendo quindi l'indice di usura dell'olio motore;
- in base allo stato effettivo dell'olio, vale a dire utilizzando il sensore di livello dell'olio che determina la quantità e la qualità in funzione dei chilometri percorsi e del carico del motore.

**Stato di usura delle pastiglie dei freni.** L'usura delle pastiglie è determinata elettricamente. Una volta raggiunto il limite di usura, il contatto inserito nel materiale d'attrito si interrompe.

In base alla frequenza di frenata, alla durata di azionamento dei freni e ai chilometri percorsi, si determina la percorrenza (teoricamente) rimanente, si stabilisce l'intervallo di sostituzione e lo si segnala al conducente.

**Stato di intasamento del filtro abitacolo.** Il calcolo della durata di vita del microfiltro e del filtro antipolline si basa sui dati relativi al sensore di temperatura dell'aria esterna, all'uso del riscaldamento, alla regolazione del ricircolo, alla velocità del veicolo e del ventilatore, ai chilometri percorsi e alla data.



Figura 1: Indicatori d'usura

Le **candele** vengono cambiate in base ai chilometri percorsi, per esempio ogni 100.000 km.

I **prodotti d'esercizio**, come il fluido refrigerante o il liquido freni, vengono sostituiti in base alla durata del loro utilizzo (ogni 2 o 4 anni).

## Strategie di servizio personalizzate

Gli intervalli di servizio vengono calcolati in base ai dati raccolti, a seconda dello stato dei pezzi soggetti a usura e dei prodotti d'esercizio, nonché allo stile di guida. Secondo questa strategia di servizio personalizzata, la manutenzione ha luogo soltanto nel momento in cui un pezzo è usurato o un prodotto è esaurito. Sulle vetture più recenti il computer di bordo è in grado di memorizzare i dati relativi alle scadenze di manutenzione su una chiavetta USB, che il cliente potrà trasmettere online al concessionario.

Il responsabile della clientela (after sales) ha il tempo necessario per ordinare eventuali pezzi di ricambio, per esempio le pastiglie dei freni, e in seguito organizzare un appuntamento con il cliente.

Le riparazioni dovute a malfunzionamenti potranno essere evitate grazie a una diagnosi precoce dei problemi. Altri vantaggi sono:

- appuntamenti pianificati con esattezza;
- assenza di tempi morti;
- nessuna perdita di informazioni;
- prestazioni flessibili.

Piano di manutenzione programmata				
Contratto n: 900109	Tipo veicolo Passat	Detentore Rossi	Freni. Controllo visivo: perdite ed eventuali danni.	
Chilometri: 53.400	Età veicolo: 3	Lavori complementari: .....	Pastiglie freni anteriori e posteriori: control. spessore.	
Servizio da effettuare			ok	non ripete
<b>Impianto elettrico</b>			Fondo carenato. Controllo visivo: perdite ed eventuali danni.	
Illuminazione anteriore. Controllare: luci di posizione, luci anabbaglianti, luci abbaglianti, fendinebbia, indicatori di direzione ed emergenza.			Linea di scarico. Controllo visivo: perdite ed eventuali danni.	
Illuminazione posteriore. Controllare: luci stop, luci di posizione, retromarcia, retronebbia, luci targa, indicatori di direzione ed emergenza, illuminazione interna baule.			Snodi sferici. Controllare: il gioco e la tenuta delle cuffie. Albero cardano. Controllo visivo: perdite ed eventuali danni.	
Luci abitacolo e luci vano portaoggetti, accendisigari, avvisore acustico e spie luminose. Controllare il funzionamento.			<b>Vano motore</b>	
Autodiagnosi: lettura della memoria guasti per tutte le centraline (inserire stampa nella tasca posteriore del registro di bordo).			Olio motore. Controllare livello olio (in caso di ispezione con sostituzione filtro, effettuare cambio olio).	
<b>Esterno del veicolo</b>			Motore ed elementi nel vano motore (dall'alto). Controllo visivo: perdite ed eventuali danni.	
Fermaporta e bulloni di fissaggio.			Vaschetta lavavetro. Rabboccare il livello del liquido.	
Ingrassare impianto lavavetro e lavafari. Controllare il funzionamento e regolare gli ugelli.			Circuito di raffreddamento. Controllare: livello del liquido refrig. e stato liquido antigelo, val. t. : -25 °C.	
Spazzole tergicristalli: controllare lo stato e la posizione a riposo; se le spazzole tergicristalli saltellano, controllare l'angolo di lavoro.			Valore effettivo (misurato): _____ °C.	
<b>Pneumatici</b>			Filtro polveri fini e polline. Sostituire cartuccia (annualmente oppure ogni 15.000 km).	
Controllare: lo stato, la pressione, marcare lo stato d'usura del profilo in mm.			Ginghia di distribuzione. Controllare: stato e tensione.	
AS _____ mm	AD _____ mm		Filtro aria. Sostituire la cartuccia e pulire la scatola.	
PS _____ mm	PD _____ mm		Filtro carburante. Sostituire.	
<b>Sottoscocca</b>			Servosterzo. Controllare il livello dell'olio.	
Olio motore: scaricare o aspirare, sostituire filtro olio.			Liquido freni. Controllare il livello (dipende dall'usura delle pastiglie).	
Motore e componenti nel vano motore. Controllo visivo: perdite ed eventuali danni.			Batteria. Controllare.	
Ginghie servizi: controllare lo stato e la tensione.			Regime del minimo. Controllare.	
Trasmissione. Controllo visivo: perdite ed eventuali danni.			Regolazione fari. Documentazione. Controllo finale.	
Scatola del cambio e differenziali: control. livello olio.			Regolazione fari. Controllare.	
			Adesivi ispezione. Indicare sull'adesivo la scadenza del prossimo controllo di servizio (compresa la sostituzione del liquido freni) e incollare l'adesivo sul montante B lato conducente.	
			Effettuare prova su strada.	
			Data / Firma (meccanico)	
			Data / Firma (controllo finale)	

Figura 1: Piano di manutenzione programmata

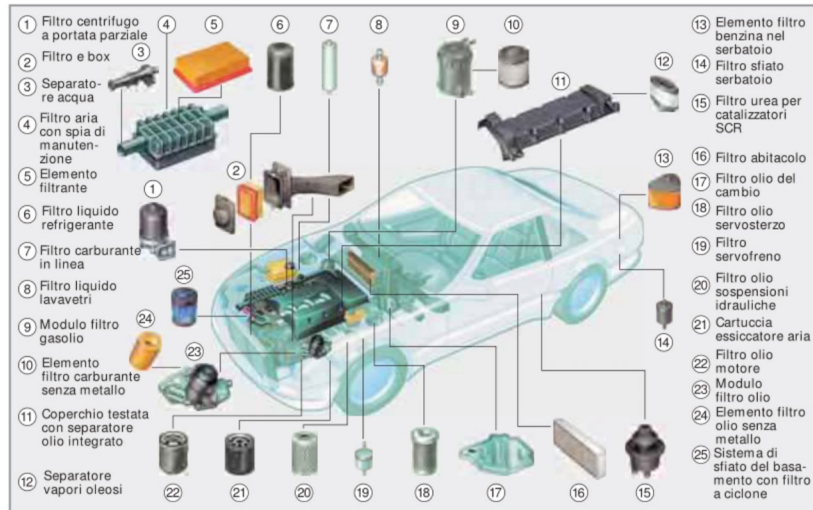


Figura 1: Filtri di un autoveicolo moderno

## 1.6 Filtri, struttura e manutenzione

I filtri di un autoveicolo servono a proteggere da eventuali impurità i motori, i componenti del mezzo e l'aria all'interno dell'abitacolo.

I filtri dell'auto (fig. 1) possono essere classificati in base a due criteri: al principio di funzionamento e al mezzo da filtrare.

**Principio di funzionamento.** Le impurità solide vengono separate dal mezzo presente all'interno del circuito, come aria, olio, carburante e acqua, tramite un'azione:

- filtrante, filtri a rete e fibrati;
- adesiva, filtri a umido;
- magnetica, separatori magnetici;
- centrifuga, filtri centrifughi.

**Filtri a rete.** L'azione filtrante si esplica per effetto delle maglie del filtro di dimensioni inferiori rispetto

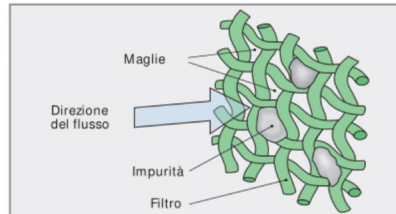


Figura 2: Azione di un filtro a rete

alle impurità (fig. 2).

**Filtri adesivi.** Si tratta principalmente di filtri dell'aria a umido. Le impurità, come la polvere, entrano in contatto con la superficie del filtro intrisa d'olio e vi rimangono attaccati.

**Filtri magnetici.** Attraggono le impurità ferromagnetiche presenti all'interno del mezzo in circolazione, per esempio dal tappo di scarico dell'olio.

**Filtri centrifughi.** Il mezzo da filtrare, per esempio l'aria, viene fatto ruotare. Per effetto delle forze centrifughe, le impurità vengono spinte sulla parete del filtro, dove si depositano. I filtri vengono classificati in:

- filtri dell'aria e per i gas di scarico;
- filtri del carburante;
- filtri dell'olio di lubrificazione;
- filtri idraulici per gli oli ATF;
- filtri dell'abitacolo, filtro antipolline, antismog e ozono.

### 1.6.1 Filtri dell'aria

I filtri dell'aria servono a purificare l'aria aspirata e a smorzare il rumore in fase di aspirazione del motore.

Le polveri presenti nell'aria si compongono di microparticelle (da 0,005 mm a 0,05 mm), tra cui anche quarzo. La quantità di polveri varia a seconda dell'utilizzo del veicolo (autostrada, cantiere). Unita all'olio di lubrificazione, essa costituirebbe una massa abrasiva che causerebbe una forte usura soprattutto nei cilindri, nei pistoni e nelle guide delle valvole.

### Tipologie di filtri

Si utilizzano i seguenti filtri dell'aria:

- filtri a secco;
- filtri a bagno d'olio;
- filtri a umido;
- pre-separatori ciclonici.

**Filtri dell'aria a secco.** Il filtraggio della polvere avviene principalmente attraverso appositi elementi filtranti a perdere in cartone piegato. Oggi fanno parte delle dotazioni standard di automobili e veicoli industriali. La durata degli elementi filtranti dipende dalla grandezza della superficie di cartone e dal contenuto di polveri nell'aria. Per ridurre la resistenza fluidodinamica è necessario che la superficie sia di grandi dimensioni. Contemporaneamente il filtro dell'aria attutisce il rumore in fase di aspirazione.

Se non sostituiti o puliti periodicamente, i filtri dell'aria sono soggetti a una resistenza fluidodinamica maggiore, con conseguenti ripercussioni negative sul riempimento del cilindro e sulle prestazioni del motore. Il microparticolato che passa attraverso il filtro contribuisce all'inquinamento dell'olio motore. Una volta sporco, il filtro dev'essere sostituito.

I **filtri dell'aria a umido** vengono utilizzati ancora su alcune motociclette. La cartuccia è costituita da una maglia di metallo o plastica intrisa d'olio. L'aria che la attraversa entra in contatto con l'ampia superficie oliata, che trattiene le polveri trasportate all'interno del flusso. La durata è di soli 2.500 km circa, dopodiché il filtro dev'essere pulito e intriso nuovamente d'olio.

**Filtri dell'aria a bagno d'olio.** All'interno dell'alloggiamento, sotto la cartuccia in tessuto metallico, è presente una vaschetta dell'olio (fig. 1). L'aria in ingresso entra in contatto con la superficie dell'olio e trascina con sé delle goccioline che vanno a depositarsi nella cartuccia. Da lì ricadono nella vaschetta dell'olio portando con sé la polvere accumulata. Grazie a questo meccanismo di autopulizia, i filtri a bagno d'olio hanno una durata maggiore rispetto ai filtri a umido.

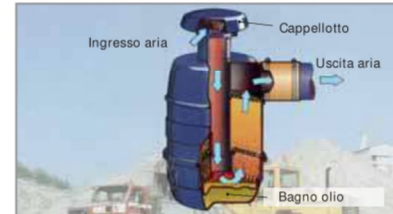


Figura 1: Filtro dell'aria a bagno d'olio

I **pre-separatori ciclonici** sono necessari per i motori che devono lavorare costantemente in ambienti molto polverosi. L'aria aspirata viene fatta ruotare velocemente (fig. 2) e il particolato grossolano si separa per effetto della forza centrifuga (filtro grossolano). Le microparticelle di polvere ancora presenti all'in-

terno dell'aria aspirata vengono successivamente rimosse in un filtro a secco. La durata di questo filtro combinato risulta pertanto maggiore.

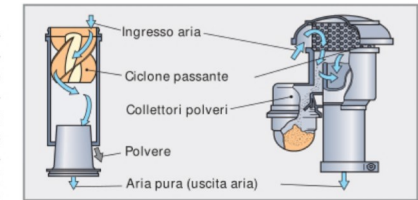


Figura 2: Filtro dell'aria ciclonico

### 1.6.2 Filtri del carburante

Servono a proteggere il circuito di alimentazione dalle impurità ed eventualmente a separare l'acqua dal carburante.

Essi sono:

- filtri grossolani;
- filtri in linea;
- elementi filtranti;
- filtri a perdere.

**Filtri grossolani.** Vengono utilizzati come pre-filtri, come filtri d'aspirazione nel serbatoio. Si tratta in genere di filtri a rete metallica o di poliammide con una larghezza delle maglie di circa 0,06 mm.

