

Fondamenti sui motori

VOLKSWAGEN GROUP ITALIA S.P.A.



Indice

Introduzione	3
Presentazione	4
Concetti base	26
Lubrificazione.....	60
Strumenti di misura	73

Introduzione

VOLKSWAGEN GROUP ITALIA S.P.A.

È valido per le seguenti figure professionali:

Responsabile Tecnico e Specialista Tecnico Gruppo Propulsori

Rimarrà disponibile come corso facoltativo per tutte le altre figure professionali nell'ambito Tecnico del Service Partner.

Il tempo dedicato alla formazione on-line verrà ritenuto valido per il conteggio delle giornate formative riferite alla formazione a distanza.

Questo corso Vi permetterà di accumulare, nel Vostro curriculum formativo, 3 ore di formazione.

Vi auguriamo di partecipare con successo a questo programma formativo.

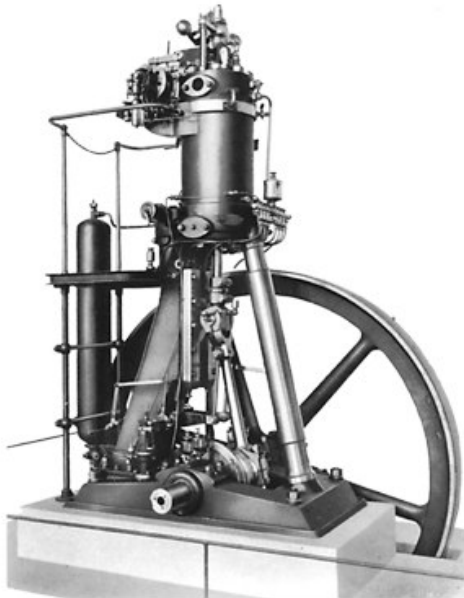
Note per visualizzare correttamente il corso

Rivedi

NOTE

Presentazione

Il motore a ciclo Otto e diesel



**500 milioni
di autoveicoli circolanti
grazie a tali motori!**

Rivedi

Versione testuale



01/22



NOTE

I pionieri tecnici

Le fondamenta per la realizzazione del motore a ciclo Otto e diesel sono state gettate da alcuni pionieri tecnici: Christiaan Huygens, James Watt, Richard Trevithick e Alphonse Beau de Rochas.

Christiaan Huygens (1629-1695) è il fisico olandese al quale viene attribuita l'invenzione del [motore a pistoni](#). Il **principio del pistone** era fondamentale in quanto spianava la strada ai pionieri della macchina a vapore.

James Watt (1736-1819) è l'ingegnere britannico inventore della **macchina a vapore** con la quale si avviava, per così dire, la carica d'innescio della prima rivoluzione industriale.

Richard Trevithick è il costruttore della prima **automobile a vapore**, nel 1803.

L'ingegnere francese **Alphonse Beau de Rochas** aveva ottenuto, nel 1862, un brevetto per la **compressione del gas e la combustione** secondo il principio del ciclo a quattro tempi ma non disponeva, però, del denaro necessario per non fare scadere tale brevetto.



02/22



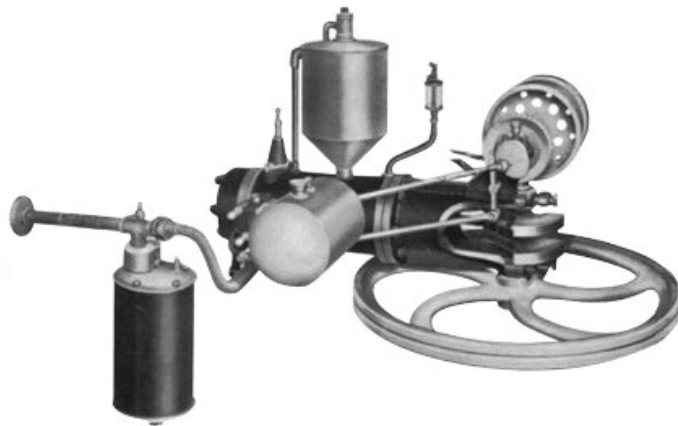
NOTE

Le prestazioni

Per migliorare le prestazioni del motore a ciclo Otto e diesel è stato necessario **aumentare la potenza** e, di conseguenza, il **numero dei cilindri** (quattro, sei oppure otto).

Robert Bosch ha dato un consistente slancio all'elettrica automobilistica: accensione, pompe, alternatori e batterie erano infatti necessari per realizzare potenza e numero di giri sempre maggiori, oltre a motori più efficienti e duraturi.

Vengono realizzati dei motori a **dodici cilindri** con un funzionamento così silenzioso e confortevole e una erogazione di potenza tali da poter essere montati su automobili lussuose. Ancora più silenziosi erano i motori a **sei cilindri** che, fino a quel momento, venivano prodotti solo negli anni 30 per gli autoveicoli in serie presso la Cadillac.



03/22

NOTE



I motori a iniezione

L'impiego dell'**elettronica** ha determinato la rivoluzione nella costruzione dei motori.

I **motori a ciclo Otto** con l'iniezione sequenziale e il diagramma della distribuzione, oppure con l'iniezione elettronica, sono oggi comandati in modo così ottimale che i valori di consumo di carburante si sono notevolmente ridotti.

Nello sport automobilistico i motori di formula 1, che hanno una cilindrata di tre litri e arrivano a dodici cilindri, forniscono una potenza di oltre 700 PS con 17000 giri/min-1. Il tutto con un peso di appena 130 chilogrammi.

La massa netta degli autoveicoli attualmente esistenti mette alle strette i progettisti di motori poiché, gli **influssi** dei motori a combustione interna sull'**ambiente** dovranno, in futuro, essere **ridotti drasticamente**.

Anche ciò che concerne la **riduzione del consumo** rappresenta per gli ingegneri un compito molto complesso e difficile: le riserve mondiali degli oli minerali sono purtroppo limitate e, nei prossimi anni, bisognerà trovare a un'**alternativa** dal punto di vista tecnico.



04/22



NOTE

I motori a combustione interna



Motori alternativi

Principio del ciclo a quattro tempi

Rivedi

Versione testuale



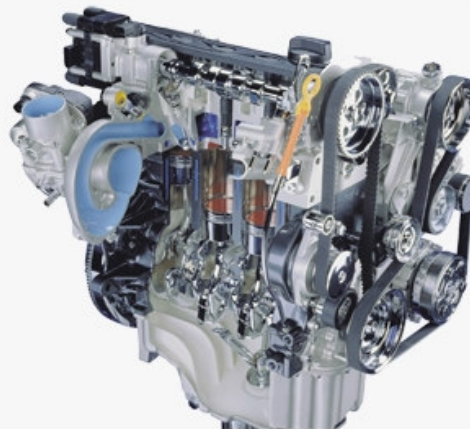
05/22



NOTE

Le tipologie di motori

Il motore viene predefinito sulla base delle condizioni richieste quali: la cilindrata, la potenza e lo spazio disponibile nel vano motore. I motori a **quattro cilindri** in linea sono adatti, grazie alle loro dimensioni costruttive compatte, sia per il **montaggio trasversale** sia per quello **longitudinale** e possono coprire uno spettro di potenza esteso fino alla classe media.

Motori a V**Motori a 4 tempi****Motori a ciclo otto****Motori diesel***Seleziona le parti attive per saperne di più*

06/22

**NOTE**

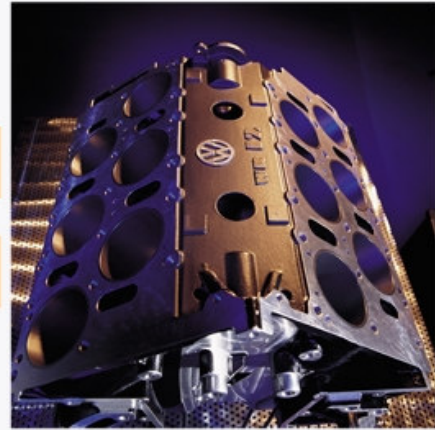
La testa cilindri e il blocco motore

Esaminiamo le caratteristiche della testa dei cilindri e del blocco motore.



Testa cilindri

Blocco motore



Seleziona le parti attive per saperne di più



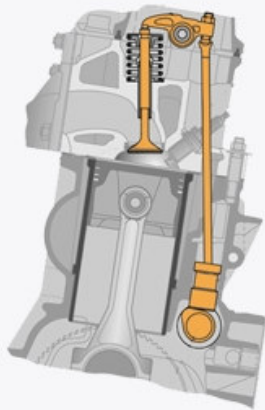
07/22



NOTE

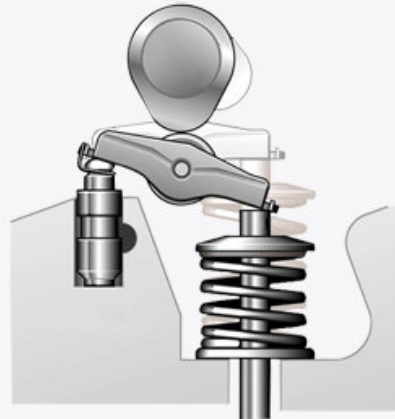
La punteria a tazza e il bilanciere punteria

Analizziamo le funzioni e le caratteristiche della punteria a tazza e del bilanciere punteria.



Punteria a tazza

Bilanciere punteria



Seleziona le parti attive per saperne di più



08/22



NOTE



Il comando di distribuzione

L'albero a camme (o della distribuzione) ha il compito di **azionare l'apertura e la chiusura delle valvole** nella corretta sequenza e di comandare il **ricambio dei gas**. Oltre ai consueti sistemi di diagrammi della distribuzione (fasatura) fissi, esistono oggi anche dei comandi variabili dell'albero a camme.

L'albero a camme viene azionato dall'albero motore rispetto a cui ruota a velocità angolare dimezzata e a cui è collegato tramite catena o cinghia oppure con una cascata di ingranaggi.



09/22



NOTE

Fondamenti sui motori ► Presentazione

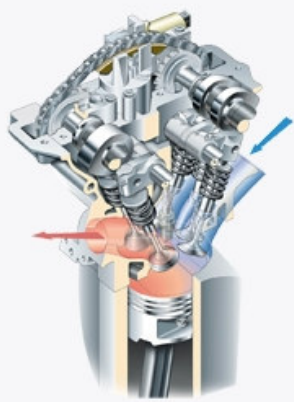
Strumenti | Aiuto |

I sistemi di distribuzione

Osserviamo il funzionamento dei sistemi di distribuzione che possono essere a due o più valvole.

Distribuzione a due valvole

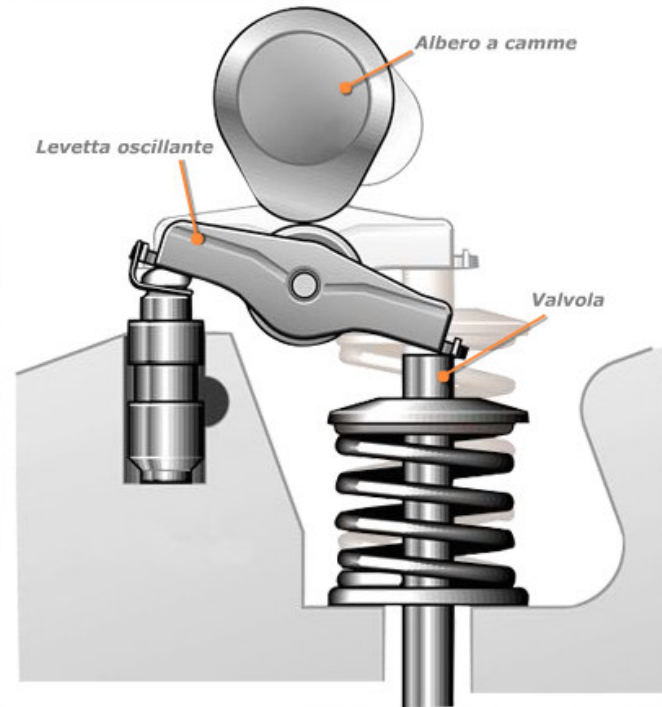
Distribuzione plurivalvole



Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ 10/22 ▶ ▶▶

NOTE



Il manovellismo

Il manovellismo è un meccanismo costituito dal pistone, dal fusto della biella e dall'albero a gomiti (o albero motore).

Il **pistone** (o stantuffo) ha il compito di **trasmettere la forza dei gas**, prodotta durante la combustione, alla biella e all'albero a gomiti; inoltre, esso deve **dissipare il calore** generato dalla combustione nelle pareti del cilindro.

La **biella** è l'elemento di **trasmissione** tra il pistone e l'albero a gomiti. Essa è sottoposta a sforzi di compressione, trazione e flessione. Il collegamento della biella con il pistone è ottenuto mediante uno spinotto mentre l'altra estremità è unita all'albero a gomiti dal perno di manovella.

L'**albero a gomiti** è fortemente sollecitato dalle coppie, dai momenti flettenti e dalle vibrazioni risultanti; esso è supportato nel basamento (o monoblocco) da cuscinetti radenti divisi ed è dotato di contrappesi per l'equilibratura delle masse.



11/22



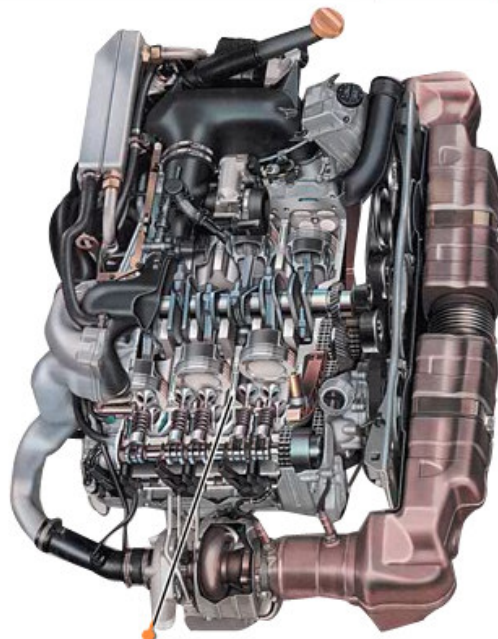
NOTE

Il circuito di raffreddamento

Nei motori delle automobili viene impiegato, nella maggior parte dei casi, un **sistema di raffreddamento a liquido**. Un impianto a circuito chiuso provvede affinché la pressione possa aumentare (fino a circa **120 gradi Celsius**) mantenendo però la temperatura dell'acqua al di sotto del livello di ebollizione. Una **pompa** trasporta l'acqua, attraverso i condotti di raffreddamento, nelle zone maggiormente sollecitate dal punto di vista termico; in seguito l'acqua ritorna nel radiatore.

Una **ventola**, comandata mediante un **giunto di viscosità** (oppure una elettroventola governata tramite un termostato), provvede all'aria di raffreddamento anche quando l'automobile è ferma. A motore freddo un termostato chiude l'alimentazione verso il radiatore. Il circuito chiuso e il ridotto volume del refrigerante in circolazione consentono di raggiungere rapidamente la temperatura di esercizio del motore.

Il **sistema di riscaldamento** è allacciato al circuito di raffreddamento mediante uno scambiatore di calore separato.



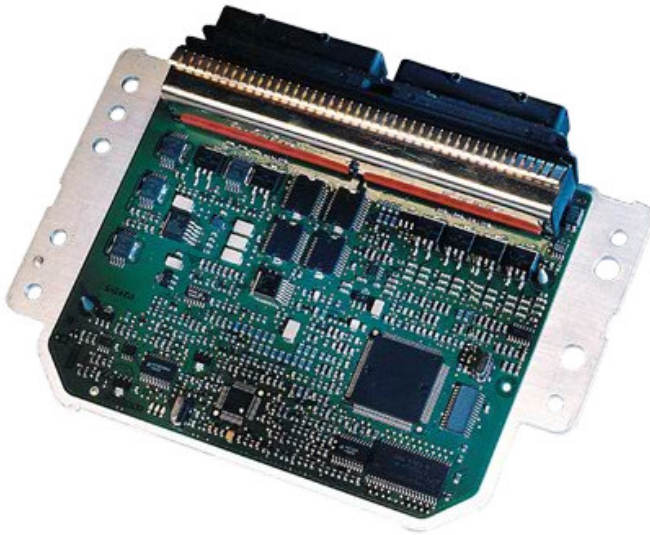
**Raffreddamento ad acqua
per cilindri e teste cilindri**



12/22



NOTE

**La gestione elettronica e la trasmissione dati**

Le complesse esigenze riguardo al consumo oppure al rapporto dei gas di scarico, hanno reso indispensabile l'impiego della tecnologia informatica nella costruzione dei motori. I calcolatori coordinano oggi gli apparecchi elettronici di comando come, ad esempio, l'iniezione della benzina e l'accensione.

Una serie di **sensori** rileva l'effettivo stato delle singole funzioni del motore comunicandolo all'**apparecchio di comando** nel quale i dati vengono valutati e, se necessario, **corretti** per essere ulteriormente trasmessi come segnali di regolazione ai singoli componenti.

Le **funzioni supplementari**, come il comando del cambio automatico, la regolazione dello slittamento della trazione, il computer di bordo oppure il sistema di autodiagnosi integrato, fanno parte del campo della gestione dei compiti ampliato. Inoltre, oggi, nella maggior parte dei casi, le funzioni dell'antifurto immobilizzatore sono integrate nell'apparecchio di comando.



13/22

**NOTE**

La preparazione e la formazione della miscela

Negli autoveicoli con il motore a quattro tempi a ciclo Otto i carburatori non hanno più nessuna importanza per la preparazione della miscela.

Il **catalizzatore regolato** prevede l'impiego di una preparazione dosata esattamente e variabile, garantita prevalentemente dai sistemi di iniezione. Con l'iniezione centrale il carburante viene dosato per tutti i cilindri mediante l'iniettore.

La miscela viene formata nel collettore **di aspirazione** a monte della valvola a farfalla, subito prima della **valvola di iniezione**. La conformazione dei tubi di aspirazione ha un notevole influsso sul trasporto e la distribuzione della miscela. I tipi di sistemi utilizzati variano in relazione alla misurazione dell'aria e all'[iniezione](#) (continua o a intervalli).



14/22

**NOTE**

L'iniezione diretta nei motori a benzina

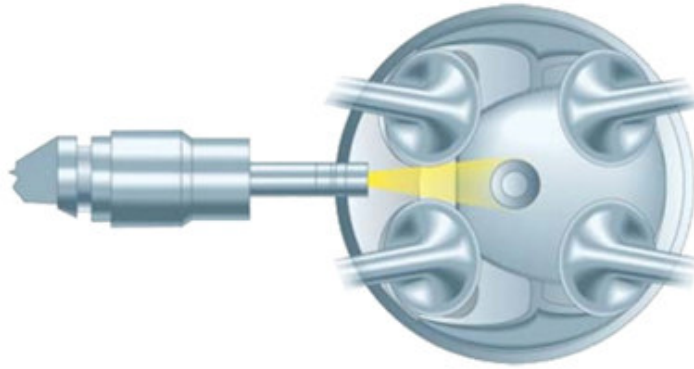
Nei motori a benzina l'iniezione diretta assume un'importanza sempre maggiore. Con questo sistema la benzina viene immessa direttamente nella camera di combustione.

La caratteristica particolare della tecnica dell'iniezione diretta è costituita dal fatto che, con l'**esercizio a carica stratificata**, la benzina e l'aria non formano una miscela omogenea, bensì si viene a formare, al centro della camera di combustione, intorno alla combustione in corso, una specie di **involucro di aria isolante**. Tale stato si ottiene dalla combinazione dell'iniezione, del flusso interno del cilindro e della geometria della camera di combustione. Questo sistema prevede un risparmio effettivo in quanto, il consumo è di circa il 15% inferiore rispetto all'iniezione indiretta.



NOTE

L'esercizio a carica stratificata



- Iniezione, geometria della camera di combustione e fluidodinamica nel cilindro tarate
- Motore nella fascia di carico e di giri corrispondente
- Nessun guasto per i gas di scarico
- Temperatura del liquido di raffreddamento $> 50^{\circ}\text{C}$
- Temperatura del catalizzatore DeNOx fra 250°C e 500°C
- Farfalla del collettore d'aspirazione chiusa

Rivedi

Versione testuale



16/22



NOTE

Fondamenti sui motori ► Presentazione Strumenti Aiuto

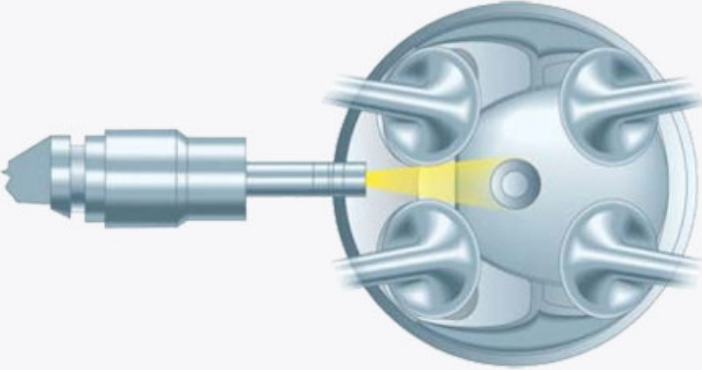
Le carica stratificata e le fasi del motore

Esaminiamo il processo legato all'esercizio della carica stratificata durante le fasi del motore.