I **filtri in linea** sono adibiti al filtraggio fine. Si tratta di filtri di carta con una dimensione dei pori compresa tra 0,002 mm e 0,001 mm. Vengono installati nel tubo del carburante e sostituiti in toto in fase di manutenzione.

**Elementi filtranti.** Sono sostituibili e si trovano in un apposito alloggiamento situato accanto al motore. Per il filtraggio del particolato fine si utilizzano inserti in cartone o feltro.

**Filtri a perdere** (scatole filtro) (fig. 3). Sono costituiti da un alloggiamento e da una cartuccia e vengono sostituiti in toto in fase di manutenzione.

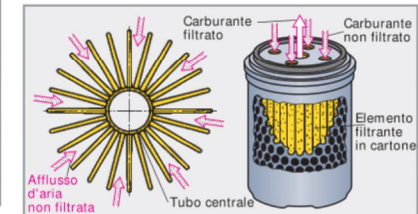


Figura 3: Scatola filtro con inserto a stella

Per il filtraggio fine si utilizzano anche in questo caso inserti in cartone o feltro. L'inserto è costituito da un filtro di cartone piegato a forma di stella e posizionato intorno a un tubo centrale. Le pieghe sono chiuse alle due estremità da appositi elementi di co-

1

apertura. Il carburante attraversa il filtro dall'esterno all'interno (in senso radiale). Le impurità aderiscono alla superficie del filtro e scivolano eventualmente verso il basso. L'acqua non è in grado di penetrare nei micropori del filtro e, essendo più densa rispetto al carburante, cola lungo il fianco esterno del filtro di cartone e si deposita sul fondo, dove viene raccolta nell'apposito collettore dell'alloggiamento. Il carburante filtrato penetra nel tubo centrale attraverso i fori e fuoriesce nuovamente verso l'alto.

**Separatori d'acqua (fig. 1).** Vengono utilizzati su tutti i veicoli con motori Diesel per separare maggiori quantità d'acqua.

Nelle scatole filtro con collettore dell'acqua, il livello di quest'ultima può essere visualizzato mediante l'uso di un tappo trasparente, oppure rilevato attraverso un apposito sensore integrato (sonda conduttiva elettronica) e indicato nel quadro strumenti con una spia.

Un tappo di scarico presente sul corpo del filtro consente la fuoriuscita dell'acqua accumulata.

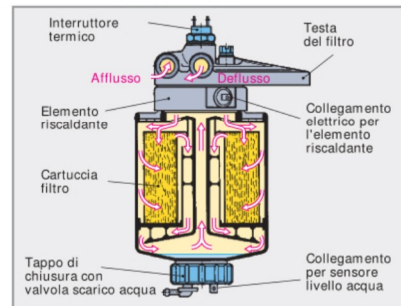


Figura 1: Scatola filtro con separatore d'acqua

### 1.6.3 Filtri dell'olio

Evitano un deterioramento precoce dell'olio di lubrificazione rimuovendo da quest'ultimo le eventuali impurità assorbite.

La struttura e il funzionamento del filtro dell'olio sono identici a quelli del filtro carburante (fig. 3, pag. 21). Gli elementi filtranti sono in grado di eliminare il microparticolato fino a circa 10 µm di grandezza. Le impurità, come residui metallici, fuliggine e particelle di polvere, deteriorano la qualità dell'olio e quindi ne incrementano il degrado. Il filtro consente di prolungare gli intervalli di cambio dell'olio, ma non è in grado di eliminare eventuali liquidi o impurità disciolte nell'olio.

Esso, inoltre, non ha alcun influsso sulle variazioni chimico-fisiche dell'olio durante il funzionamento del motore, dovute, per esempio, al degrado.

### 1.6.4 Filtri idraulici

Si tratta di filtri a rete adibiti alla pulizia dei liquidi idraulici, come il liquido dei freni o l'olio ATF del servosterzo e del cambio automatico.

I filtri di plastica vengono utilizzati nei serbatoi di compensazione dei cilindri principali. I filtri di carta a perdere, invece, vengono usati per esempio nei cambi automatici.

### 1.6.5 Filtri dell'abitacolo

Purificano l'aria dell'abitacolo, proteggendo i passeggeri da polveri, pollini e gas nocivi, smog o ozono.

I filtri dell'abitacolo (fig. 2) sono formati da tre o quattro strati. Il pre-filtro trattiene le impurità grossolane. Nel secondo strato di microfibra, le impurità anche più fini rimangono sospese nell'aria per effetto delle cariche elettrostatiche. Il terzo funge da strato portante. Il quarto strato a carboni attivi assorbe le eventuali sostanze nocive penetrate nell'abitacolo in forma gassosa, come l'ozono e i gas di scarico, e neutralizza in misura significativa anche le sostanze odorifere.

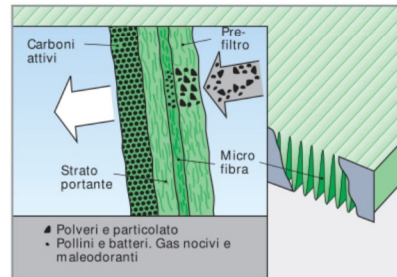


Figura 2: Struttura di un filtro per abitacolo

### 1.6.6 Manutenzione

#### INDICAZIONI PER LA MANUTENZIONE

- Sostituire il filtro in base alle indicazioni del fabbricante (intervallo di tempo o chilometraggio).
- Gli intervalli periodici e i chilometraggi sono indicati nei piani di manutenzione, la sostituzione dei filtri nei piani di controllo.
- I filtri di carta devono essere sostituiti.
- I filtri in materiale espanso possono essere sciacquati e devono essere puliti con un getto d'aria in controcorrente.
- Le miscele di acqua e carburante scaricate dal filtro carburante vanno smaltite in maniera corretta.

1

## 1.7 Cura dell'autoveicolo

Durante l'uso la carrozzeria è soggetta a sollecitazioni meccaniche e ad agenti atmosferici.

Di conseguenza, occorre avere cura, oltre che di essa, della vernice e dell'abitacolo.

Per cura dell'autoveicolo, si intende:

- lavaggio del motore;
- lavaggio del pianale sottoscocca;
- pulizia esterna;
- pulizia interna.

### 1.7.1 Lavaggio del motore

All'interno del vano motore gli spruzzi d'acqua, le perdite d'olio o il carburante possono formare, unitamente alla polvere, una patina oleosa. Quest'ultima andrebbe periodicamente rimossa onde evitare che nella bobina di accensione o nella batteria si formino correnti di perdita.

**Procedimento.** Spruzzare innanzitutto del detergente a freddo nel vano motore e lasciarlo agire per qualche tempo affinché sciolga lo sporco. Nei punti di difficile accesso è possibile utilizzare un pennello (fig. 1). Successivamente risciacquare con l'idropulitrice. Evitare l'infiltrazione d'acqua nei componenti elettrici e nei connettori. A tale proposito, si consiglia di tenere l'idropulitrice a una distanza minima (circa 30 cm) in modo tale da non danneggiare questi elementi. Terminato il lavaggio, asciugare il motore e il relativo vano con aria compressa. Successivamente, passare su entrambi una speciale cera protettiva che eviti lo sviluppo di corrosione.



Figura 1: Lavaggio del motore

### 1.7.2 Lavaggio del pianale sottoscocca

Prima di procedere a tale lavaggio, effettuare un esame visivo al fine di individuare eventuali difetti di tenuta, a livello degli ammortizzatori, delle guarnizioni di tenuta di motore e del cambio o dei raccordi dei tubi freni. Con il lavaggio si eliminano sale e incrostazioni dal sottoscocca. Per rimuovere lo sporco dal pianale si utilizza un'idropulitrice o, in alternativa, un programma specifico degli autolavaggi per la pulizia del sottoscocca. Terminato il lavaggio occorre ispezionare nuovamente con cura la parte inferiore del veicolo per escludere eventuali danni al sottoscocca.

### 1.7.3 Pulizia esterna

Per pulizia esterna s'intende il lavaggio delle ruote (cerchi e pneumatici), il lavaggio superiore della carrozzeria, la successiva applicazione di un prodotto per la cura della vernice e delle parti in plastica e la pulizia dei vetri.

#### Ruote

Lo sporco presente sulle strade e la polvere rilasciata dalle pastiglie dei freni si depositano sulle ruote. I residui intaccano la vernice e causano la formazione di macchie difficili da eliminare.

#### Pulizia dei cerchi

I cerchi sono esposti agli influssi ambientali più svariati (pioggia, neve, pietrisco, sale, ecc.) (fig. 2). Se la vernice dei cerchi risulta danneggiata, l'infiltrazione di acqua e impurità genera corrosione. La polvere rovente dei freni, in particolare, aggredisce le superfici verniciate formando dei minuscoli forellini. La vernice viene intaccata dalla corrosione e, come conseguenza, si generano macchie e danni irreparabili. Ecco perché i cerchi, soprattutto quelli in lega, devono essere puliti con un apposito prodotto ogni due-quattro settimane, rimediando agli eventuali graffi.



Figura 2: Ruota sporca

Esistono diversi prodotti per la pulizia dei cerchi.

**Detergenti acidi.** Vengono utilizzati in caso di incrostazioni particolarmente ostinate. Sono prodotti aggressivi, non indicati per l'utilizzo regolare. È bene prestare attenzione al fatto che la vernice dei cerchi non sia danneggiata, perché in tal caso gli acidi entrerebbero in contatto con la parte metallica dei cerchi, rovinandola.

**Detergenti non acidi.** Sono meno aggressivi e quindi indicati per l'uso regolare. L'azione pulente è decisamente inferiore.

#### INDICAZIONI PRATICHE

- Spruzzare il detergente per cerchi sulla ruota bagnata per sciogliere lo sporco.
- In caso di incrostazioni particolarmente ostinate utilizzare una spazzola apposita.
- Sciacquare con acqua, dopodiché asciugare i cerchi.

1

### Cura degli pneumatici

Se sporchi, gli pneumatici possono sembrare opachi, per cui andrebbero trattati con un apposito prodotto. Così facendo, risultano lucidi e si evita la formazione di microfessurazioni dovute all'azione di ozono e ossigeno.

#### INDICAZIONI PRATICHE

Spruzzare il prodotto per la cura degli pneumatici e lasciare agire.

### Lavaggio superiore della carrozzeria

È la base di qualsiasi ulteriore intervento di cura della carrozzeria. Si distingue tra:

- lavaggio del veicolo presso l'autolavaggio;
- lavaggio del veicolo a mano;
- lavaggio del veicolo con l'idropulitrice.

### Lavaggio del veicolo presso l'autolavaggio

Prima del vero e proprio lavaggio, si consiglia di effettuare un prelavaggio con l'idropulitrice. Così facendo, si evita che la sabbia e lo sporco graffino la carrozzeria.

Si distingue tra i seguenti impianti:

- **autolavaggio automatico**, il veicolo viene fatto avanzare su un nastro tra le spazzole di lavaggio rotanti posizionate orizzontalmente e verticalmente;
- **impianto di lavaggio a portale (fig. 1)**, il veicolo rimane immobile durante il lavaggio, mentre un portale munito di spazzole orizzontali e verticali, montato su apposite guide, avanza lungo il veicolo.



Figura 1: Impianto di lavaggio a portale

Gli autolavaggi possiedono spazzole rotanti di plastica e strisce di tessuto o materiale espanso che, unite ad abbondante acqua e detergente, provvedono al lavaggio del veicolo. In caso di veicoli nuovi la cui vernice è ancora delicata, occorre utilizzare autolavaggi con rulli in tessuto, dal momento che le spazzole di plastica potrebbero danneggiare la vernice. In tutti gli autolavaggi il risciacquo avviene con acqua pura osmotizzata, dopodiché in genere viene spruzzato un prodotto protettivo della carrozzeria (cera a spruzzo). Da ultimo il veicolo viene asciugato con un flusso d'aria.

#### INDICAZIONI PRATICHE

- Richiudere eventuali parti sporgenti, come gli specchietti.
- Ritrarre o smontare le antenne.
- Considerare le dimensioni del veicolo (altezza, larghezza, altezza da terra) prima di entrare nell'autolavaggio.
- Posizionare il veicolo al centro dell'autolavaggio.
- Osservare eventuali altre indicazioni del gestore dell'impianto.

### Lavaggio del veicolo a mano

È la modalità di lavaggio più impegnativa e può essere effettuata con la spugna e abbondante acqua.

Lo sporco rimosso dal veicolo o da parti di esso e l'acqua utilizzata per il lavaggio contengono olio e grasso, per cui non devono essere scaricati direttamente nella fognatura.

Gli autoveicoli vanno per-tanto lavati su apposite postazioni di lavaggio, in cui l'acqua sporca viene purificata attraverso sistemi di depurazione predisposti, come separatori di fanghi e oli a coalescenza.

#### INDICAZIONI PRATICHE

Per evitare danni, durante il lavaggio a mano, occorre osservare le seguenti regole.

- Richiudere eventuali parti sporgenti, come gli specchietti.
- Sciacquare innanzitutto lo sporco più grossolano con abbondante acqua, onde evitare che i granelli di sabbia e polvere graffino le superfici.
- Immergere la spugna nel detersivo e insaponare il veicolo.
- Lavare dall'alto verso il basso.
- Durante il lavaggio, sciacquare frequentemente e accuratamente la spugna, onde evitare che i granelli di sabbia si annidino al suo interno e lascino tracce di graffi sulla vernice.
- Non lavare in pieno sole, altrimenti la vernice si screpola e può macchiarsi.
- I detersivi per la casa non sono indicati per il lavaggio degli autoveicoli, dal momento che sciolgono lo strato protettivo di cera o aggrisciscono la vernice, indebolendola.
- Non strizzare la pelle di daino contorcendola, altrimenti si lacera. È meglio strizzarla tra due rulli.
- Sciacquare spesso la pelle di daino, così da ridurre il rischio di graffiare le superfici a causa delle microparticelle di polvere che possono annidarsi al suo interno.

1

### Lavaggio del veicolo con l'idropulitrice

Il lavaggio del veicolo con l'idropulitrice (fig. 1) si compone di diverse fasi.

**Prelavaggio.** Innanzitutto lo sporco viene sciolto e ammorbidito con il getto ad alta pressione tenuto a una distanza di circa 50 cm, dopodiché lo si elimina accuratamente dall'alto verso il basso avvicinando la pistola.

**Lavaggio a schiuma con la spazzola.** Insaponare il veicolo mediante una spazzola intrisa della soluzione di acqua e shampoo. Passare la spazzola sulla superficie esercitando una lieve pressione.

**Risciacquo.** Eliminare la schiuma con il getto ad alta pressione dall'alto verso il basso.

**Protezione.** Per proteggere le superfici è possibile spruzzare un prodotto conservante a base di cera di paraffina con il getto ad alta pressione.

**Brillantante.** A tale proposito si utilizza acqua osmotizzata, ottenuta mediante un impianto di demineralizzazione presente presso la stazione di lavaggio. Asciuga senza lasciare aloni nell'arco di pochi minuti. Così facendo si evita di dover passare la pelle di daino.



Figura 1: Stazione di lavaggio con idropulitrice

#### INDICAZIONI PRATICHE

- Per evitare danni dovuti al getto della pistola, occorre mantenere una distanza di circa 30 cm.
- Non indirizzare il getto ad alta pressione direttamente su parti delicate come lamelle del radiatore, pneumatici e guarnizioni di gomma.
- Non lavare via il prodotto per la cura degli pneumatici.

### Cura della vernice

Ci sono vari fattori esterni che possono danneggiare la vernice di copertura, a discapito della sua azione protettiva e dell'estetica. Tra i fattori responsabili di un possibile deterioramento della vernice si annoverano:

- aggressioni meccaniche;
- condizioni meteorologiche e influssi ambientali;
- sostanze chimiche aggressive;
- errori nella cura.

**Aggressioni meccaniche.** Il pietrisco e i graffi evidenti possono danneggiare la vernice andando ad intaccare persino il metallo nudo. Anche l'abrasione che la polvere e lo sporco provocano durante il lavaggio del veicolo genera numerosi minuscoli graffi che riducono la lucentezza della vernice.

**Condizioni meteorologiche e influssi ambientali.** Il caldo e il sole espandono lo strato di vernice e fanno sì che col tempo diventi poroso. In questi micropori penetrano varie sostanze nocive che distruggono la vernice anche in profondità. Il legante presente sulla superficie si decompone per effetto dei raggi UV della luce solare, con conseguente opacizzazione della vernice.

**Sostanze chimiche aggressive.** Possono essere le deiezioni acide di uccelli e altri animali (api) (fig. 2). Anche le resine degli alberi, se si depositano sul veicolo, possono danneggiare la vernice fin negli strati più profondi.

Escrementi di animali, resine degli alberi, mosche e coleotteri morti devono essere rimossi il più presto possibile, dal momento che potrebbero causare danni permanenti alla vernice.



Figura 2: Danni alla vernice causati da insetti

### Controllo dello stato della vernice

Una volta lavato il veicolo è possibile controllare lo stato della vernice. In caso di vernici particolarmente danneggiate, può essere necessario effettuare una pulizia o una lucidatura delle medesime.

La scelta e l'impiego dei prodotti corretti dipendono dallo stato della vernice.

Vi sono alcuni semplici metodi che possono essere utilizzati per determinare lo stato della superficie. Essi sono:

- controllo visivo;
- prova dell'acqua;
- prova dell'unghia.

**Controllo visivo.** Controllare sotto la luce quanto il grado di lucentezza massima sia compromesso dalla presenza di aloni o micrograffi. Se la vernice è opaca e spenta, occorre eventualmente lucidarla e proteggerla.

**Prova dell'acqua.** Si getta dell'acqua sulla superficie e si osserva il suo comportamento. Più le gocce d'acqua che scivolano sulla vernice sono tondeggianti e



1

a forma di perla, più essa risulta curata. Se la vernice è rovinata dalle intemperie, l'acqua tende a scivolare in modo esteso.

**Prova dell'unghia.** Passando il dorso dell'unghia sulla vernice, in base alla resistenza si capisce se la superficie è liscia e in buono stato oppure se è ruvida e necessita di cure. Attraverso questo tipo di controllo è possibile distinguere fra tre diversi stati della vernice.

- **Vernice nuova o come nuova.** In questo caso la lucentezza iniziale è rimasta inalterata o quasi del tutto invariata. Alla prova dell'unghia non si avverte alcuna resistenza. L'acqua forma sulla superficie delle goccioline, che scivolano come delle perle.
- **Vernice opaca.** La vernice è poco lucida. Alla prova dell'unghia si avverte una leggera resistenza.
- **Vernice opaca e rovinata dalle intemperie.** La vernice ha perso completamente di lucentezza. Alla prova dell'unghia si avverte una chiara resistenza. L'acqua sulla superficie non forma più delle goccioline, bensì scivola verso il basso.

#### Scelta del prodotto per la cura della vernice

Tra i prodotti per la cura della vernice sono compresi: paste pulenti, prodotti protettivi e lucidanti (fig. 1).



Figura 1: Prodotti per la cura della vernice

#### Utilizzo dei prodotti per la cura della vernice

Per eliminare incrostazioni piccole e ostinate si utilizzano le paste pulenti. Questa pulizia delicata non intacca la lucentezza della vernice e consente di evitare il ricorso a prodotti aggressivi.

##### INDICAZIONI PRATICHE

- Pulire accuratamente la superficie.
- Prendere una porzione di pasta grande quanto un piattino e modellarla.
- Bagnare la superficie da pulire con una soluzione di acqua e shampoo e passare la pasta sulla superficie senza esercitare pressione.
- Ripetere l'operazione finché non sarà stato eliminato tutto lo sporco.
- Se necessario, lucidare la porzione pulita con il polish (una pasta lucidante).

#### Vernice nuova o come nuova

Una vernice viene considerata come nuova se possiede una superficie estremamente liscia e quasi per

nulla danneggiata. Essendo recenti, queste vernici non si sono ancora completamente indurite, per cui non devono essere trattate con paste lucidanti come il polish. È sufficiente un lavaggio accurato del veicolo e la successiva applicazione di una cera protettiva, spruzzata dopo il risciacquo.

Quest'ultima garantisce alla vernice una sufficiente protezione fino al successivo lavaggio del veicolo. Va considerato, tuttavia, che la sua azione protettiva è di gran lunga inferiore a quella dei conservanti specifici (cere di paraffina). Questo tipo di protezione, infatti, non è di lunga durata, per cui va applicata ad ogni lavaggio.

##### INDICAZIONI PRATICHE

- Non passare la lucidatrice per auto sulle vernici nuove, ma applicare semplicemente la cera protettiva e scioglierla a mano.
- Non lucidare mai in pieno sole, onde evitare che si formino aloni sulla superficie della vernice.
- Iniziare dal tetto e procedere sistematicamente dall'alto verso il basso.
- Non passare il polish su parti in plastica e in gomma, onde evitare che si formino macchie di colore bianco.
- Al termine delle operazioni, applicare un prodotto protettivo.

#### Vernice opaca

La vernice che è diventata opaca può essere ripristinata attraverso la lucidatura, che consiste nel rimuovere lo strato superficiale di vernice mediante microcorpuscoli abrasivi, mettendo a nudo lo strato sottostante ancora integro. Il polish deve aggredire sufficientemente la superficie verniciata senza tuttavia smerigliarla o graffiarla. A tale proposito, esso contiene delle finissime particelle lucidanti che esercitano soltanto una minima azione abrasiva. Gli oli e le cere contenute al suo interno ripristinano la lucentezza della vernice. Successivamente è necessario eliminare ogni residuo di polish secco con uno straccio morbido o un panno lucidante. La lucidatura può essere effettuata a mano o con l'apposita lucidatrice (fig. 2). Al termine è assolutamente necessario proteggere la superficie con la cera di paraffina.



Figura 2: Lucidatura a mano e con lucidatrice

1

#### Vernice opaca e rovinata dalle intemperie

È tipica degli autoveicoli di vecchia data e pertanto ha già subito gli effetti deleteri di intemperie e fattori ambientali. La resistenza della vernice è diminuita, per cui occorre lucidarla. A tale proposito si utilizza un prodotto pulente, che penetra nei pori della superficie ed elimina lo sporco. La superficie ruvida e deteriorata della vernice viene lisciata con della grana lucidante leggermente più grande (fig. 1).



Figura 1: Vernice fortemente rovinata dalle intemperie

Così facendo, si rimuovono le particelle di vernice scoprendo lo strato sottostante non danneggiato.

**Protezione.** Il prodotto protettivo sigilla le microfessurazioni nella vernice e impedisce all'umidità di penetrare e corrodere la superficie. La maggior parte dei prodotti presenti sul mercato (fig. 2) contiene siliconi o cere naturali (cera di carnauba). Utilizzando cere di alta qualità si garantisce una protezione della superficie per svariati mesi, in quanto resistono anche a più cicli di lavaggio.



Figura 2: Protezione della vernice

Figura 3: Parti in plastica danneggiate e ripristinate

#### Cura delle parti in plastica

Le parti in plastica sbiadiscono e le cause possono essere l'obsolescenza, i raggi UV e i ripetuti lavaggi (fig. 3). Grazie a prodotti specifici è possibile ripristinare le parti in plastica come fascioni e paraurti.

#### Pulizia dei vetri

I vetri sporchi costituiscono un rischio significativo per la sicurezza, dal momento che pregiudicano la visuale. Anche solo una lieve patina sul parabrezza può dare origine a riflessi indesiderati. Per pulire il parabrezza velocemente e senza lasciare aloni, è possibile utilizzare un prodotto apposito.

##### INDICAZIONI PRATICHE

- Spruzzare il prodotto per la pulizia del parabrezza e lasciarlo agire brevemente.
- Rimuovere lo sporco con della carta o un panno.
- Abbassare leggermente i finestrini laterali per pulire i bordi sporchi.

**Errori nella cura.** L'uso eccessivo sulla carrozzeria di prodotti non adeguati per la cura e la pulizia e il ricorso a lucidanti aggressivi possono danneggiare significativamente la vernice e le parti in plastica. I prodotti per la rimozione degli insetti, se lasciati agire troppo a lungo, possono scolorire la vernice.

#### 1.7.4 Pulizia interna

La pulizia interna comprende le seguenti attività:

- pulizia del pavimento e del baule mediante aspirapolvere;
- pulizia di sedili e rivestimenti mediante aspirapolvere;
- eventuale pulizia del padiglione (tetto, montanti, fascia finestrata delle fiancate) con una spugna umida;
- pulizia interna dei vetri;
- pulizia delle parti in plastica, come cruscotto, rivestimenti portiere, ecc., con un panno imbevuto di apposito detergente.

In caso di macchie su cuscini, rivestimenti in tessuto, moquette o tappetini, è possibile rimuoverle con appositi detergenti (detergente per imbottiti), acqua e sapone o uno shampoo secco. Per eliminare lo sporco particolarmente ostinato, si può utilizzare un apposito aspiratore ad acqua, chiamato anche macchina a iniezione-estrazione.

##### INDICAZIONI PRATICHE

- In caso di elettronica integrata, osservare le istruzioni di pulizia del produttore.
- Miscelare il detergente con acqua (100 ml di detergente in 10 l d'acqua).
- Temperatura dell'acqua: circa 50 – 60 °C.
- Spruzzare i cuscini finché risultano bagnati. Così facendo si scioglie lo sporco, il detergente agisce più in profondità e i cuscini vengono puliti ancora più efficacemente e a fondo.
- Iniziare a sciacquare dopo 10 minuti.

##### DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Descrivete la procedura di pulizia esterna del veicolo.
- 2 Quando si dovrebbe procedere alla lucidatura del veicolo?

## 1.8 Prodotti d'esercizio, prodotti ausiliari

I prodotti d'esercizio, per un autoveicolo, sono tutti i prodotti necessari al suo utilizzo. I prodotti ausiliari servono alla pulizia, alla manutenzione e alla riparazione del veicolo e dei suoi componenti.

### Prodotti d'esercizio

**Carburanti liquidi e gassosi**, per esempio benzine, carburanti diesel, gas naturale, idrogeno. La loro combustione nel motore genera energia termica, che viene trasformata in energia meccanica.

**Oli e lubrificanti**, come oli di motore, grassi lubrificanti, grafite. Riducono l'attrito e l'usura dei pezzi scorrevoli.

**Liquidi refrigeranti e antigelo**, come acqua, glicole etilenico, fluido refrigerante, ghiaccio secco, azoto liquido. Proteggono il motore dal surriscaldamento e dai danni provocati dal gelo o vengono utilizzati per la climatizzazione dell'abitacolo o del vano di carico.