Aspirazione

Compressione

Combustione



Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ 17/22 ▶ ▶▶

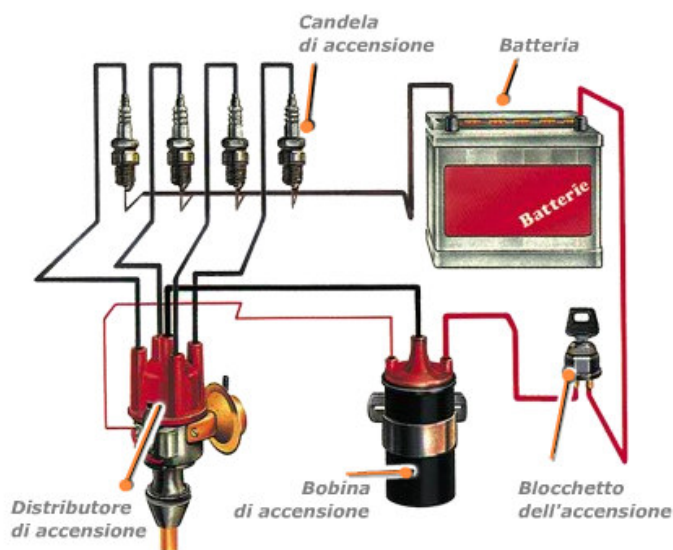
NOTE

L'accensione dei motori a benzina

Il compito dell'accensione è quello di **infiammare la miscela di aria-carburante** nel cilindro al momento giusto.

Il tipo di accensione più semplice è l'**accensione a bobina (AS)** convenzionale. In questo caso la tensione fornita dalla bobina di accensione viene trasmessa, mediante un sistema meccanico costituito da distributore e cavo di accensione, alla rispettiva candela di accensione.

Le elevate prestazioni richieste ai motori moderni hanno contribuito allo sviluppo dell'**accensione interamente elettronica (AIE)**. Nell'AIE la distribuzione dell'alta tensione rotante meccanicamente viene sostituita dai componenti elettronici. Un apparecchio di comando elettronico calcola, con un microcomputer, l'esatto angolo di accensione, nel diagramma di accensione, mediante i diversi segnali di ingresso come il numero di giri, la temperatura del motore, la pressione del collettore di aspirazione oppure la tensione della batteria.

**NOTE**

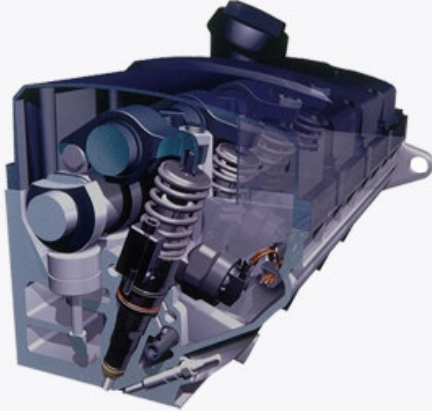
[Fondamenti sui motori](#) ▶ [Presentazione](#)

[Strumenti](#) | [Aiuto](#)

I tipi di iniezione nei motori diesel
Osserviamo i diversi tipi di iniezione che possono essere impiegati nei motori benzina.

Iniezione diretta

Iniezione indiretta



Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ 19/22 ▶▶

NOTE

Le nuove tecniche di iniezione diretta di gasolio

Oltre al sistema a iniezione elettronica esistono nuove tecniche per l'iniezione diretta di gasolio che consentono di ottimizzare il processo di combustione: il sistema common rail e il sistema iniettore/pompa.

Sistema common rail

Sistema iniettore/pompa



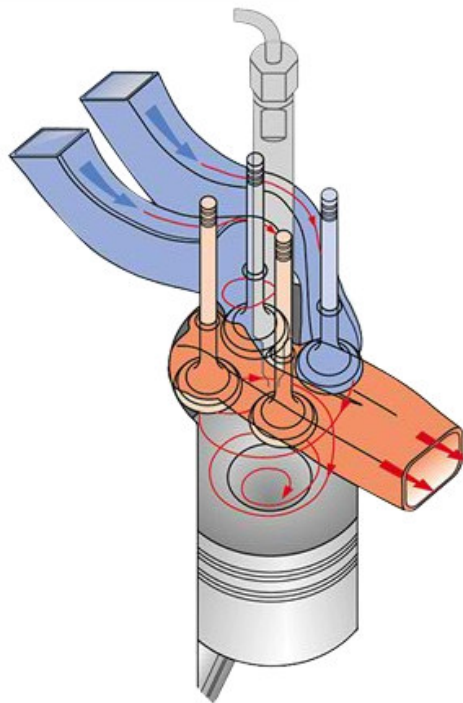
Seleziona le parti attive per saperne di più



20/22



NOTE



La preiniezione

Nei motori diesel, per rendere la combustione ancora più efficiente, ci si serve della preiniezione di una **quantità minima di carburante**.

Il **mantenimento dell'istante**, richiesto dal motore, di questa preiniezione (il cosiddetto **intervallo di iniezione**) può essere realizzato, nel sistema iniettore/pompa, in modo ottimale. Questa operazione viene compiuta, mediante un sistema idromeccanico, nel modo più preciso possibile rispetto a tutti gli altri sistemi. Per ogni corsa della pompa è preiniettata una **quantità di carburante** che varia da 1, e non oltre, ad un massimo di 2 millimetri cubi. Questo riduce notevolmente i rumori della combustione e minimizza gli ossidi di azoto dei gas di scarico.



21/22



NOTE

Fondamenti sui motori ► Presentazione Strumenti Aiuto

Il processo di iniezione

Analizziamo ora nel dettaglio come avviene il processo di iniezione utilizzando il sistema iniezione pompa.

Riempimento del vano di alta pressione	
Inizio della preiniezione	Conclusione della preiniezione
Inizio dell'iniezione principale	Conclusione dell'iniezione principale
Inizio della postiniezione	Conclusione della postiniezione

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ 22/22 ▶ ▶▶

NOTE

Concetti base

Il motore

Motori endotermici

Motore diesel



Accensione per compressione

Motore benzina



Accensione per scintilla

Rivedi

Versione testuale



01/34



NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Concetti base
Strumenti
Aiuto

Le misure del motore

Tra le misure del motore è importante conoscere:

- l'**alesaggio** che definisce il diametro interno del cilindro ed è espresso in millimetri;
- la **corsa** che è la distanza tra i limiti del movimento del pistone (punto morto superiore e punto morto inferiore) ed è espressa in millimetri;
- il **numero dei cilindri** del motore.

Alesaggio, corsa e numero dei cilindri sono gli **elementi principali** che definiscono la cilindrata del motore.

Per **cilindrata**, in meccanica, si intende il volume all'interno del cilindro nel momento in cui il pistone si trova nel punto morto inferiore. Nel caso di motori a più cilindri tale grandezza va moltiplicata per il loro numero. La cilindrata così calcolata è detta **totale** per distinguerla dalla cilindrata **unitaria** che indica il volume dei singoli cilindri.

In meccanica la cilindrata è indicata generalmente con il centimetro cubo, oppure in litri.

$a = \text{alesaggio}$
 $b = \text{corsa}$
 $r = \text{raggio} = a/2$

$$\text{Cilindrata} = r^2 \times 3.1416 \times \text{corsa}$$

◀◀
◀ 02/34 ▶
▶▶

NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Concetti base

Strumenti | Aiuto |

Il calcolo della cilindrata

Misure	Valori
Alesaggio in mm =	84
Corsa in mm =	90
n° cilindri =	4
Cilindrata Unitaria =	498,759
Cilindrata Totale =	1995,036

CALCOLO AUTOMATICO

RICALCOLO

Rivedi

Versione testuale

◀◀

◀ 03/34 ▶

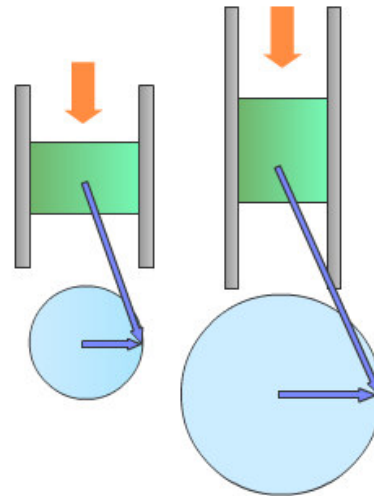
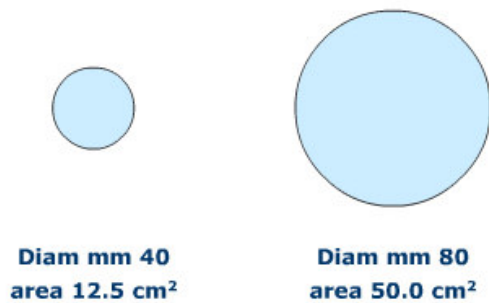
▶▶

NOTE

L'alesaggio e la spinta dei gas

La spinta dei gas è proporzionale al quadrato dell'alesaggio, infatti, se raddoppio l'[alesaggio](#), quadruplico la **superficie utile** alla spinta e, quindi, la [forza](#) sul pistone.

A parità di spinta sul pistone la coppia sarà maggiore dove maggiore è il braccio di manovella (che è pari alla metà della corsa).



04/34

**NOTE**

Fondamenti sui motori ▶ Concetti base

Strumenti | Aiuto

I motori a corsa lunga e corta

Esaminiamo le caratteristiche del motore a corsa lunga e a corsa corta o superquadro.



Motore a corsa corta

Motore a corsa lunga

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ 05/34 ▶ ▶▶

NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Concetti base

Strumenti | Aiuto

Vantaggi e svantaggi dei motori a corsa lunga e corta

Analizziamo i vantaggi e gli svantaggi dei motori a corsa lunga e a corsa corta.



Vantaggi e svantaggi della corsa lunga

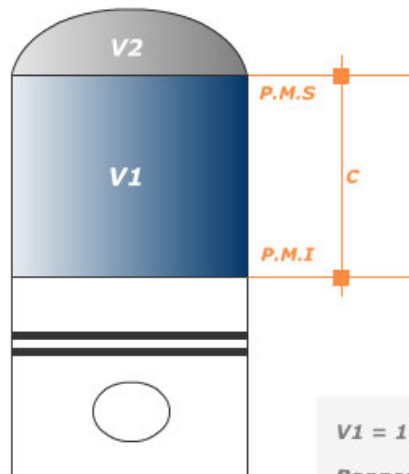
Vantaggi e svantaggi della corsa corta

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ ▶ ▶▶ 06/34

NOTE

Il rapporto di compressione



$V2$ = volume camera di combustione

$V1$ = volume cilindrata

Rapporto di compressione r

$$r = \frac{V1 + V2}{V2}$$

$V1 = 1000 \text{ cc}$ $V2 = 100 \text{ cc}$

Rapporto di compressione = $(1000 + 100) / 100 = 11 \rightarrow 11:1$

[Rivedi](#)[Versione testuale](#)

07/34



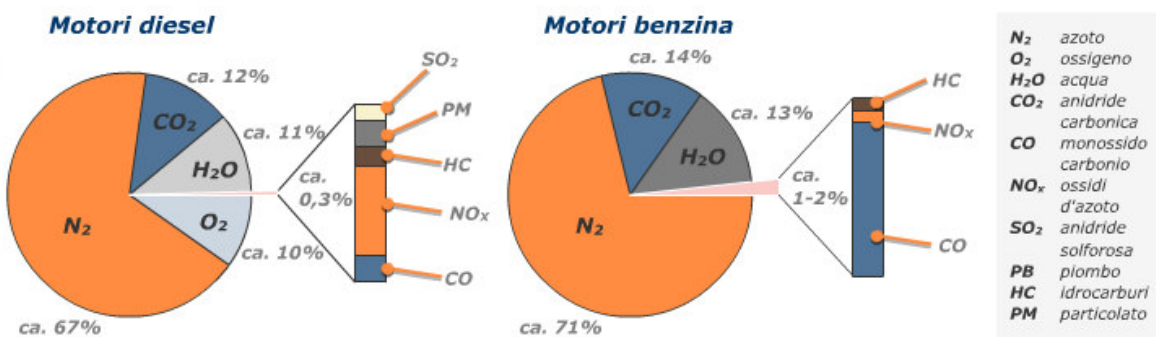
NOTE

La composizione degli idrocarburi

I carburanti vengono ricavati quasi esclusivamente dal **petrolio**. Il petrolio è formato in prevalenza da **idrocarburi** che, a loro volta, sono composti chimici a due elementi: **carbonio e idrogeno**.