**Liquidi per freni**, come glicoletere. Trasmettono pressioni elevate all'interno degli impianti frenanti idraulici e dei comandi idraulici della frizione e non devono trasformarsi in gas alle alte temperature.

**Liquidi per la trasmissione delle forze**, per esempio liquido ATF, olio siliconico, liquido per comandi idraulici. Vengono impiegati nei convertitori di coppia idrodinamici, nei servosterzi, nei giunti viscosi o nei dispositivi idraulici di sollevamento.

### Prodotti ausiliari

**Prodotti detergenti per componenti del veicolo**, per esempio benzine di pulizia, detergenti a freddo, alcol, prodotti detergenti per la plastica.

**Prodotti per la pulizia e la cura dei veicoli**, come detergenti che eliminano catrame e insetti, lucidanti per vernici, parti cromate e in alluminio, prodotti protettivi, detergenti per lavavetri.

### 1.8.1 Carburanti

Tutti i carburanti attualmente utilizzati sono costituiti da una miscela di composti idrocarburici di diversa natura (fig. 1) o da idrogeno puro. In fase di combustione, gli atomi di idrogeno e carbonio contenuti nelle molecole di carburante si legano all'ossigeno dell'aria, formando  $H_2O$  e  $CO_2$ . Soltanto parte dell'energia sprigionata da questa reazione chimica alimenta il motore. Al momento, infatti, è possibile sfruttare ai fini nell'autotrazione non oltre il 46% circa dell'energia generata nei motori Diesel e il 35% circa nei motori a benzina, il che significa che la maggior parte di essa va a surriscaldare l'ambiente. La  $CO_2$  liberata durante la combustione degli idrocarburi rappresenta un gas serra che, come tale, contribuisce al surriscaldamento dell'atmosfera terrestre. Ecco perché la ricerca è sempre più indirizzata a trovare alternative al tradizionale motore a scoppio.

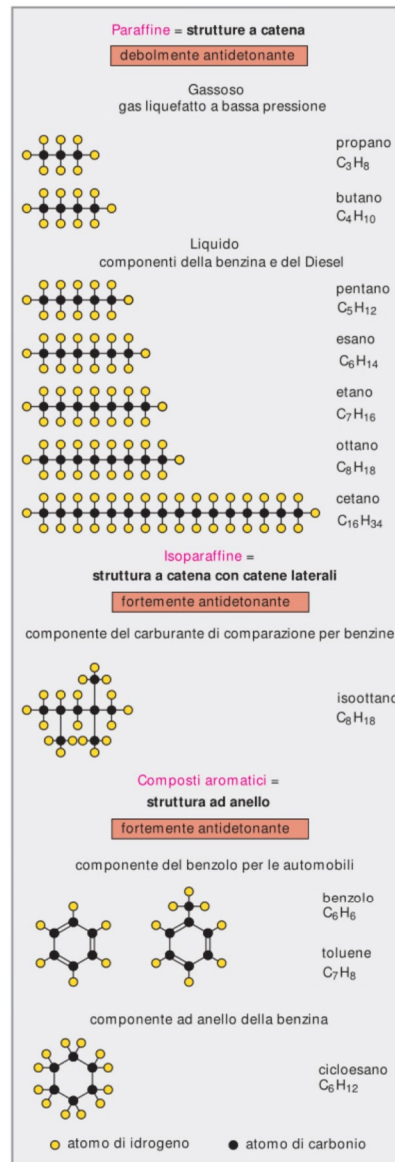


Figura 1: Struttura delle molecole di idrocarburo

## Proprietà degli idrocarburi

Le proprietà delle molecole degli idrocarburi sono determinate dalla loro grandezza, dal rapporto tra il numero di atomi di carbonio e il numero di atomi di idrogeno e dalla loro struttura (fig. 1, pag. 28).

Mentre le sostanze a catena corta, come il propano  $C_3H_8$ , sono in forma gassosa, le sostanze a catena lunga, come il cetano  $C_{16}H_{34}$ , sono liquide, per cui la viscosità sale all'aumentare del numero di atomi C. Le molecole di idrocarburo possono presentare una struttura a catena o ad anello.

Le paraffine (fig. 1, pag. 28) e le olefine (ossia paraffine con un doppio legame tra due atomi C) sono molecole a catena semplice. Più queste catene si allungano, più aumenta la capacità d'innesco. Questa proprietà fa sì che siano indicate come carburante per i motori Diesel.

Nei motori a benzina, invece, le paraffine a catena lunga non sono adatte, dal momento che provocano una combustione detonante.

Le molecole a catene laterali corte (isoparaffine) o le molecole ad anello (composti aromatici, cicloparaffine) sono antidetonanti (ossia, a ridotta capacità d'innesco) per cui sono indicate per l'utilizzo nei motori a benzina, mentre non sono adatte ai motori Diesel. I composti aromatici altamente antidetonanti, come il benzolo  $C_6H_6$ , sono cancerogeni. Il loro impiego nell'autotrazione è vietato o, se consentito, lo è in quantità (solo) limitata.

Tabella 1: Idrocarburi

Sostanza (in forma liquida)	Densità $g/cm^3$	Potere RON (*)
Butano $C_4H_{10}$	0,60	93,8
Pentano $C_5H_{12}$	0,63	61,7
Esano $C_6H_{14}$	0,66	24,8
Etano $C_7H_{16}$	0,68	0
Benzolo $C_6H_6$	0,88	99,0

(\*) Research Octane Number = ricerca numero di ottano

### Produzione di carburante dal petrolio

La materia base più importante per la produzione di carburante è il petrolio. Esso è formato da numerosi composti idrocarburici di diversa natura, la cui composizione varia a seconda della provenienza del petrolio. Vista la molteplicità di idrocarburi presenti con proprietà completamente differenti tra loro, i singoli composti devono essere separati gli uni dagli altri. Alcuni dei prodotti intermedi ottenuti vengono ulteriormente lavorati e trasformati in carburanti per autotrazione. Tale operazione è necessaria dal momento che la quantità di carburanti pregiati all'interno del greggio è ridotta.

Nella lavorazione del petrolio si distingue tra:

- processi di separazione, filtraggio, distillazione, raffinazione;
- processi di trasformazione, cracking, reforming, isomerizzazione.

### Filtraggio

Le impurità grossolane, come sabbia, acqua e sali, vengono eliminate dal greggio prima che inizi la vera e propria lavorazione.

### Distillazione

**Distillazione atmosferica (fig. 1).** Il petrolio è riscaldato in assenza d'aria. Già alla temperatura di circa 20 °C avviene la precipitazione di metano ed etano (LPG = Liquefied Petroleum Gas = denominazione inglese per GPL). Gli elementi che evaporano entro un range di ebollizione fino ai 180 °C circa generano, in fase di condensazione, i carburanti leggeri (perlopiù benzine) composti da paraffine normali (catene non ramificate) e cicloparaffine (ad anello).

L'intervallo di ebollizione tra 180 e 280 °C circa dà origine ai carburanti semipesanti (carburante per turbine a gas, cherosene). Tra 210 e 360 °C circa, infine, si producono i carburanti pesanti per motori Diesel. I residui ancora presenti vengono sottoposti alla distillazione sotto-vuoto.

**Distillazione sottovuoto (fig. 1).** In essa i residui risultanti dalla distillazione atmosferica vengono nuovamente sottoposti a riscaldamento in un'atmosfera sottovuoto. Così facendo si abbassano i punti di ebollizione, evitando che all'ulteriore aumento delle temperature le rimanenti molecole grandi subiscano un decadimento incontrollato. Dalla distillazione sottovuoto si ottiene il gasolio, che viene ulteriormente lavorato e trasformato in diesel o nafta, oltre agli oli di base per la produzione di diversi oli di lubrificazione.

Questa produzione di carburanti secondo i rispettivi intervalli di ebollizione è detta anche distillazione per frazionamento (fig. 1).

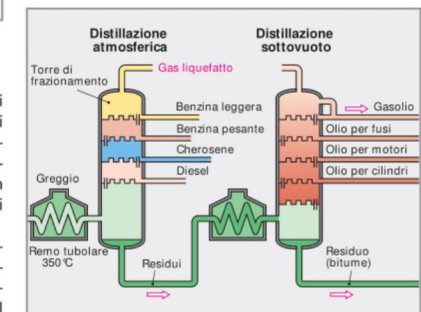


Figura 1: Distillazione del greggio

1

La quantità di carburante prodotta con la distillazione è troppo esigua per i fabbisogni attuali. Attraverso il cracking, tuttavia, è possibile incrementare la percentuale di benzina prima idonea alla produzione di benzina (tab. 1).

I componenti ottenuti con il processo di cracking, inoltre, hanno un RON pari a 88 ... 92, per cui risultano relativamente antidetonanti rispetto alle benzine grezze prodotte con la distillazione (RON = 62 ... 64). Per ottenere carburanti idonei all'autotrazione, i prodotti intermedi ottenuti vengono sottoposti ad ulteriori processi di trasformazione specifici (tab. 2).

Tabella 1: Rendimento di una raffineria	
Prodotti ottenuti	%
Gas liquefatto (propano, butano)	3%
Benzina grezza, nafta	9%
Benzina (carburante per motori a ciclo Otto)	24%
Combustibile per aviogetti, cherosene	4%
Diesel	21%
Nafta leggera	21%
Nafta pesante	11%
Bitume	3%
Lubrificanti	2%
Altri prodotti, consumo interno, perdite	2%

### Processi di post-trattamento

Le benzine antidetonanti così ottenute subiscono un ulteriore post-trattamento tramite raffinazione, con cui si incrementa la purezza della benzina (eliminazione di residui gassosi, zolfo e soluzioni resinose).

Tabella 2: Processi di trasformazione per la produzione di carburanti

Cracking (dall'inglese to crack = spezzare)	Procedimento con cui le grandi molecole dei carburanti pesanti, aventi punti d'ebollizione più elevati, vengono scomposte in isoparaffine e olefine più leggere e antidetonanti. I componenti residui che difficilmente raggiungono il punto di ebollizione possono essere ulteriormente lavorati. Si distingue tra i seguenti processi: cracking termico, cracking per catalisi e idrocracking.	RON 88 ... 92
Reforming	Le paraffine a forma di catena, estratte per distillazione, vengono trasformate mediante appositi catalizzatori (platino: processo di platforming) in isoparaffine e composti aromatici antidetonanti.	RON 93... 98
Polimerizzazione	Gli idrocarburi gassosi ottenuti per cracking e reforming vengono concentrati tramite appositi catalizzatori in molecole di dimensioni maggiori, principalmente in isoparaffine. Se le paraffine a catena dritta sono trasformate in isoparaffine, il procedimento è detto isomerizzazione.	RON 95... 100
Idrogenazione	Addizione di atomi d'idrogeno a olefine insature per ottenere isoparaffine stabili e antidetonanti.	RON 92 ... 94
Alchilazione	Olefine e paraffine vengono fatte reagire le une con le altre per ottenere isoparaffine ad alto potere antidetonante.	RON 92 ... 94
MTBE (metil-ter-butil-etero)	Attraverso appositi processi di trasformazione è possibile produrre isobutano. Aggiungendovi metanolo si ottiene un etero (MTBE) estremamente antidetonante.	RON 113 ...

Attraverso la miscelazione di varie benzine e l'aggiunta di appositi additivi si ottengono diverse qualità di benzina (super plus, super, benzina) e si migliorano determinate proprietà specifiche dei carburanti per i motori a ciclo Otto.

### 1.8.2 Carburanti per motori a benzina

Le benzine sono carburanti a basso punto di ebollizione. Rientrano nella classe di pericolo A I, dal momento che sono altamente infiammabili (punto di infiammabilità inferiore a 21 °C). Essendo inoltre nocive e inquinanti, nel manipolarle occorre assolutamente osservare le relative indicazioni riguardo a particolari pericoli (frasi H) e consigli di prudenza (frasi P).

Le proprietà dei principali carburanti usati nei motori a benzina sono descritte e definite nella norma UNI EN 228.

#### Fase di ebollizione

Nel motore a ciclo Otto il carburante deve gassificare facilmente e integralmente per poter essere combusto. La gassificazione del carburante viene rappresentata in una curva di ebollizione (fig. 1, pag. 31).

#### Comportamento in caso di avviamento a freddo

Affinché un motore freddo o non ancora sufficientemente caldo si metta in moto senza problemi e abbia un buon regime di minimo anche alle basse temperature, occorre un carburante con una bassa curva di ebollizione. Ciò significa che alle basse temperature buona parte del carburante dev'essere già evaporata.

1

La percentuale di carburante gassificato alle basse temperature viene indicata con E70 (evaporated = evaporato a 70 °C) o T10 (temperatura a cui evapora il 10% del carburante). Per un avviamento a freddo senza problemi, a 40+50 °C deve essere evaporato almeno il 10% del carburante.

#### Comportamento in caso di avviamento a caldo

A motore caldo o surriscaldato e durante la stagione estiva vi è il rischio che si formino bolle di vapore all'interno del circuito del carburante. I carburanti devono iniziare a bollire soltanto a temperature più elevate e devono essere difficilmente volatili, ossia possedere una curva di ebollizione più alta. Questi requisiti vengono soddisfatti attraverso una determinata percentuale di carburanti a difficile ebollizione, che presentano altresì un tenore energetico più elevato. Le porzioni ad alto punto di ebollizione vengono indicate con E180 (evaporato a 180 °C) o T90 (temperatura a cui evapora il 90% del carburante). Una percentuale eccessiva di carburanti a difficile ebollizione comporta, in un motore freddo, la condensazione del carburante sulle pareti dei cilindri e la diluizione dell'olio di lubrificazione.