Il requisito che indica la resistenza alla compressione della **benzina** è il [numero di ottano](#).

Il requisito che indica la qualità di accensione del **gasolio** è il [numero di cetano](#).



08/34

**NOTE**

Fondamenti sui motori ▶ Concetti base

Strumenti | Aiuto

Le fasi del motore a benzina 4 tempi
Le fasi del ciclo teorico del motore benzina 4 tempi sono: **aspirazione, compressione, combustione e scarico.**



Aspirazione

Compressione

Scoppio

Scarico

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ ▶ ▶▶

09/34

NOTE

Le fasi del motore diesel 4 tempi

Osserviamo nel dettaglio il ciclo del motore diesel rappresentato dalle fasi di: aspirazione, compressione/iniezione, combustione/espansione e scarico.



Aspirazione

Compressione/iniezione

Scoppio/espansione

Scarico

Seleziona le parti attive per saperne di più



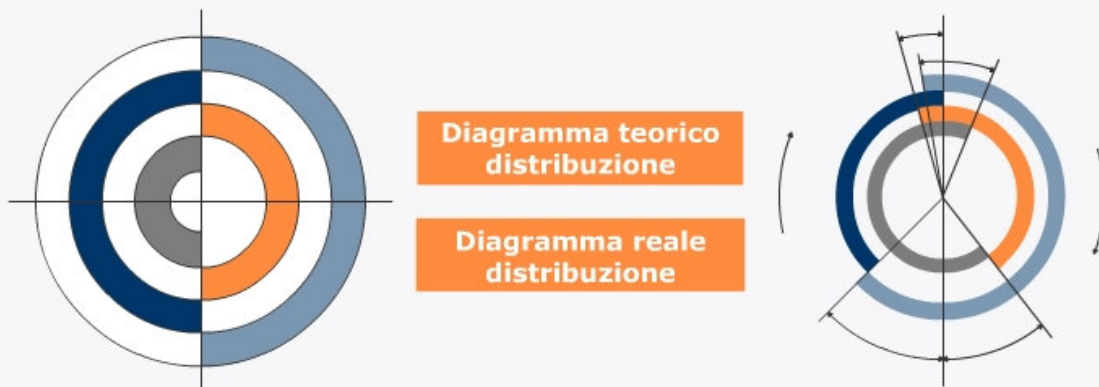
10/34



NOTE

I diagrammi di distribuzione

Conosciamo nel dettaglio il **diagramma teorico** di distribuzione e il **diagramma reale** di distribuzione.



Seleziona le parti attive per saperne di più

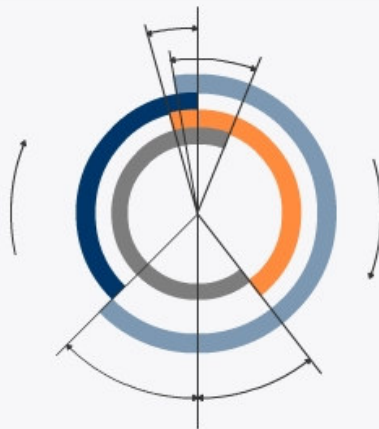


11/34

**NOTE**

Il diagramma reale e le fasi del ciclo del motore

Analizziamo nel dettaglio le fasi del ciclo del motore rappresentate nel diagramma reale di distribuzione.

**Aspirazione****Compressione****Scoppio/espansione****Scarico**

Seleziona le parti attive per saperne di più



◀ 12/34 ▶

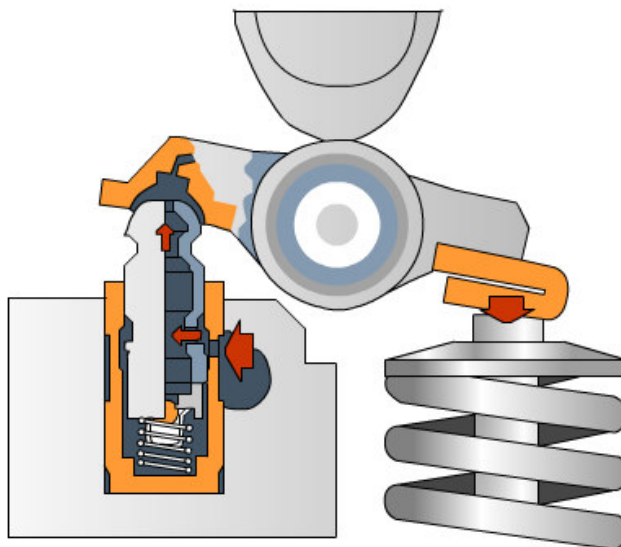
**NOTE**

Il profilo della camma

Il profilo della camma determina la **legge di alzata della valvola**, mentre la sporgenza, o eccentricità, determina l'[alzata della valvola](#).

L'**angolo di manovella** è l'angolo nel quale la valvola rimane aperta (diagramma); poiché l'albero a camme gira a una velocità dimezzata rispetto all'albero motore un angolo di apertura di circa 90° sulla camme corrisponderà a un'effettiva apertura della valvola pari a circa 180° di manovella.

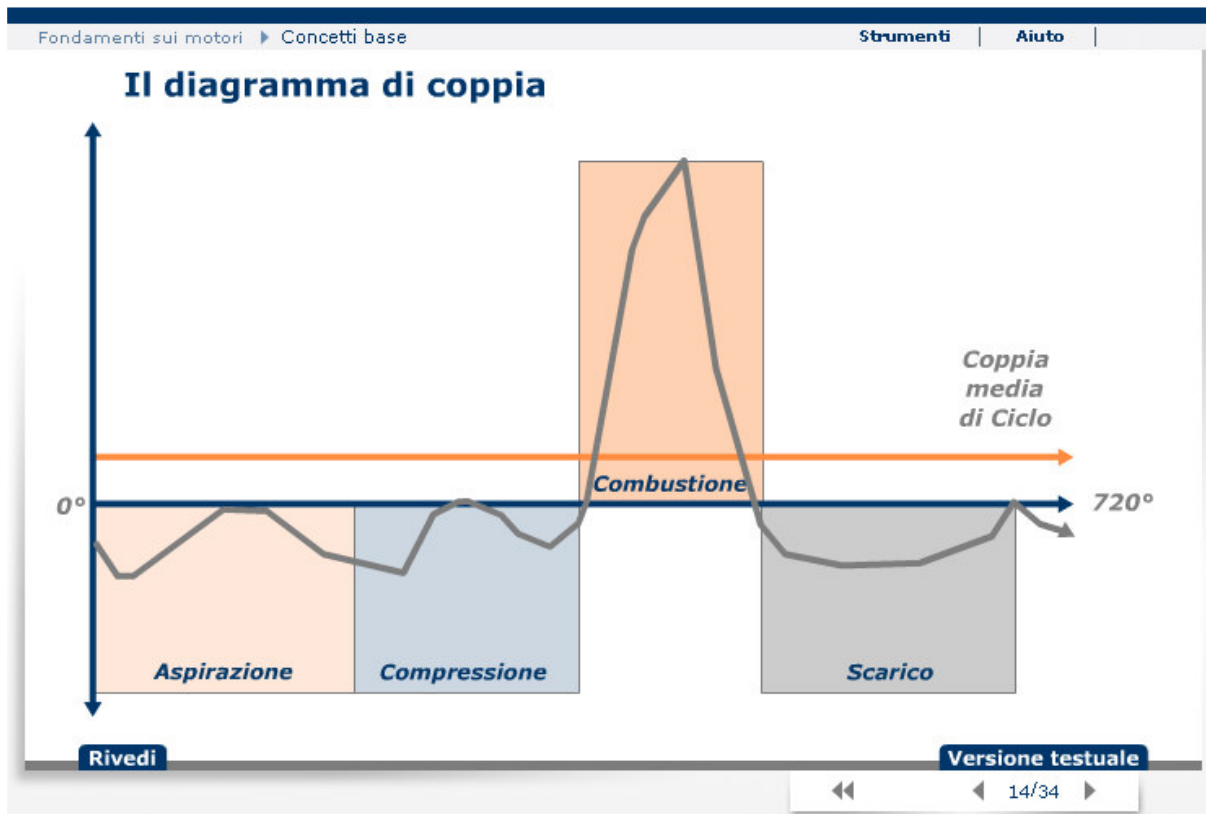
Il tipo di profilo e l'ampiezza del diagramma influenzano sensibilmente l'andamento dell'erogazione di coppia e potenza.