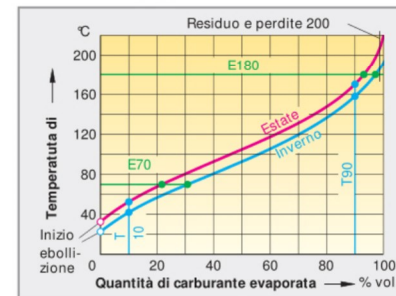


Figura 1: Curve di ebollizione delle benzine

#### Potere antidetonante (RON, MON)

Si definisce potere antidetonante la ridotta tendenza di un carburante ad autoinfiammarsi a temperature e pressioni elevate. Le unità di misura del potere antidetonante sono il numero di ottano secondo il metodo Research (RON) e secondo il metodo Motor (MON).

Entrambi vengono misurati in tutto il mondo nei cosiddetti motori CFR monocilindrici. Il carburante da esaminare viene confrontato con un carburante di riferimento, costituito da una miscela di isoottano (RON = 100) e n-eptano (RON = 0). Una benzina avente per esempio un numero di ottano pari a 95 ha la stessa resistenza alla detonazione di una miscela

costituita per il 95% da isoottano e il 5% da n-eptano. Il MON (Motor Octane Number) non equivale al RON, dal momento che viene determinato a un regime più elevato e con una miscela preriscaldata a circa 150 °C (tab. 1). In pratica, per la maggior parte dei motori di serie, il RON rappresenta il parametro più rilevante in fase di accelerazione massima e basso numero di giri (detonazione in accelerazione). Mano a mano che cresce il regime e il pieno carico (detonazione ad alta velocità), il MON acquista importanza.

Tabella 1: Condizioni di prova RON - MON

	Regime motore giri/min	Temp. aria aspir. °C	Prerisc. miscela °C	Fasatura °AM v. PMS
RON	600	51,7	-	13
MON	900	38	140 ... 160	14 ... 26

Poiché le benzine ricavate dal petrolio possiedono un potere antidetonante troppo ridotto, quest'ultimo viene incrementato attraverso l'aggiunta di appositi agenti antidetonanti.

**Antidetonanti metaliferi.** In Europa, non vengono più utilizzati a causa delle sostanze nocive che sprigionano in fase di combustione (piombo, composti di bromo e cloro).

**Antidetonanti privi di metalli.** Composti aromatici come benzolo, toluene e xilolo hanno un numero di ottano compreso nel range RON 108-112 e, una volta aggiunti, incrementano il numero di ottano totale del carburante. A causa del suo effetto cancerogeno, il benzolo è limitato a 1% vol.

**Composti organici dell'ossigeno come antidetonanti.** Gli alcol (metanolo, etanolo), i fenoli e l'etero hanno lo svantaggio di essere poco solubili nel carburante, odorigeni e meno redditizi a causa del loro ridotto contenuto energetico.

**MTBE (metil-ter-butil-etero) come antidetonante.** Avendo un numero di ottano compreso in un range elevato, tra RON 110 e 115, è in grado di influenzare significativamente il numero di ottano totale. Il suo basso punto d'ebollizione, pari a 55 °C, consente di migliorare il potere antidetonante del carburante soprattutto nell'intervallo di ebollizione inferiore (è aggiunto al carburante in misura del 10+15% circa).

### 1.8.3 Carburanti diesel

Sono carburanti a difficile ebollizione e rientrano nella classe di pericolo A III (punto di infiammabilità > 55 °C). Sono inquinanti e nocivi per la salute.

I carburanti diesel sono costituiti principalmente da una miscela di olefine e paraffine (idrocarburi saturi a forma di catena). L'intervallo di ebollizione dei singoli composti è compreso tra 170 e 380 °C (fig. 1, pag. 32).

La percentuale di carburante gassificato alle basse temperature viene indicata con E70 (evaporated = evaporato a 70 °C) o T10 (temperatura a cui evapora il 10% del carburante). Per un avviamento a freddo senza problemi, a 40+50 °C deve essere evaporato almeno il 10% del carburante.

#### Comportamento in caso di avviamento a caldo

A motore caldo o surriscaldato e durante la stagione estiva vi è il rischio che si formino bolle di vapore all'interno del circuito del carburante. I carburanti devono iniziare a bollire soltanto a temperature più elevate e devono essere difficilmente volatili, ossia possedere una curva di ebollizione più alta. Questi requisiti vengono soddisfatti attraverso una determinata percentuale di carburanti a difficile ebollizione, che presentano altresì un tenore energetico più elevato. Le porzioni ad alto punto di ebollizione vengono indicate con E180 (evaporato a 180 °C) o T90 (temperatura a cui evapora il 90% del carburante).

Una percentuale eccessiva di carburanti a difficile ebollizione comporta, in un motore freddo, la condensazione del carburante sulle pareti dei cilindri e la diluizione dell'olio di lubrificazione.

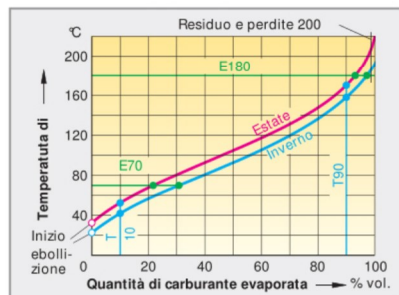


Figura 1: Curve di ebollizione delle benzine

#### Potere antidetonante (RON, MON)

Si definisce potere antidetonante la ridotta tendenza di un carburante ad autoinfiammarsi a temperature e pressioni elevate. Le unità di misura del potere antidetonante sono il numero di ottano secondo il metodo Research (RON) e secondo il metodo Motor (MON).

Entrambi vengono misurati in tutto il mondo nei cosiddetti motori CFR monocilindrici. Il carburante da esaminare viene confrontato con un carburante di riferimento, costituito da una miscela di isoottano (RON = 100) e n-eptano (RON = 0). Una benzina avente per esempio un numero di ottano pari a 95 ha la stessa resistenza alla detonazione di una miscela

costituita per il 95% da isoottano e il 5% da n-eptano. Il MON (Motor Octane Number) non equivale al RON, dal momento che viene determinato a un regime più elevato e con una miscela preriscaldata a circa 150 °C (tab. 1). In pratica, per la maggior parte dei motori di serie, il RON rappresenta il parametro più rilevante in fase di accelerazione massima e basso numero di giri (detonazione in accelerazione). Mano a mano che cresce il regime e il pieno carico (detonazione ad alta velocità), il MON acquista importanza.

Tabella 1: Condizioni di prova RON - MON

	Regime motore giri/min	Temp. aria aspir. °C	Prerisc. miscela °C	Fasatura °AM v. PMS
RON	600	51,7	-	13
MON	900	38	140 ... 160	14 ... 26

Poiché le benzine ricavate dal petrolio possiedono un potere antidetonante troppo ridotto, quest'ultimo viene incrementato attraverso l'aggiunta di appositi agenti antidetonanti.

**Antidetonanti metalliferi.** In Europa, non vengono più utilizzati a causa delle sostanze nocive che sprigionano in fase di combustione (piombo, composti di bromo e cloro).

**Antidetonanti privi di metalli.** Composti aromatici come benzolo, toluene e xilolo hanno un numero di ottano compreso nel range RON 108-112 e, una volta aggiunti, incrementano il numero di ottano totale del carburante. A causa del suo effetto cancerogeno, il benzolo è limitato a 1% vol.

**Composti organici dell'ossigeno come antidetonanti.** Gli alcol (metanolo, etanolo), i fenoli e l'etere hanno lo svantaggio di essere poco solubili nel carburante, odoriferi e meno redditizi a causa del loro ridotto contenuto energetico.

**MTBE (metil-ter-butil-etere) come antidetonante.** Avendo un numero di ottano compreso in un range elevato, tra RON 110 e 115, è in grado di influenzare significativamente il numero di ottano totale. Il suo basso punto d'ebollizione, pari a 55 °C, consente di migliorare il potere antidetonante del carburante soprattutto nell'intervallo di ebollizione inferiore (è aggiunto al carburante in misura del 10+15% circa).

#### 1.8.3 Carburanti diesel

Sono carburanti a difficile ebollizione e rientrano nella classe di pericolo A III (punto di infiammabilità > 55 °C). Sono inquinanti e nocivi per la salute.

I carburanti diesel sono costituiti principalmente da una miscela di olefine e paraffine (idrocarburi saturi a forma di catena). L'intervallo di ebollizione dei singoli composti è compreso tra 170 e 380 °C (fig. 1, pag. 32).

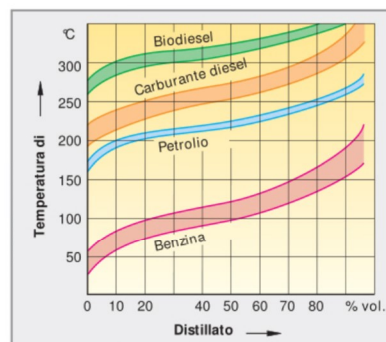


Figura 1: Curve di ebollizione di vari carburanti

Le proprietà dei principali carburanti diesel utilizzati nei motori sono descritte e definite nella norma UNI EN 590.

#### Capacità d'innescio

A differenza delle benzine che devono essere antidetonanti, i carburanti diesel devono avere una capacità d'innescio quanto più elevata possibile. L'unità di misura della capacità d'innescio è il numero di cetano (CN). Più un carburante diesel contiene idrocarburi a catena e più tali catene sono lunghe, più la capacità d'innescio è elevata. Secondo la norma UNI EN 590, il numero di cetano per il carburante diesel deve essere pari almeno a 51. I carburanti di alta qualità possono raggiungere un numero di cetano fino a 60. Il numero di cetano viene calcolato sperimentalmente su un motore rilevando il ritardo tra la fase di iniezione e l'inizio della combustione (ritardo di accensione). Il numero di cetano del carburante esaminato si ricava in base al rapporto di miscelazione tra i carburanti di comparazione utilizzati, ossia cetano ( $C_{16}H_{34}$ ) (fig. 2), con numero di cetano pari a 100, e metilnaftene ( $C_{10}H_{11}$ ), con CN = 0. Maggiore è il numero di cetano, maggiore è la capacità d'innescio del carburante.

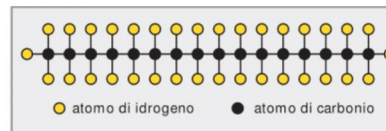


Figura 2: Cetano (n-Hexadecano)

#### Percentuale di zolfo

Per ridurre le emissioni di anidride solforosa ( $SO_2$ ) durante la combustione dei carburanti diesel, nel 2005 fu introdotto il limite di 50 mg di zolfo per kg di carburante. Dal 2009 tale quantità è stata ridotta a 10 mg. Il carburante a basso contenuto di zolfo in vendita sul

mercato adempie a questa normativa già dal 2003. Oltre a diminuire le emissioni di  $SO_2$ , il ridotto tenore di zolfo contiene anche le emissioni di particolato. Affinché i catalizzatori ad accumulano  $NO_x$  funzionino, è importante che il contenuto di zolfo sia quanto più basso possibile (inferiore a 10 ppm). La perdita di potere lubrificante dovuta alla ridotta percentuale di zolfo dev'essere compensata mediante l'aggiunta di additivi nel carburante diesel.

#### Capacità di filtraggio

I carburanti diesel hanno la caratteristica di formare, alle basse temperature, cristalli di paraffina che, una volta raggiunta una determinata dimensione, non riescono più ad attraversare il filtro del carburante. Quest'ultimo si intasa e il motore si blocca. La capacità di filtraggio è espressa dal **Cold Filter Plugging Point** (CFPP). Esso indica la temperatura a cui il carburante diesel ha formato cristalli di paraffina di dimensioni tali da non essere più in grado di attraversare un filtro di prova normalizzato nell'arco di tempo prestabilito.

#### Carburante diesel invernale

Nei mesi più freddi (dal 16/11 al 28/02) il carburante deve poter essere filtrato fino a una temperatura di -20 °C. Tale requisito viene in parte soddisfatto aggiungendo catene di idrocarburi corte (cherosene), il che tuttavia comporta anche una riduzione del numero di cetano. L'impiego di additivi (fluidificanti) non è in grado di impedire la separazione della paraffina, ma può comunque limitare e ritardare la formazione di cristalli, consentendo il passaggio del filtro anche a temperature inferiori a -20 °C. In caso di temperature più basse, è possibile rimediare installando un dispositivo di riscaldamento del filtro o del serbatoio. L'adduzione di calore, infatti, scioglie i cristalli di paraffina ed elimina l'intasamento dei filtri. L'aggiunta di benzina quale fluidificante andrebbe in ogni caso evitata poiché:

- in genere il fabbricante non lo consente, per cui ciò comporterebbe una decadenza della garanzia in caso di danno;
- la lubrificazione dell'impianto di iniezione ad alta pressione non è più garantita;
- il peggioramento della capacità d'innescio del diesel può causare danni al motore;
- il punto d'infiammabilità cambia, la miscela può prendere fuoco per cui ricade nella classe di pericolo A I.

#### 1.8.4 Carburanti vegetali

##### Oli vegetali

In linea di principio, gli oli di origine vegetale, ricavati, per esempio, da colza, girasole, canapa, ecc., possono essere utilizzati per alimentare i motori Diesel. Se si utilizzano esclusivamente oli vegetali, tuttavia, sono necessarie complesse modifiche ai motori, ai sistemi d'iniezione, ai tubi del carburante e ai filtri. Il carbu-

rante possiede un numero di cetano inferiore (CN = 39) rispetto al diesel e, a causa dell'elevata viscosità, non nebulizza in misura sufficiente nella camera di combustione, comportando spesso un'elevata cokingizzazione. Per far fronte a questa situazione, gli oli vegetali devono essere preriscaldati a circa 60÷95 °C. A causa della viscosità decisamente maggiore rispetto al diesel anche a queste temperature, le pompe sono soggette a elevate sollecitazioni. Gli oli vegetali, dunque, non sono adatti ai moderni motori Diesel delle automobili a iniezione diretta con iniettore o sistema Common Rail. Non sono neppure autorizzati da parte delle case automobilistiche. Un'ulteriore causa di problemi è la forte diluizione dell'olio motore in caso di frequenti avviamenti a freddo. Visto che gli oli vegetali evaporano soltanto a partire dai 220 °C circa, l'olio motore viene contaminato da una maggiore quantità di olio vegetale, per cui, reagendo con i residui della combustione, tende a formare grumi e potenzialmente a intasare tubi e filtri. Ecco perché gli intervalli di cambio dell'olio devono essere almeno dimezzati. Un vantaggio dell'olio vegetale è la sua buona biodegradabilità, mentre sono uno svantaggio la sua pessima resistenza all'invecchiamento e la sua minore capacità di conservazione. Ossidazione, proliferazione batterica e accumulo d'acqua sono le criticità principali, per cui deve essere stoccato al fresco (5-10 °C), evitando quanto più possibile il contatto con l'ossigeno dell'aria, al riparo dalla luce e in un ambiente asciutto. Per garantire standard di qualità costanti nel tempo, è stata definita una norma specifica (DIN 51605 – olio di colza per l'impiego come biocarburante).

#### Biodiesel (metil-estere di colza = RME)

Per la produzione del biodiesel, l'olio di colza viene miscelato, tra le varie sostanze, con il 10% di metanolo e trasformato chimicamente ad alte temperature. Tale trasformazione dà origine ad acidi grassi che vengono esterificati (si legano) con l'ausilio del metanolo. Tutti i metil-esteri derivanti da oli vegetali o animali vengono raggruppati nell'accezione generale di metil-esteri di acidi grassi (FAME). A seconda della sostanza di partenza, è possibile produrre anche metil-estere derivante dall'olio di palma (PME), da grassi animali (AME), ecc., aventi proprietà simili all'RME. Il biodiesel possiede una minore viscosità rispetto al prodotto di base, è privo di composti aromatici tossici e ha un basso contenuto di zolfo. Grazie al suo numero di cetano (CN = 56) e alle sue proprietà fisiche (potere calorifico, intervallo di ebollizione) può essere utilizzato come sostituto del diesel. Per garantire livelli di qualità costanti, il Comitato Europeo di Normazione relativo ai FAME ha definito lo standard EN 14214. Nell'utilizzare il biodiesel puro, tuttavia, occorre considerare che:

- la casa automobilistica deve omologare l'impiego del biodiesel (copertura della garanzia);

- le parti in plastica che entrano a contatto con il carburante, come tubi flessibili, guarnizioni o serbatoio, devono essere resistenti al biodiesel;
- i filtri del carburante devono essere sostituiti dopo i primi tre pieni di biodiesel, onde evitare che i vecchi residui depositati nel serbatoio e nei tubi li intasino;
- il biodiesel produce emissioni di idrocarburi fino a circa il 40% superiori nonché emissioni di NO<sub>x</sub> più elevate;
- il biodiesel riduce significativamente le emissioni di fuliggine (fino a circa il 50%), ma la percentuale di particolato nocivo rimane simile a quella del diesel derivante da oli minerali;
- i veicoli che non vengono movimentati spesso non sono idonei al biodiesel, dal momento che lo stoccaggio dell'RME causa problemi analoghi a quelli degli oli vegetali;
- il range di ebollizione superiore determina una diluizione dell'olio motore, per cui gli intervalli di cambio dell'olio devono essere dimezzati.

Se l'utilizzo del biodiesel allo stato puro può essere fonte di problemi, la miscela biodiesel-diesel minerale in quantità ridotte (dal 2004 consentito fino al 5%) non comporta particolari criticità. L'Unione Europea prevede di incrementare la percentuale di biocarburanti al 10% entro il 2020.

#### Bioetanolo

Sinora il bioetanolo è stato prodotto principalmente sfruttando vegetali contenenti zucchero, come la canna da zucchero e i cereali a base di amido. Se da un lato la resa è solo limitata, dall'altro le materie prime sono necessarie a fini alimentari. Di conseguenza, si sta lavorando alla produzione di etanolo da sostanze contenenti cellulosa, come il legno o il miscanto (etanolo cellulosico). L'etanolo ha un RON pari a 104 e può essere utilizzato ad alte concentrazioni nei motori a benzina, purché il circuito di alimentazione del carburante, l'impianto di aspirazione e l'elettronica del motore siano stati opportunamente adattati. È attualmente in fase di discussione un carburante E85, composto per l'85% da etanolo. Visto il potere calorifico ridotto, tuttavia, i consumi per litro sono particolarmente elevati, il che limita l'autonomia dei veicoli. In miscela con la benzina, attualmente sono tipiche concentrazioni fino al 5% (E10: 10% di etanolo). In questa quantità ridotta, l'aumento del numero di ottano dovuto alla presenza di etanolo è praticamente irrisorio. Al momento non è possibile incrementare la percentuale generale di etanolo rispetto alla benzina, dal momento che l'etanolo agisce anche come solvente e in alcuni veicoli aggredisce le parti in plastica, come le guarnizioni.

#### Carburanti sintetici

Nella produzione di oli vegetali è possibile sfruttare soltanto una piccola parte di materia prima. Inoltre, visto che solo determinate piante possono essere

utilizzate per ricavare carburanti, si sta lavorando anche alla produzione da biomassa (legno, paglia, rifiuti vegetali, ecc.). Tali carburanti vengono identificati con la sigla BtL (Biomass to Liquid).

I carburanti così ottenuti:

- hanno un tenore energetico inferiore (tab. 1) e una viscosità minore rispetto ai prodotti ottenuti da oli minerali;
- sono privi di composti aromatici e zolfo;
- sono costituiti soltanto da pochi composti diversi, il che determina una combustione più pulita;
- hanno un numero di ottano (benzina) o cetano (diesel) elevato;
- non richiedono modifiche, se non minime, al motore.

Tabella 1: Confronto tra biocarburanti

Biocarburante	Resa annua per ettaro	Carburante
Olio di colza	fino a 1480 l	1 l = 0,961 l diesel
Biodiesel	fino a 1550 l	1 l = 0,911 l diesel
Bioetanolo	fino a 2560 l	1 l = 0,651 l benzina
Carburante BtL	fino a 4030 l	1 l = 0,971 l diesel
Biometano	fino a 3540 kg	1 kg = 1,40 l benzina

#### 1.8.5 Carburanti gassosi

Sono disponibili sotto forma di catene di idrocarburi extracorte (metano, butano, propano) o di idrogeno e sono indicati per i motori ad accensione comandata.

#### Gas naturale

Dopo l'estrazione il gas naturale viene desolfato e depurato. Esso è costituito per il 98% da metano (CH<sub>4</sub>), con percentuali di etano (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), butano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) e propano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>). Possono essere presenti anche azoto (N<sub>2</sub>) e anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). Maggiore è la percentuale di CO<sub>2</sub> e N<sub>2</sub>, minore è il potere calorifico. Il gas naturale venduto sul mercato, infatti, è di due qualità: H se possiede un potere calorifico elevato, L se ha un potere calorifico inferiore.

Il gas naturale può essere stoccato in forma gassosa a temperatura ambiente e a 200 bar (CNG = Compressed Natural Gas) oppure in forma liquida a -160 °C e a 2 bar (LNG = Liquefied Natural Gas). Nelle stazioni di rifornimento di CNG, il gas viene essiccato, precompresso e approntato in un serbatoio pressurizzato. I vantaggi derivanti dall'utilizzo del gas naturale sono le basse emissioni non trattate (CO, particolato) e un livello di CO<sub>2</sub> inferiore (-25%) rispetto a quello sprigionato nella combustione della benzina. Il numero di ottano elevato, compreso tra 115 e 130, consente di incrementare la compressione fino a 13:1, con conseguente aumento dell'efficienza. Ciò tuttavia vale soltanto per i veicoli alimentati esclusivamente a gas naturale. Lo svantaggio è

la ridotta densità di stoccaggio a parità di volume del serbatoio, con conseguente diminuzione dell'autonomia.

Per il funzionamento a gas naturale, l'elettronica del motore e i catalizzatori devono essere opportunamente modificati.

#### Gas per autotrazione

Il gas per autotrazione viene anche chiamato gas liquefatto (GPL). È costituito prevalentemente da butano (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) e propano (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>) e viene stoccato a 5÷10 bar in forma liquida. Rispetto al gas naturale, lo stoccaggio a bordo del veicolo risulta quindi decisamente più semplice e la modifica dello stesso meno costosa. Durante la combustione del GPL si forma circa il 15% in meno di CO<sub>2</sub> rispetto alla combustione della benzina.

#### Idrogeno

Vista la sua disponibilità illimitata in natura, il suo tenore energetico e le sue proprietà combustibili (H<sub>2</sub>O pura come prodotto della combustione), l'idrogeno rappresenta il carburante ideale. Al momento il suo utilizzo non si è ancora concretizzato principalmente a causa della difficoltà di rifornimento veicoli e alle sue criticità di stoccaggio. Per quanto riguarda la combustione a caldo, inoltre, resta ancora da definire il rapporto di miscelazione e come risolvere il problema dell'efficienza ridotta dei motori. Per il funzionamento di celle a combustibile (combustione a freddo) e motori elettrici, l'idrogeno viene in parte ricavato dal metanolo, il che consente di ovviare alla problematica sinora irrisolta dello stoccaggio.

#### 1.8.6 Oli e sostanze lubrificanti

##### Produzione

Gli oli di base per motori e trasmissioni sono prodotti dai residui della distillazione atmosferica del greggio attraverso un trattamento di distillazione sottovuoto (fig. 1, pag. 29). Le molecole di idrocarburi a catena lunga contenute nell'olio lubrificante sono molto sensibili al calore e, già a partire da 330 °C, possono decomporsi in molecole di benzina a catena corta. Per evitarlo, si riduce la temperatura d'ebollizione attraverso una depressione (sottovuoto). Come nella distillazione atmosferica, i distillati prodotti presentano viscosità differenti (più la temperatura d'ebollizione è elevata, più le catene molecolari sono corte). Per utilizzarli come oli di base nella produzione di oli lubrificanti, questi distillati de-

Tabella 2: Funzioni della raffinazione

Eliminare gli elementi non desiderati (per es. zolfo)
Aumentare la stabilità nel tempo
Regolare l'indice di viscosità a circa 100
Abbassare il punto di solidificazione a -9 ÷ -15 °C attraverso la deparaffinazione

vono essere ulteriormente raffinati (tab. 2, pag. 34). Grazie all'aggiunta di speciali sostanze attive (additivi), gli oli di base acquisiscono ulteriori proprietà specifiche necessarie, per esempio, a livello di protezione contro la corrosione e di indice di viscosità.

**Oli di base derivanti da idrocarburi**

Gli **idrocarburi sintetici** sono composti, come i raffinati, da atomi di carbonio e di idrogeno, ma hanno una diversa struttura molecolare rispetto al petrolio. Il prodotto di partenza, la benzina grezza, viene trasformata tramite cracking in molecole di gas reattive, come l'etilene. Esse vengono quindi unite (sintetizzate) a molecole aventi una determinata struttura desiderata, le poli-alfa-olefine (PAO), e trasformate in isoparaffine. Tale struttura molecolare conferisce agli idrocarburi sintetici, rispetto a quelli raffinati, un indice di viscosità particolarmente elevato, ridotte perdite per evaporazione e un miglior comportamento alle basse temperature.

**Funzioni e proprietà degli oli lubrificanti**

Lubrificare	Pulire
Raffreddare	Proteggere dalla corrosione
Impermeabilizzare	Attutire i rumori

**Viscosità.** È la misura della resistenza allo scorrimento di un olio ed equivale all'attrito interno. L'olio ha una bassa viscosità e quindi una minore resistenza alla deformazione se è fluido, mentre ha un'alta viscosità quando è più consistente. Questa resistenza che il liquido contrappone allo spostamento di due strati adiacenti, si chiama anche attrito interno (sollecitazione di taglio). La viscosità varia a seconda del tipo di olio ed è inversamente proporzionale alla temperatura (fig. 1).

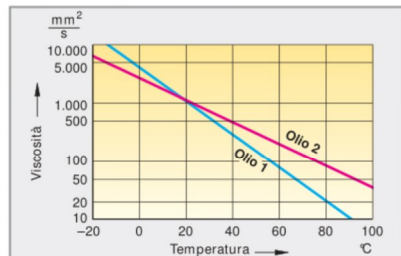


Figura 1: Grafico viscosità-temperatura

**Viscosità cinematica.** Viene rilevata mediante un viscosimetro capillare (fig. 2).

Una determinata quantità d'olio scorre in un tubo lungo e stretto alla temperatura di controllo. Dal tempo di deflusso si rileva la viscosità, misurata in m<sup>2</sup>/s o mm<sup>2</sup>/s.