13/34

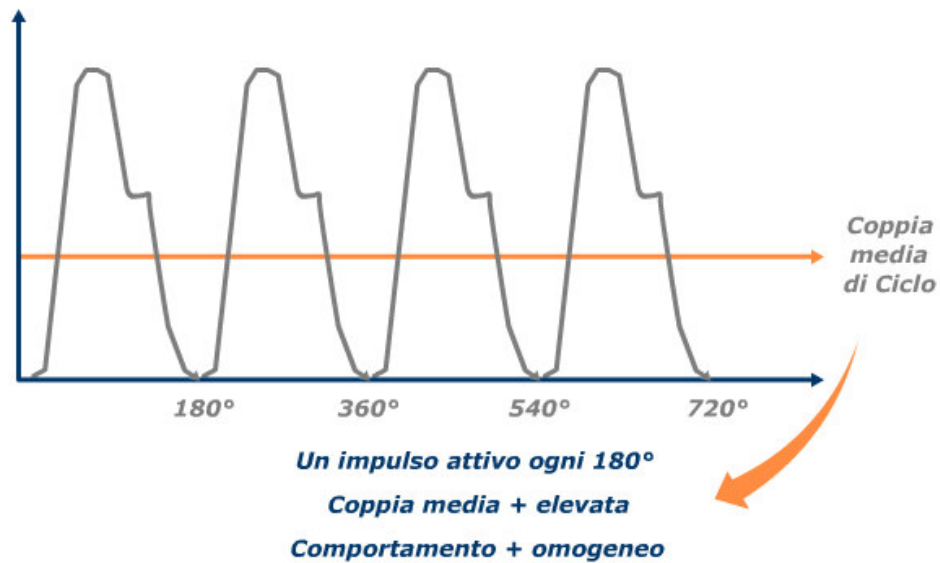


NOTE



NOTE

Il diagramma di un motore a 4 cilindri



Rivedi

Versione testuale



15/34



NOTE

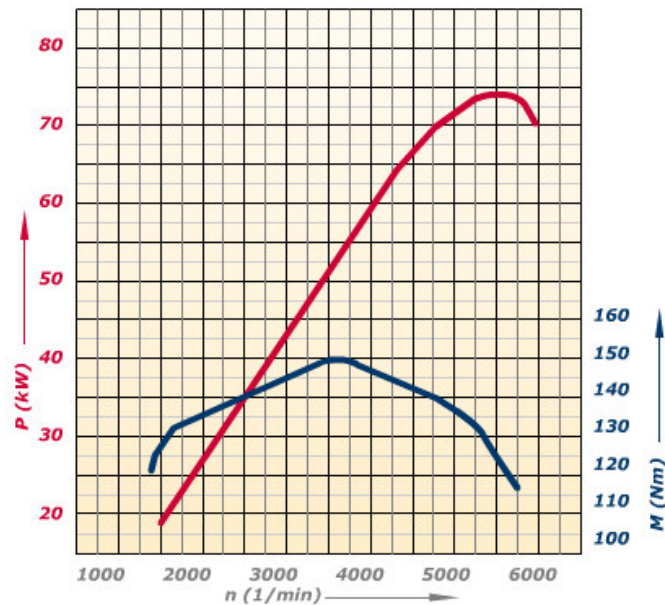
La curva di coppia

La curva di **coppia** è l'insieme dei punti che identificano il **valore di coppia media di ciclo al variare dei giri motore** con la farfalla completamente aperta.

Si ha una **curva di coppia massima** quando il motore trasforma al meglio la pressione dei gas in sforzo torcente sul manovellismo. Questo processo avviene nel caso di:

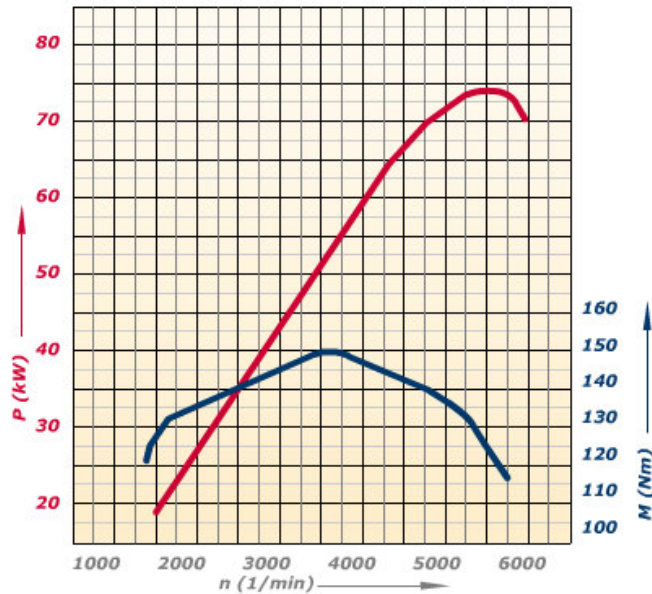
- riempimento ottimale dei cilindri;
- buon compromesso con le forze resistenti (attriti).

L'**indice di elasticità**, o rapporto tra regime di massima potenza e regime di coppia massima, più è alto meglio il motore si presta ad una condotta che privilegia lo sfruttamento dai più bassi regimi, minimizzando il numero delle cambiate a vantaggio di consumi, usure e stress meccanico e fisico.



16/34

**NOTE**



Potenza = Coppia x N. giri

La curva di potenza

La **potenza** del motore è uguale al prodotto tra la coppia e il numero dei giri e si esprime in CV oppure in kW.

1 Cv = 0,736 kW

1 kW = 1,36 Cv

1 cavallo viene definito come la potenza che serve per alzare un peso di 75 kg, con un'altezza di 1 metro, in 1 secondo.



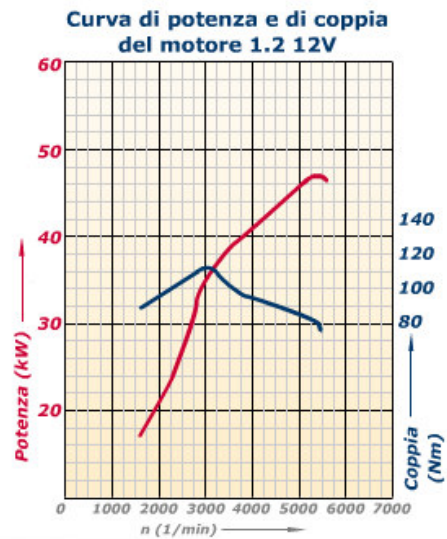
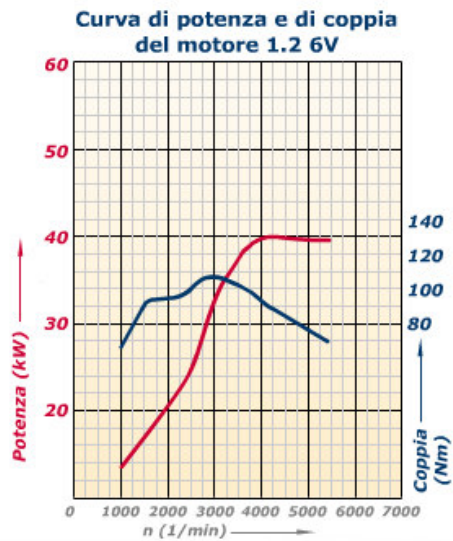
17/34



NOTE

Confronto di potenza e di coppia

Confrontiamo le curve di coppia e di potenza dei motori a benzina 1.2 6V e 1.2 12V.



18/34

**NOTE**

I dati dei motori a benzina 1.2 6V e 1.2 12V

Analizziamo ora i dati dei motori a benzina 1.2 6V e 1.2 12V.

<i>Sigle motore</i>	<i>Motore 1.2 6V</i>	<i>Motore 1.2 12V</i>
<i>Cilindrata</i>	1198	1198
<i>Architettura</i>	Motore a 3 cilindri in linea	Motore a 3 cilindri in linea
<i>Valvole per cilindro</i>	2	4
<i>Alesaggio</i>	76,5 mm	76,5 mm
<i>Corsa</i>	86,9 mm	86,9 mm
<i>Rapporto di compressione</i>	10,3 : 1	10,5: 1
<i>Potenza massima</i>	40 kW a 4750 g/min	47 kW a 5400 g/min
<i>Coppia massima</i>	106 Nm a 3000 g/min	112 Nm a 3000 g/min
<i>Gestione motore</i>	Simos 3PD	Simos 3PE
<i>Carburante</i>	Super senza piombo RON 95 (Normale senza piombo RON 91con leggera riduzione di potenza)	Super senza piombo RON 95 (Normale senza piombo RON 91con leggera riduzione di potenza)
<i>Trattamento dei gas di scarico</i>	Catalizzatore a tre vie con controllo lambda	Catalizzatore a tre vie con controllo lambda
<i>Norma antinquinamento</i>	UE4	UE4

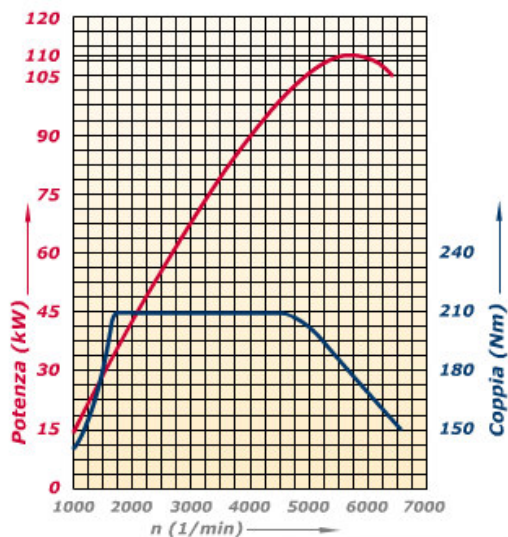


19/34

**NOTE**

Le curve del motore 1.8 L 5 V turbo 110 kW

Osserviamo il diagramma delle curve di coppia e di potenza e i dati tecnici di un motore 1.8 L 5 V turbo 110 kW.



Cilindrata	1.781 cc
Alesaggio	81,0 mm
Corsa	86,4 mm
Rapporto di compressione	9,5:1
Coppia massima	210 Nm tra 1750 e 4600 giri/min
Potenza	110 kW (150 PS) / 5700 giri/min
Gestione motore	Motronic M3.8.2 (M3.8.3 con regolazione automatica velocità)

P = potenza
M = coppia
n = regime motore

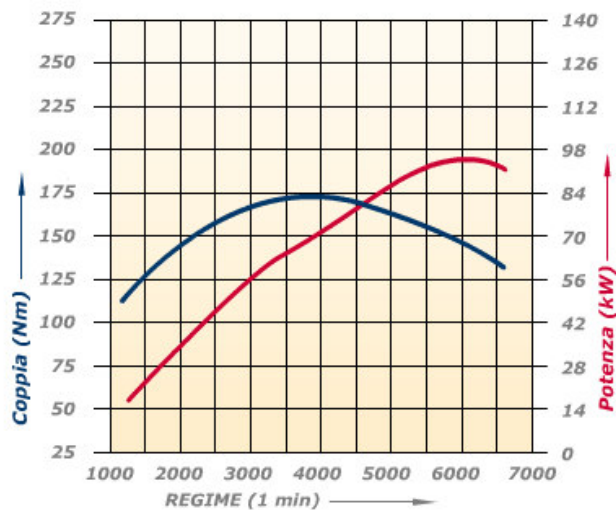


20/34

**NOTE**

Le curve del motore 1.8 L 20 V "AGN" 125 cv

Analizziamo ora il diagramma delle curve di coppia e di potenza del motore 1.8 L 20 V "AGN" 125 cavalli.