**Viscosità dinamica.** Può essere rilevata in viscosi-

metri capillari pressurizzati, soprattutto la viscosità HTHS, o in viscosimetri rotazionali (fig. 2) per quanto riguarda la viscosità alle basse temperature. In un cilindro riempito con l'olio da esaminare viene fatto ruotare un rotore ad una determinata temperatura di controllo. Dalla coppia necessaria per effettuare la rotazione si ricava la viscosità in Pa · s (Pascal-secondo) o, più frequentemente, in mPa · s.

**Viscosità HTHS (High Temperature High Shear).** Alcuni enti di normazione (SAE, ACEA) e diverse case automobilistiche stabiliscono, a una temperatura dell'olio di 150 °C e un gradiente di velocità pari a 10<sup>6</sup> s<sup>-1</sup>, determinate viscosità minime, allo scopo di far sì che anche a regimi e temperature elevati si formi un film lubrificante portante. Abbassando l'indice HTHS si può ridurre il consumo di carburante.

**Gradiente di velocità.** Si ottiene dividendo la velocità del pezzo in movimento per lo spessore del film lubrificante. All'interno di un meato, l'olio è soggetto a diverse sollecitazioni di taglio. Esempio: a regimi elevati del motore, un pistone si sposta lungo la parete del cilindro a una velocità pari fino a 36 m/s, mentre l'olio adeso alla superficie ha una velocità pari a 0. Al minimo il gradiente di velocità è pari a 10<sup>5</sup> s<sup>-1</sup>, al massimo numero di giri a 10<sup>6</sup> s<sup>-1</sup>, mentre lo spessore del film lubrificante è compreso tra 3/100 e 4/100 mm.

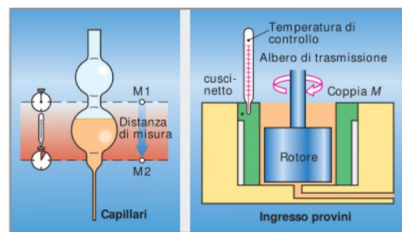


Figura 2: Viscosimetro cinematico, viscosimetro rotazionale

**Indice di Viscosità.** In un motore, l'olio più appropriato è quello la cui viscosità si modifica il meno possibile all'aumentare della temperatura (Olio 2 nella fig. 1), perché esso permette un buon avviamento a freddo e mantiene uno strato lubrificante stabile alle alte temperature. Il valore numerico dell'Indice di Viscosità (IV) esprime l'inclinazione delle rette VT (Viscosità-Temperatura). Essa aumenta a mano a mano che si appiattisce la curva caratteristica nel grafico VT. Gli oli minerali di buona qualità hanno un indice di viscosità pari a 90÷100, mentre gli idrocarburi sintetici raggiungono il valore di 120÷150, il che consente di soddisfare più facilmente le esigenze dei motori ad alta potenza. Il valore numerico dell'indice di viscosi-

tà si ricava dall'inclinazione delle rette all'interno del grafico VT.

**Classi di viscosità SAE**

Sono state definite dalla Society of Automotive Engineers (associazione degli ingegneri automobilistici) americana per semplificare la scelta degli oli per motori e cambi nei diversi range di temperatura. Si distingue tra oli monogrado, invernali come SAE 10W o SAE 20W/20 ed estivi come SAE 30 o SAE 50, e oli multigrado, per tutte le stagioni, come SAE 15W-50. La suddivisione in classi di viscosità SAE inizia da 0W e termina per gli oli motore a 50.

Più l'indice è elevato, più denso è l'olio.

Gli **oli multigrado** sono oli lubrificanti che coprono più di una classe di viscosità; il SAE 15W-50, per esempio, possiede i requisiti del SAE 15W alla temperatura di -17,8 °C e i requisiti del SAE 50 alla temperatura di +98,9 °C, per cui facilita l'avviamento alle basse temperature e garantisce una buona stabilità termica alle alte temperature.

**Additivi.** Gli oli di base non sono in grado di soddisfare i molteplici requisiti di un olio lubrificante per motori e cambi, per cui si fa ricorso ad additivi chimici. Essi consentono di migliorare le proprietà dell'olio o di inibire eventuali caratteristiche indesiderate (tab. 1). Gli additivi sono agenti attivi in superficie che possono reagire con acqua o acidi, ma sono anche solubili in olio. La percentuale di additivo può variare tra meno dell'1% e il 25%.

**Oli HD (HD = Heavy Duty).** Contengono additivi disperdenti, che avvolgono le impurità, le mantengono in sospensione ed evitano la formazione di melma concentrando le particelle di sporco. Oggigiorno

tutti gli oli contengono additivi disperdenti. Il range di temperatura in cui possono essere utilizzati gli oli motori è rappresentato nella fig. 1.

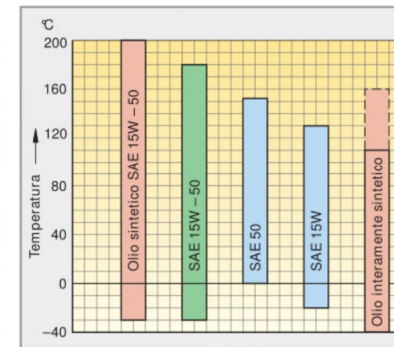


Figura 1: Range di temperatura degli oli motore

**Classificazione degli oli motore secondo API**

L'American Petroleum Institute (API) ha creato, in collaborazione con la SAE e l'ASTM (American Society for Testing and Materials), un sistema di classificazione degli oli motore che può essere ulteriormente ampliato senza la necessità di modificare le classi preesistenti, per cui consente, all'occorrenza, di aggiungere nuove classi con requisiti ancora più elevati (tab. 1, pag. 37).

Per i motori a ciclo Otto si opera una distinzione per classi S (spark ignition o classi Service). Gli oli per motori Diesel, invece, vengono suddivisi in classi C (compression ignition o Classi Commerciali).

Tabella 1: Additivi (elenco non esaustivo)

<b>Additivi anti-invecchiamento e antiossidanti</b>	Impediscono l'ossidazione (degradazione) dell'olio per effetto del calore e dell'ossigeno. Grazie alla formazione di un film protettivo, impediscono anche la corrosione sulle superfici metalliche.
<b>Additivi Extreme Pressure/Antiwear (EP/AW)</b>	Gli additivi ad alta pressione formano sulle superfici di scorrimento (cuscinetti, pistoni, cilindri, ruote dentate, camme) strati sottili, ma scivolosi che impediscono il contatto diretto tra le superfici metalliche.
<b>Additivi per il miglioramento dell'indice di viscosità</b>	Sono composti da lunghe molecole di idrocarburi filiformi, che quando l'olio è freddo risultano aggrovigliate e scarsamente disciolte. Quando l'olio si scalda, esse si sciolgono formando un volume più grande e addensando, in tal modo, l'olio. L'indice di viscosità aumenta.
<b>Additivi per l'abbassamento del punto di solidificazione</b>	Il punto di solidificazione corrisponde alla temperatura alla quale un olio, sottoposto a raffreddamento a determinate condizioni, scorre faticosamente. La solidificazione dell'olio avviene per precipitazione e concatenamento dei cristalli di paraffina. Gli additivi abbassano il punto di solidificazione e la reazione avviene a temperature più basse.
<b>Additivi per la modifica del coefficiente d'attrito (friction modifier)</b>	Per un funzionamento corretto di sincronizzatori, cambi automatici e differenziali autobloccanti è necessario un determinato coefficiente d'attrito minimo, che è ottenuto aggiungendo appositi additivi speciali.

Tabella 1: Classi API, requisiti

Motori a ciclo Otto	
SJ	La norma è attenta al risparmio del carburante e ai requisiti relativi alle perdite di carburante. Vista la compatibilità con i catalizzatori, la percentuale di fosforo è limitata allo 0,1%.
SL	Rispetto a SJ, requisiti più stringenti in materia di consumo di olio, pulizia e invecchiamento. In vigore da luglio 2001.
SM	Supera i requisiti di qualità dell'olio motore API SL. Possibilità di prolungare gli intervalli di cambio olio. HTHS > 3,5 mPa · s. Le percentuali di cenere fosfatate, fosforo e zolfo sono ridotte, per cui l'olio è indicato per i motori automobilistici con catalizzatore NO <sub>x</sub> . In vigore dal 2004.
Motori Diesel	
CG-4	Indicato per i motori Diesel a basse emissioni di veicoli industriali a lunga percorrenza.
CH-4	Per intervalli di cambio olio estremamente lunghi, maggiore protezione e antiusura contro gli effetti della fuliggine.
CI-4	Indicato per motori Diesel veloci con ricircolo dei gas di scarico.
CJ-4	Indicato per motori Diesel veloci con filtro antiparticolato e limiti di emissioni dei gas di scarico. In vigore dal 2007.

Tabella 2: Classi di prestazione ACEA

Classe	Requisiti	Utilizzo
A1 B1	Requisiti meno stringenti a livello di stabilità al taglio e tendenza all'evaporazione.	Oli ad alto potenziale di risparmio carburante (≥ 2,5%). A causa della loro bassa viscosità HTHS, questi oli possono essere utilizzati soltanto in motori appositamente omologati.
A3 B3 B4	Oli particolarmente stabili al taglio con bassa tendenza all'evaporazione.	Oli con elevata protezione antiusura a temperature e regimi elevati. Gli oli B4 sono particolarmente indicati per i motori Diesel a iniezione diretta.
A5 B5	Oli stabili al taglio con perdite per evaporazione ridotte rispetto agli oli A1/B1.	Oli ad elevato potere lubrificante con un risparmio certificato di carburante fino al 2,5% in un motore di prova rispetto a un olio di riferimento 15W-40.
C1 C2 C3 C4	C1 low SAPS, C2 mid SAPS, C3 mid SAPS, C4 low SAPS C1/C2 stabilità al taglio ridotta. C3/C4 stabilità al taglio superiore.	Raccomandati o obbligatori per motori di autoveicoli (motori Euro IV), con filtro antiparticolato, catalizzatore NO <sub>x</sub> , catalizzatore a 3 vie.
E2 E4 E6 E7 E9	Tutti gli oli E soddisfano i medesimi requisiti in termini di stabilità al taglio, viscosità HTHS e tendenza all'evaporazione. E6/E9 sono i cosiddetti oli SAPS. E7 e E6 hanno una percentuale consentita di cenere solfatate del 2%.	E2 per intervalli di cambio olio di media durata. E4 per intervalli di cambio olio fino a 100.000 km. E6/E9 per motori con ricircolo dei gas antiparticolato diesel e catalizzatore SCR. E7 per motori senza filtro antiparticolato diesel.

**Perdite per evaporazione**

Per ridurre i depositi di carbonio su pistoni e valvole, le perdite per evaporazione negli oli A1/A3 e B1/B3

**Classificazione degli oli motore secondo ACEA**

L'ACEA (Association des Constructeurs Européens de l'Automobile = associazione dei costruttori europei di automobili) descrive i requisiti minimi degli oli motore utilizzati nei motori a benzina e diesel degli autoveicoli e nei motori diesel dei veicoli industriali (tab. 2).

Gli oli motore vengono suddivisi in 4 diverse classi di prestazione:

- motori a benzina di autoveicoli in ACEA A1, A3 e A5;
- motori Diesel di autoveicoli in ACEA B1, B3, B4 e B5;
- motori Diesel e a benzina di autoveicoli con sistemi di post-trattamento dei gas di scarico in ACEA C1, C2, C3, C4. In questi oli le percentuali di cenere fosfatate, fosfato e zolfo (SAPS) sono rigorosamente limitate. A seconda del tenore di queste sostanze nell'olio, si distingue tra oli low SAPS (≤ 0,5%) e mid SAPS (≤ 0,8%);
- motori Diesel di veicoli industriali in ACEA E2, E4, E6, E7, E9.

I numeri che seguono le rispettive lettere definiscono ulteriori proprietà degli oli previsti dalla normativa. Tutti gli oli sono soggetti ai medesimi requisiti in termini di schiumeggiamento e compatibilità con le guarnizioni.

Le specifiche degli oli stabilite dai produttori sono obbligatorie al fine di evitare danni al motore o al sistema di iniezione.

non devono superare il 13-15%. Le perdite per evaporazione sono calcolate nell'arco di un'ora a una temperatura dell'olio di 250 °C.

Esse sono direttamente proporzionali alla temperatura di esercizio e alla fluidità dell'olio di base utilizzato e comportano, oltre ai depositi di carbonio, anche un maggiore consumo di olio.

**Oli per cambi**

Gli oli per cambi devono soddisfare requisiti in parte diversi rispetto agli oli per motori:

- protezione antiusura dei fianchi degli ingranaggi e delle superfici di scorrimento dei cuscinetti. Soprattutto negli ingranaggi ipoidi può accadere che il film lubrificante venga asportato per compressione, con conseguente incremento dell'usura;
- diverso comportamento d'attrito. Nei cambi sincronizzati lo strato d'olio tra il cono di frizione e l'anello sincronizzatore deve poter essere asportato per consentire il processo di sincronizzazione;
- protezione antivechiamento per l'intera durata di vita;
- compatibilità con le guarnizioni, per esempio con gli elastomeri.

Per gli oli del cambio si utilizzano, oltre alle classi API, anche le classi SAE (tab. 1).