Cilindrata	1.781 cc
Alesaggio x Corsa	81,0 x 86,4 mm
Rapporto di compressione	10,3:1
Coppia massima	170 Nma 3500 giri/min
Potenza massima	92 kW - 125 cv a 6000 giri/min
Potenza specifica	69 cv/l
Coppia specifica	94,4 Nm/l

**Corsa lunga = buon sviluppo coppia
curva piatta anche nell'aspirato**



21/34



NOTE

Confronto tra motori diesel e benzina

<i>Parametri a confronto</i>	<i>Diesel</i>	<i>Benzina</i>
<i>Aspirazione</i>	<i>Aria pura</i>	<i>Miscela aria carburante</i>
<i>Tipo di accensione</i>	<i>Autoaccensione</i>	<i>Accensione separata</i>
<i>Rapporto di compressione</i>	<i>18-23</i>	<i>8-12</i>
<i>Potenza di compressione (bar)</i>	<i>30-60</i>	<i>12-19</i>
<i>Temperatura di compressione (°C)</i>	<i>700-900</i>	<i>400-600</i>
<i>Potenza di combustione (bar)</i>	<i>65-90</i>	<i>40-60</i>
<i>Temperatura max. gas di scarico (°C)</i>	<i>500-600</i>	<i>700-1000</i>
<i>Livello medio regime (giri/min)</i>	<i>Circa 4000</i>	<i>Circa 5000</i>
<i>Coppia a basso regime</i>	<i>Elevata</i>	<i>Bassa</i>

[Rivedi](#)
[Versione testuale](#)


22/34



NOTE

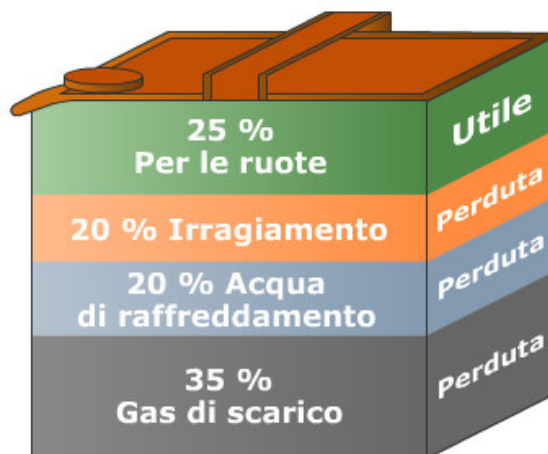
Il rendimento termico del motore

Il rendimento termico del motore è costituito dal rapporto tra l'**energia** effettivamente utilizzata dal motore e quella teoricamente resa disponibile dalla **combustione**. Esso indica l'efficienza del motore (come macchina termica).

Quanto maggiore è il **rendimento termico** tanto più elevata è la "quota" dell'energia termica (calore sviluppato dalla combustione) che il motore riesce a trasformare in energia meccanica.

Il rendimento termico aumenta al crescere del **rapporto di compressione** (i motori **diesel** hanno rendimenti termici migliori di quelli a ciclo Otto, principalmente proprio perché impiegano rapporti di compressione più elevati). Il **rendimento termico** è influenzato anche da parametri come la geometria della **camera di combustione** e tende a essere più alto alimentando il motore con miscela a **titolo magro**.

Il risultato della combustione si può quantificare in **lavoro speso** e **lavoro utile**.



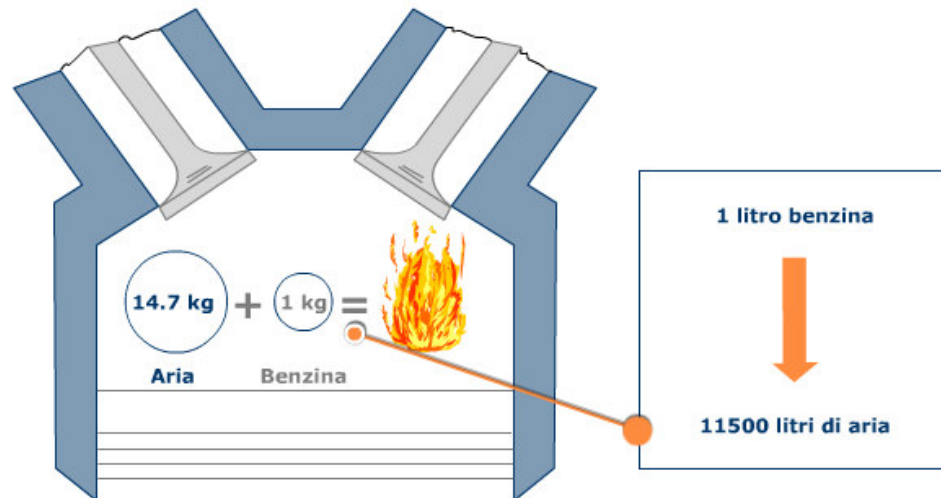
23/34

**NOTE**

La combustione del motore a benzina

Il motore a benzina prevede una **regolazione quantitativa della miscela**.

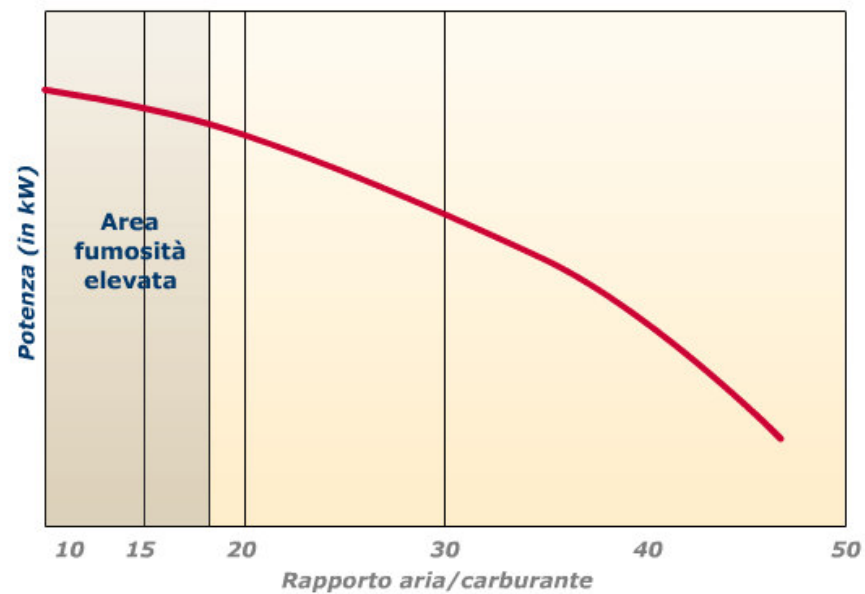
Le sostanze necessarie per la combustione nel motore a benzina sono l'[aria](#) e la benzina. Tali sostanze devono essere utilizzate con un rapporto di **1 litro di benzina ogni 11.500 litri di aria**.



24/34

**NOTE**

Il coefficiente di aria lambda del motore diesel



Rivedi

Versione testuale



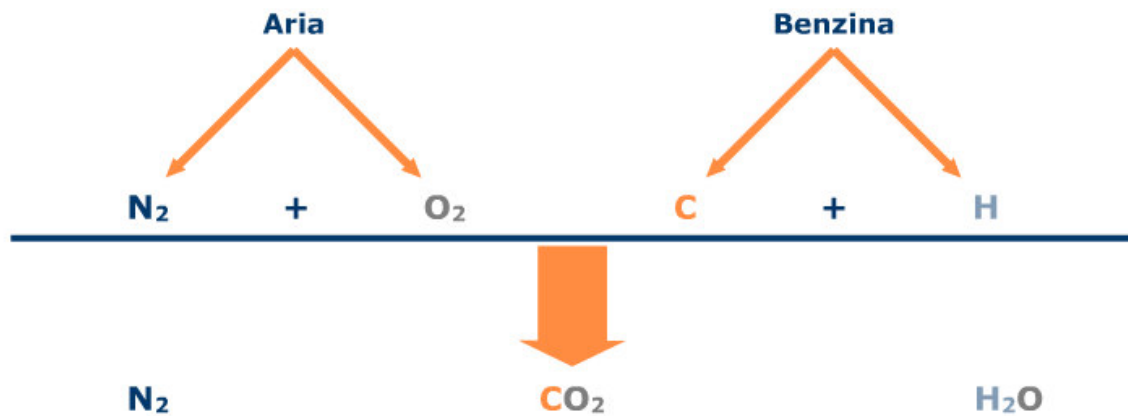
25/34



NOTE

La composizione ideale del gas di scarico

Esaminiamo una rappresentazione grafica dalla quale si evince la composizione ideale dei gas di scarico partendo dalle **sostanze base** che sono **aria e benzina**.

**NOTE**

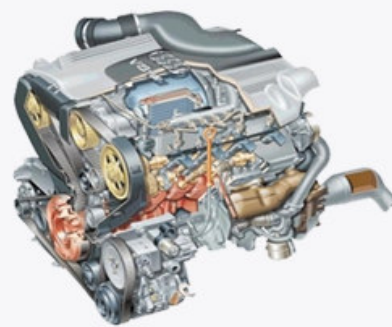
La composizione dei gas di scarico nei diversi motori

Osserviamo la composizione dei gas di scarico nel caso dei motori sia a benzina sia a gasolio.



**Gas di scarico
nei motori a benzina**

**Gas di scarico
nei motori a gasolio**



Seleziona le parti attive per saperne di più



27/34



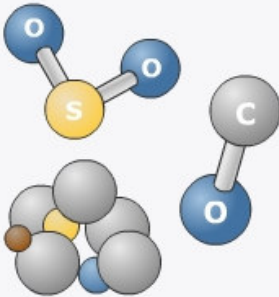
NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Concetti base

Strumenti | Aiuto

Le sostanze nocive dei gas di scarico

Esaminiamo le sostanze nocive dei gas di scarico.



SO₂ (Anidride solforosa)

CO (Monossido di carbonio)

NO_x (Ossidi di azoto)

HC (Idocarburi)

PM (Particolato)

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ 28/34 ▶ ▶▶

NOTE

Le normative anti-inquinamento

	<i>Sostanze nocive</i>	<i>EURO 2 (1997)</i>	<i>EURO 3 (2000)</i>	<i>EURO 4 (2005)</i>
<i>B E N Z I N A</i>	<i>CO</i>	<i>2.7</i>	<i>2.3</i>	<i>1.0</i>
	<i>HC</i>	<i>0.34</i>	<i>0.20</i>	<i>0.10</i>
	<i>HC+NO_x</i>			
	<i>NO_x</i>	<i>0.25</i>	<i>0.15</i>	<i>0.08</i>
<i>D I E S E L</i>				
	<i>CO</i>	<i>1.06</i>	<i>0.64</i>	<i>0.05</i>
	<i>HC</i>			
	<i>HC+NO_x</i>	<i>0.71</i>	<i>0.56</i>	<i>0.30</i>
	<i>NO_x</i>	<i>0.63</i>	<i>0.5</i>	<i>0.25</i>
	<i>PM</i>	<i>0.08</i>	<i>0.05</i>	<i>0.025</i>

[Rivedi](#)
[Versione testuale](#)

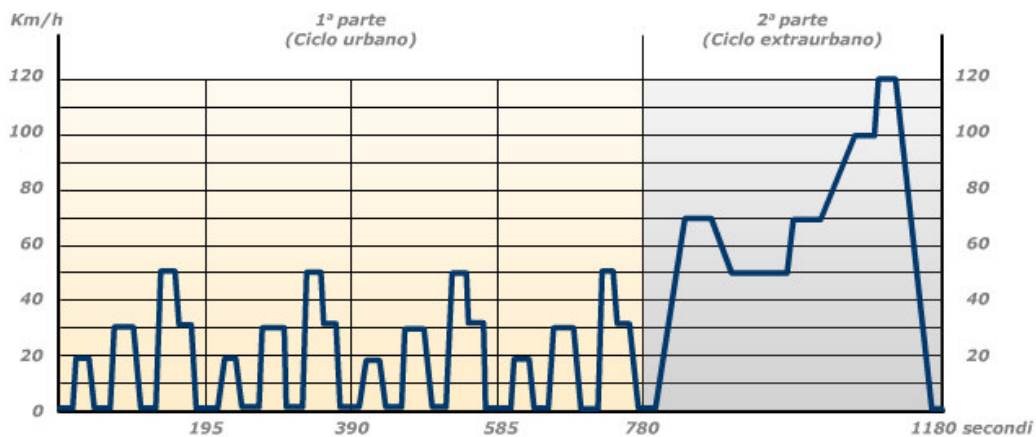

29/34



NOTE

Le normative anti inquinamento per i diesel

Nel caso dei motori a diesel le normative anti inquinamento prevedono, dal primo gennaio 2000, il [ciclo NEFZ](#) senza 40 secondi di riscaldamento.