Tabella 1: Classi di prestazione degli oli per cambi

Cambio manuale, riduzioni finali coniche non disassate	API GL4	SAE 75, 80, 90
Cambio manuale (non problematico a livello di sincronizzazione), riduzioni finali coniche molto disassate	API GL5	SAE 80, 90, 140 SAE 75W SAE 80W-90 SAE 85W-140

**Oli per cambi ad elevato potere lubrificante.** Oli multigrado fluidi, come SAE 75W-90 ad elevato indice di viscosità. Con l'aggiunta di appositi additivi si riduce il coefficiente d'attrito soprattutto alle basse temperature, rendendo più fluido il cambio e abbassando i consumi.

**Oli per differenziali.** Per gli ingranaggi ipoidi, in particolare, occorrono oli fortemente addizionati ad elevata portanza, affinché il film lubrificante tra i denti non venga asportato per compressione. Nei differenziali autobloccanti si utilizzano oli LS (limited-slip) che, limitando lo slittamento, coadiuvano l'azione autobloccante tra le lamelle di attrito pressurizzate.

**Oli ATF per cambi automatici (Automatic Transmission Fluid).** Rispetto agli oli per cambi manuali, essi devono soddisfare ulteriori requisiti:

- lubrificazione di ingranaggi planetari e ruote libere;
- comando di freni e frizioni;
- trasmissione della coppia tra girante della pompa e girante della turbina;
- buona viscosità a tutte le temperature.

Gli oli ATF sono oli per cambio a bassa viscosità e un punto di solidificazione inferiore a -40 °C. La

viscosità è prescritta nelle rispettive specifiche, ma non viene indicata. Per gli oli ATF non esiste una norma cogente; i requisiti minimi vengono stabiliti dalle case automobilistiche in apposite specifiche aziendali, per esempio Dexron III di General Motors o Mercon di Ford.

Le prescrizioni autorizzative delle case automobilistiche devono essere obbligatoriamente rispettate.

**Grassi lubrificanti**

I grassi lubrificanti sono costituiti da un olio e un addensante. Con l'ispessimento si creano strutture simili a una spugna, all'interno delle quali si deposita l'olio che, all'occorrenza, viene nuovamente rilasciato.

I grassi lubrificanti sono prodotti dal rigonfiamento di agenti addensanti all'interno di un olio.

**Struttura dei grassi lubrificanti**

**Oli di base.** Come per gli oli motore, si utilizzano raffinati semplici, oli ottenuti mediante idrocracking o idrocarburi sintetici (PAO). Se il grasso dev'essere biodegradabile, si impiegano oli di colza o esteri sintetici.

**Addensanti.** Gli agenti utilizzati sono saponi addensanti, chiamati anche saponi metallici, come saponi di litio, calcio e sodio, e addensanti privi di saponi come gel o bentonite. A seconda del tipo di addensante utilizzato, della temperatura e della viscosità dell'olio di base, si ottiene un grasso lubrificante più o meno consistente (rigido).

**Scelta del grasso lubrificante**

Dipende dalla temperatura d'esercizio predefinita e dal carico applicato, per esempio nel cuscinetto. Alle alte temperature alcuni grassi diventano morbidi e colano. Il grado di temperatura a cui si liquefanno i grassi è detto punto di goccia e dipende dal tipo di sapone di base utilizzato (tab. 2).

**Grasso al sapone di litio.** Tipo di grasso lubrificante maggiormente utilizzato. Resistente all'acqua, resistente agli stress termici, range di temperatura d'esercizio - 20÷130 °C.

**Grasso al sapone di calcio.** Resistente all'acqua, poco resistente agli stress termici, range di temperatura d'esercizio - 40÷60 °C.

Tabella 2: Proprietà dei grassi lubrificanti

Sapone di base	Punto di goccia °C	Resistenza acqua	Utilizzo
Calcio	fino a 200	si	Grasso lubrificante
Sodio (grasso al sapone sodico)	120...250	no	Grasso x cuscinetti volventi
Litio (grasso al sapone di litio)	100...200	si	Grasso multiuso

**Grasso al sapone di sodio.** Non resistente all'acqua, range di temperatura d'esercizio fino a 100 °C.

**Grassi per alte temperature.** Possono essere utilizzati a temperature costanti superiori a 130 °C. Si distinguono in:

- grassi saponati complessi; come base si utilizzano speciali saponi metallici di Al, Ca o Li (sono impiegati nelle trasmissioni dei veicoli industriali);
- grassi a base di gel o bentonite; come base si utilizzano addensanti privi di sapone (si utilizzano come grassi per ruote dentate o cuscinetti ad alte temperature).

**Grassi lubrificanti EP (Extreme Pressure).** Sono in grado di sostenere pressioni elevate e contengono composti di zolfo e fosforo.

**Additivi.** Per le massime sollecitazioni si aggiungono al grasso appositi lubrificanti solidi (grafite, bisolfuro di molibdeno, rame).

**Consistenza.** È la resistenza di un grasso alla sua deformazione. In funzione della profondità di penetrazione di un cono normalizzato nel grasso, si ha la suddivisione nelle classi **NLGI (National Lubricating Grease Institute)** 000, 00, 0, 1, 2, 3, 4, 5.

Consistenza	Proprietà, utilizzo
000 ... 1	Grassi estremamente morbidi, fluidificanti, per esempio impianti di lubrificazione centrali
2 ... 3	Grassi morbidi, lubrificanti per tutti i restanti punti di ingrassaggio
4 ... 5	Grassi solidi, per pompe acqua

#### Marcatura dei grassi lubrificanti

**Esempio:** K PF 2 K - 30

- K Grasso lubrificante per cuscinetti volventi (G per cambio)  
 PF P per EP/additivi AW, F per lubrificanti solidi, per esempio MoS<sub>2</sub>  
 2 Classi NLGI, 2 = grasso lubrificante  
 K Temperatura massima d'esercizio 120 °C  
 -30 Temperatura minima d'esercizio in °C

#### DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Come vengono prodotti gli oli di base per i motori?
- 2 Quali sono le funzioni degli oli lubrificanti?
- 3 Che cosa s'intende per viscosità degli oli?
- 4 Cosa s'intende per olio multigrado?
- 5 Che cosa sono gli additivi?
- 6 Cosa s'intende per olio HD?
- 7 Quali sono i requisiti che devono soddisfare gli oli per cambi?
- 8 Da quale classificazione deriva un olio motore con la dicitura B3 e dove viene utilizzato?
- 9 Quali grassi lubrificanti si distinguono in base al tipo di saponificazione, e quali grassi sono particolarmente resistenti al calore?

### 1.8.7 Antigelo

Il liquido di raffreddamento è in genere una miscela ottenuta a partire da acqua (possibilmente poco calcarea), antigelo e additivi per l'anticorrosione e la lubrificazione delle valvole termostatiche. Il liquido di raffreddamento deve essere sostanzialmente privo di impurità, dal momento che il calcare, la sporcizia e il grasso diminuiscono la conduttività termica e, in alcuni casi, possono intasare le condotte e i canali. Prima che sopraggiunga la stagione fredda, la percentuale di antigelo deve essere adeguata al valore prescritto, affinché l'acqua non geli e, quindi, causi gravi danni al motore e al radiatore. In genere, il liquido di raffreddamento di un veicolo nuovo contiene tra il 40 e il 50% di antigelo. Il rapporto di miscelazione e quindi la temperatura di congelamento vengono calcolati con l'ausilio di un areometro o di un rifrattometro (fig. 1).

La misura si basa sulla determinazione della densità, proporzionale al rapporto di miscelazione.



Figura 1: Rifrattometro

Gli antigelo sono composti principalmente da glicole etilenico (G11, G12), che abbassa la temperatura di congelamento. Per proteggere i diversi materiali metallici presenti nel motore e nell'impianto di raffreddamento, si aggiungono i cosiddetti inibitori di corrosione.

Essi, tuttavia, si influenzano a vicenda e possono danneggiare le parti metalliche, per cui si consiglia di utilizzare esclusivamente gli antigelo autorizzati dal costruttore.

Il liquido di raffreddamento deve essere sostituito secondo quanto prescritto dal produttore e va raccolto e smaltito in maniera differenziata.

#### DOMANDE DI RIPASSO

- 1 Quali sono i componenti del liquido di raffreddamento?
- 2 Quali sono i requisiti che deve soddisfare il liquido di raffreddamento?
- 3 Con quali strumenti di misura si determina il rapporto di miscelazione e quindi la temperatura di congelamento?
- 4 Da che cosa è costituito principalmente l'antigelo?
- 5 A che cosa occorre prestare attenzione nello smaltimento del liquido di raffreddamento?

### 1.8.8 Refrigeranti

I refrigeranti per autoveicoli devono sostanzialmente soddisfare i seguenti requisiti:

- basso potenziale di riscaldamento globale;
- non essere nocivi per lo strato di ozono;
- tossicità ridotta o assente;
- non infiammabili;
- buone proprietà termodinamiche.

Per le omologazioni degli autoveicoli, è consentito utilizzare nelle automobili esclusivamente refrigeranti che abbiano un potenziale di riscaldamento globale inferiore a 150.

Per potenziale di riscaldamento globale (Global Warming Potential, GWP) s'intende il contributo di una determinata quantità di gas serra al surriscaldamento terrestre rispetto all'anidride carbonica (CO<sub>2</sub>). Il coefficiente GWP della CO<sub>2</sub> è pari a 1.

L'R 134a (tetrafluoroetano, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>F<sub>6</sub>) sinora utilizzato ha un coefficiente GWP pari a 1430. In sua sostituzione, sui veicoli di nuova produzione si utilizza attualmente l'R 1234 yf (tetrafluoropropene, C<sub>3</sub>H<sub>2</sub>F<sub>4</sub>) o l'R 744 (anidride carbonica, CO<sub>2</sub>). L'R 1234 yf ha un coefficiente GWP pari a 4, l'R 744 pari a 1.

Il refrigerante R 1234 yf è molto simile all'R 134a a livello di comportamento termodinamico; in caso di incendio dell'autoveicolo, tuttavia, l'R 1234 yf può rilasciare acido fluoridrico corrosivo.

Utilizzando l'R 744 è necessario invece un livello di pressione decisamente più elevato all'interno dell'impianto di climatizzazione (45÷135 bar).

**Olio frigorifero.** Per assicurare la lubrificazione delle parti mobili del compressore, è necessario un particolare olio frigorifero. Parte di esso si mescola al refrigerante e circola costantemente nell'impianto di climatizzazione.

#### NOTA TECNICA

È consentito utilizzare esclusivamente i refrigeranti autorizzati dal produttore e gli oli frigoriferi compatibili.

#### Regole di lavoro

- Evitare qualsiasi contatto con i refrigeranti liquidi.
- Indossare occhiali di protezione.
- Non rilasciare refrigeranti gassosi nell'ambiente.
- Fare attenzione al pericolo di soffocamento nelle fosse di montaggio, essendo il gas più pesante dell'aria.
- Non esporre le bombole di refrigerante a temperature superiori a 45 °C.

#### Svuotamento di un circuito

- Gli apparecchi di servizio dei diversi refrigeranti devono essere usati separatamente.
- Il refrigerante viene raccolto mediante una stazione d'aspirazione o un impianto di recupero.

### 1.8.9 Liquido per freni

Il liquido per freni deve soddisfare i seguenti requisiti:

- punto di ebollizione elevato (fino a circa 300 °C);
- punto di solidificazione basso (circa -65 °C);
- viscosità costante;
- chimicamente neutro rispetto a metalli e gomme;
- lubrificazione delle parti mobili nei cilindretti;
- miscibile a liquidi per freni analoghi.

I punti d'ebollizione fissati nelle norme DOT (Department of Transportation, Ministero dei trasporti americano) sono sufficienti a evitare la formazione di bolle di vapore derivanti dal calore prodotto durante la frenata.

Punti d'ebollizione minimi dei liquidi per freni: DOT 3 205 °C, DOT 4 230 °C, DOT 5.1 260 °C.

I liquidi per freni sono costituiti da composti poliglicolici, per cui sono igroscopici, ossia assorbono umidità. Maggiore è la quantità d'acqua, minore è il punto d'ebollizione. Quando il liquido freni contiene il 3,5% d'acqua, il suo punto d'ebollizione è detto punto d'ebollizione umido (fig. 1).

I liquidi per freni DOT 3 raggiungono questo pericoloso punto d'ebollizione umido già a 140 °C. La maggior parte dell'acqua viene assorbita dai tubi flessibili dei freni. Dopo 2 anni la percentuale d'acqua è pari a circa il 3,5%, il che significa che si è raggiunto il pericoloso punto d'ebollizione umido. Il calore prodotto in frenata genera bolle di vapore. Essendo il vapore comprimibile, ne deriva un aumento della corsa del pedale del freno con conseguente riduzione dell'efficacia frenante. Di conseguenza, il liquido per freni andrebbe sostituito al massimo dopo 2 anni.

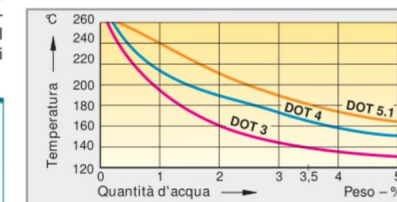


Figura 1: Curve di ebollizione dei liquidi per freni

Al fine di garantire che il liquido freni possa continuare a circolare nelle valvole elettromagnetiche di un impianto ABS anche in caso di basse temperature, la viscosità viene misurata e stabilita a -40 °C. Il liquido per freni DOT 5.1 offre le maggiori garanzie di sicurezza grazie al suo punto d'ebollizione umido elevato e alla sua viscosità.

Il liquido per freni è particolarmente nocivo e agredisce le vernici come un solvente. Durante la miscelazione e la sostituzione dei liquidi per freni è necessario rispettare le prescrizioni del costruttore.