**Caratteristiche**

Lunghezza del ciclo: 11,007 km

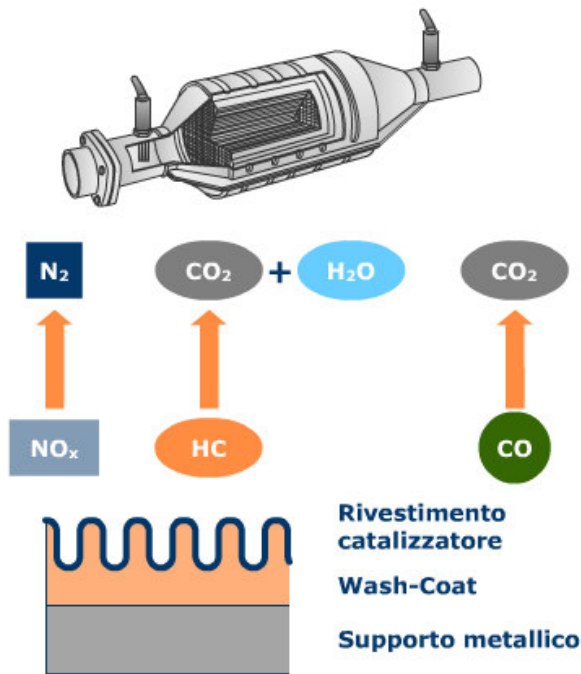
Velocità media: 33.6 km/h

Velocità massima: 120 km/h



◀ 30/34 ▶

NOTE

**Il catalizzatore trivalente dei motori a benzina**

Nel catalizzatore, dove avviene la depurazione dei gas di scarico, hanno luogo **due tipi di reazioni chimiche contrarie**:

- il monossido di carbonio e gli idrocarburi vengono ossidati in biossido di carbonio e acqua;
- gli ossidi di azoto vengono ridotti in azoto e ossigeno.

La **riduzione** viene favorita da un tenore minimo di ossigeno mentre l'**ossidazione** da un tenore alto di ossigeno. Se si modifica il rapporto di ossigeno con la miscela dei gas di scarico si può regolare il sistema in modo che entrambe le reazioni abbiano luogo in un intervallo ottimale ($I = 0,99 - 1$).



31/34

**NOTE**

Fondamenti sui motori ▶ Concetti base

Strumenti | Aiuto

L'usura del catalizzatore
Il catalizzatore è soggetto nel tempo a diversi fenomeni di usura.



Invecchiamento termico

Invecchiamento chimico

Invecchiamento meccanico

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ ▶ ▶▶

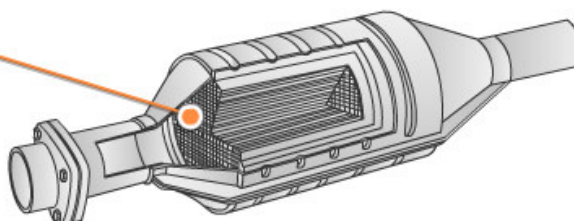
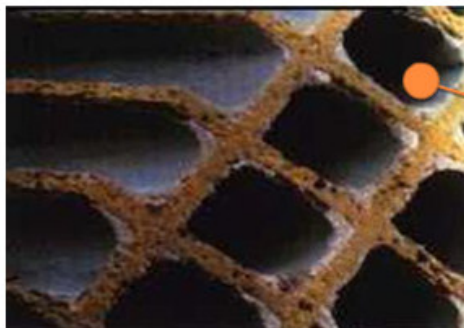
32/34

NOTE

Il catalizzatore ossidante dei motori diesel

Per mezzo del catalizzatore ossidante, utilizzato nei motori diesel, il monossido di carbonio (CO) e gli idrocarburi (HC) vengono ossidati in biossido di carbonio (CO_2) e in acqua (H_2O). Gli ossidi di azoto (NO_x), invece, non possono essere trattati per motivi di eccesso di ossigeno; occorre il ricircolo dei gas di scarico.

Grazie all'impiego di una temperatura minima di 300°C viene **eliminato circa l'80% delle sostanze inquinanti**.

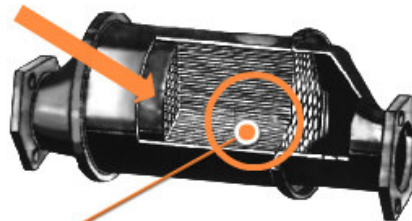


33/34

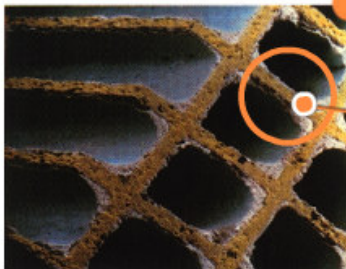
**NOTE**

Struttura del catalizzatore

Scatola in metallo nobile



6.000 canali in ceramica
Superficie = migliaia m²



2 grammi di metalli
catalitici

- Rodio
- Platino

Rivedi

Versione testuale



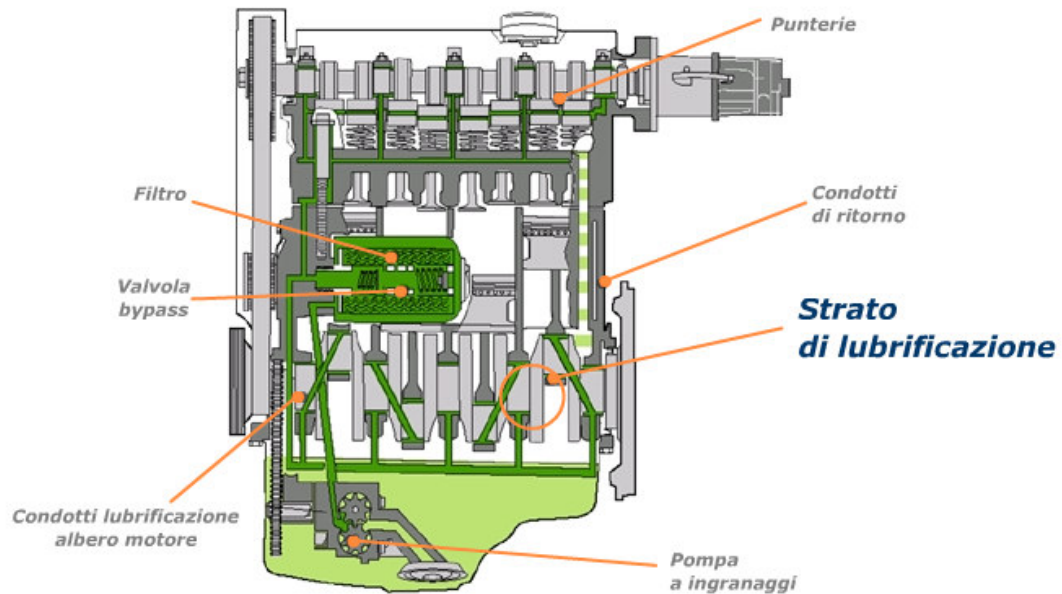
34/34



NOTE

Lubrificazione

Il circuito di lubrificazione



Rivedi

Versione testuale



01/13



NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Lubrificazione

Strumenti | Aiuto

I lubrificanti
Esaminiamo i **compiti** e le **caratteristiche** dei lubrificanti.



Caratteristiche
dei lubrificanti

Compiti
dei lubrificanti

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ 02/13 ▶ ▶▶

NOTE

Le classificazioni dei lubrificanti

I lubrificanti possono essere classificati in relazione alla loro **viscosità** e alle **specifiche prestazionali** definite sia dagli Enti internazionali (API,SAE) sia dai singoli costruttori (Volkswagen, ecc.).



03/13

**NOTE**

Fondamenti sui motori ▶ Lubrificazione Strumenti Aiuto

La classificazione SAE

Informazioni fondamentali

Society of Automotive Engineers

Viscosità -18°

Stagione

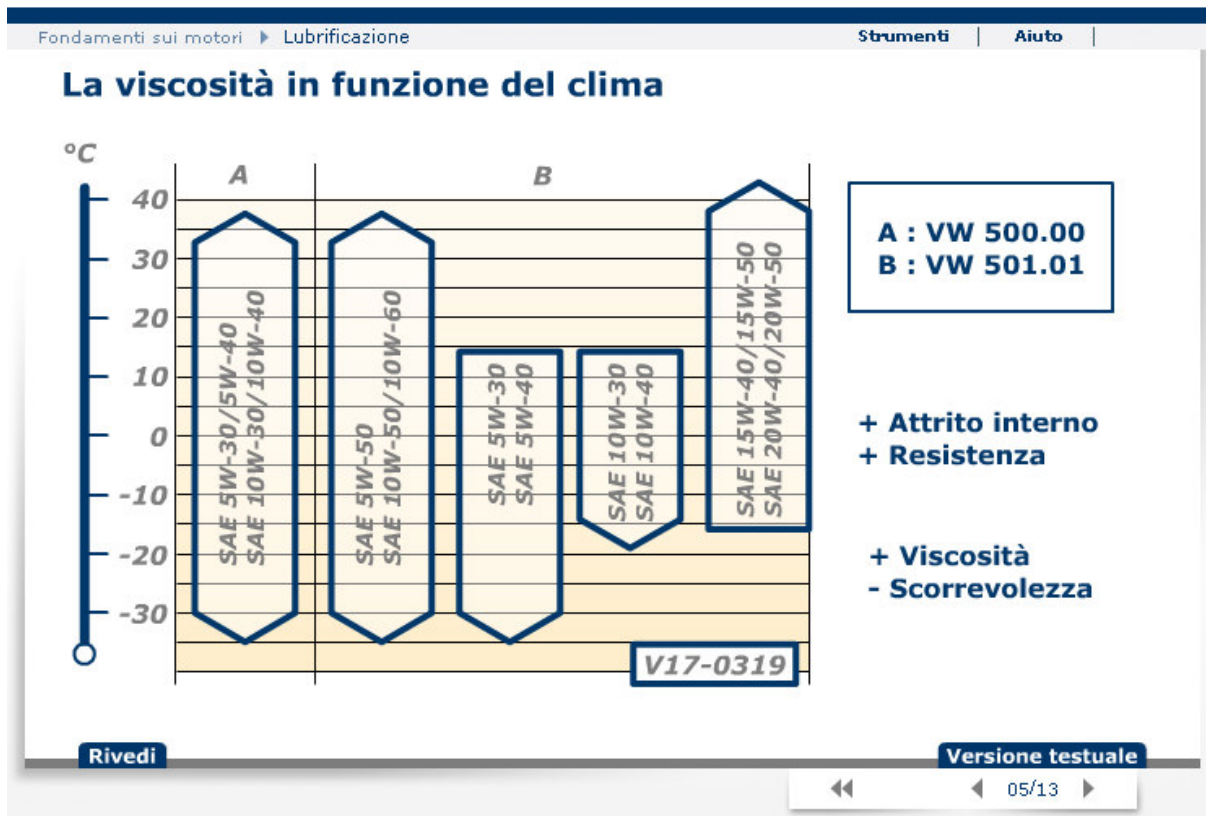
Viscosità +100°

Classi di viscosità diverse hanno diverse unità di misura

[Rivedi](#) [Versione testuale](#)

◀◀ ◀ 04/13 ▶ ▶▶

NOTE



NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Lubrificazione

Strumenti | Aiuto

La classificazione API

L'**American Petroleum Institute** (API) classifica i lubrificanti per motori in base alla gravosità di servizio a cui il motore è sottoposto.

C = motori diesel	S = motori benzina
CA	SA
CB	SB
CC	SC
CD	SD
CE	SE
CF	SF
	SG
	SH

MIL: specifiche militari

◀◀ 06/13 ▶▶

NOTE



L'olio motore conforme alla norma Volkswagen

L'olio motore è essenziale per il funzionamento del motore. Da sempre nei **motori Audi e Volkswagen** devono essere utilizzati oli **omologati secondo la norma stabilita dal Costruttore**. Anche in caso di sostituzione si raccomanda di usare oli conformi alla suddetta norma.



07/13



NOTE

La norma sull'olio per il prolungamento intervalli di manutenzione

Per il prolungamento degli intervalli di manutenzione diverse ditte produttrici di oli minerali hanno sviluppato, su incarico di Audi e Volkswagen, **nuovi oli motore sintetici**.

Solo l'utilizzo di questi oli speciali consente di ottenere il [prolungamento intervalli di manutenzione](#) **senza danneggiare** i componenti meccanici del motore.

I nuovi oli motore assicurano una **protezione efficace** anche in caso di impiego prolungato e le particolari caratteristiche di funzionamento leggero contribuiscono a **ridurre il consumo di carburante**.

<i>Tipo di motore</i>	<i>Tipo di olio</i>
<i>Motore a benzina</i>	<i>VW 503 00</i>
<i>Motore turbo da 1.81, 165 kW nell'Audi TT e nell'Audi S3 145 kW</i>	<i>VW 503 01</i>
<i>Motori Diesel TDI (eccetto pompa/ugello)</i>	<i>VW 506 00</i>



08/13



NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Lubrificazione

Strumenti | Aiuto

Il cambio olio

Anche per il rabbocco o il cambio olio **si deve usare il LongLife prescritto**. Osserviamo cosa succede quando il rabbocco avviene in casi eccezionali e quali raccomandazioni sono necessarie per i clienti prima di affrontare lunghi viaggi.



Rabbocco con olio motore non LongLife

Rabbocco prima di lunghi viaggi

Seleziona le parti attive per saperne di più

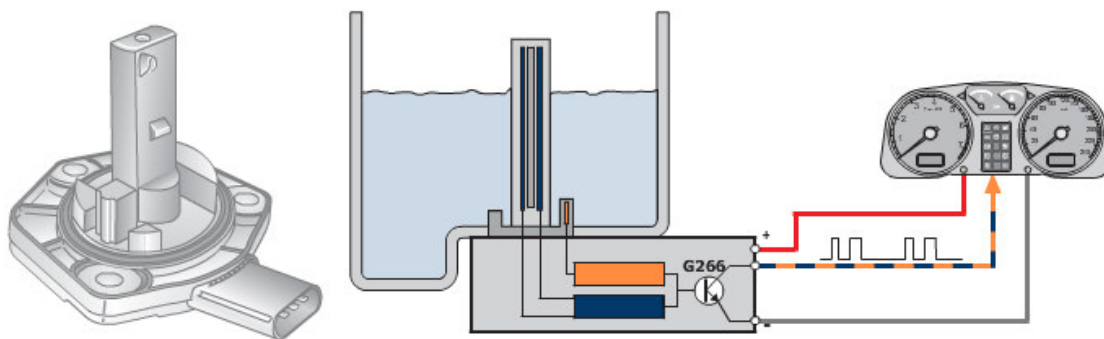
◀◀ ◀ 09/13 ▶ ▶▶

NOTE

La valutazione del livello e della qualità dell'olio

L'**indicatore flessibile** di intervalli di manutenzione riceve l'informazione per il calcolo del livello e della qualità dell'olio dal **trasduttore per livello olio/temperatura olio G266**.

Il trasduttore per livello olio/temperatura olio G266 è un **trasduttore termico**. Durante la marcia vengono misurati e calcolati continuamente la temperatura e il livello dell'olio motore. Entrambi i valori vengono trasmessi all'inserto cruscotto mediante un unico segnale con modulazione ampiezza impulsi.



10/13

**NOTE**

La misurazione della temperatura e del livello olio

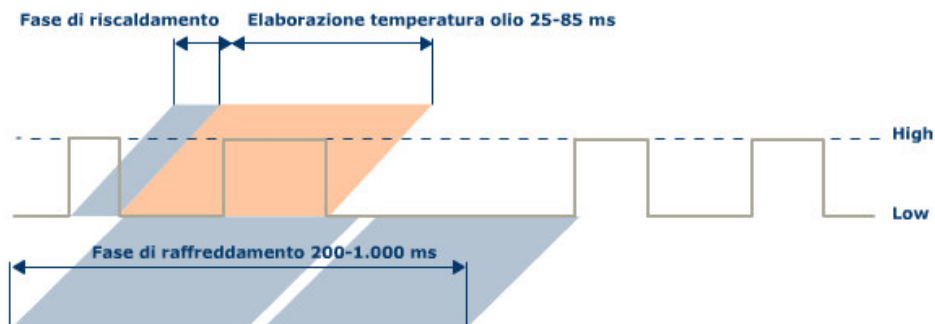
La temperatura dell'olio viene rilevata dall'elettronica integrata mediante un **trasduttore temperatura separato**.

L'elemento di misurazione del livello olio viene riscaldato brevemente dall'elettronica ad una temperatura superiore a quella attuale dell'olio.
Dopo il disinserimento della tensione di riscaldamento, l'elemento di misurazione viene raffreddato dall'olio motore fino a raggiungere la temperatura di quest'ultimo.

In base alla **durata del tempo di raffreddamento** viene calcolato il [livello dell'olio](#).

Durante la **fase di riscaldamento** il segnale è al **livello high**, mentre la **fase di raffreddamento** è al **livello low**.

Durante la fase di raffreddamento l'informazione della temperatura dell'olio motore viene trasmessa con un segnale high separato.



11/13

**NOTE**

Fondamenti sui motori ▶ Lubrificazione

Strumenti | Aiuto

L'intervallo di manutenzione e lo stile di guida

Il prolungamento degli intervalli di manutenzione consente di **allungare notevolmente gli intervalli stessi**. Non sempre però è possibile realizzare il prolungamento massimo. Ciò dipende soprattutto dalle condizioni di impiego del veicolo.



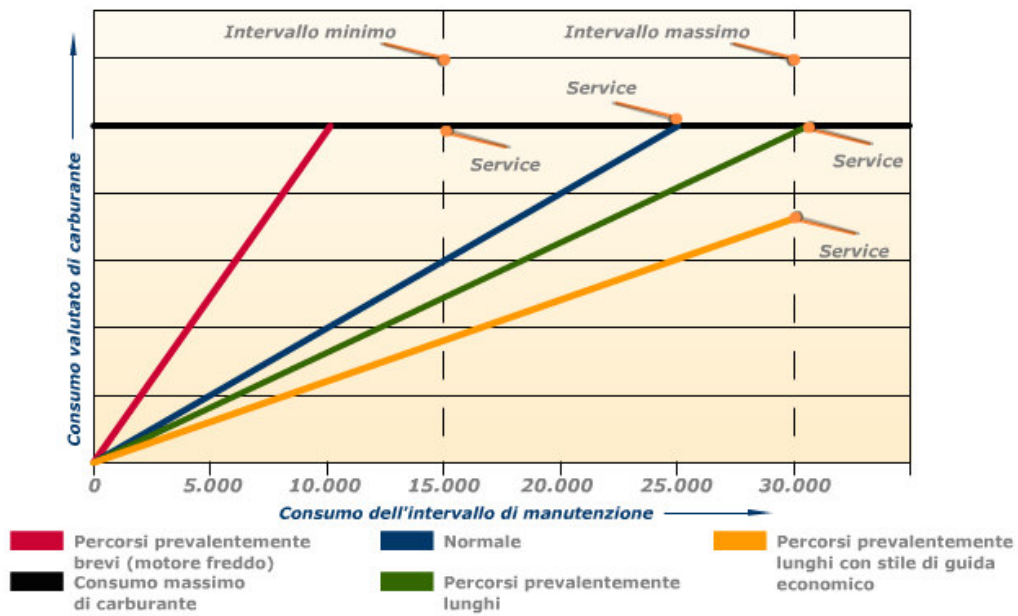
Intervallo massimo di manutenzione

Intervallo minimo di manutenzione

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ 12/13 ▶▶

NOTE

Gli intervalli di manutenzione possibili di un motore a benzina[Rivedi](#)[Versione testuale](#)

13/13

**NOTE**

Strumenti di misura

Fondamenti sui motori ▶ Strumenti di misura

Strumenti | Aiuto

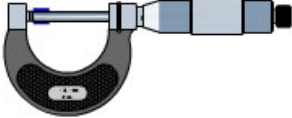
Gli strumenti di misura

Calibro



Rileva quote piane e di profondità

Micrometro



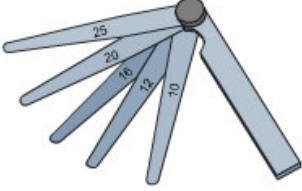
Rileva misure lineari di precisione

Comparatore



**Rileva il controllo di planarità
Misura lunghezze
rispetto a un campione**

Spessimetro



**Misura il gioco di
alcuni elementi**

Rivedi

Versione testuale

◀◀ ◀ 01/14 ▶ ▶▶

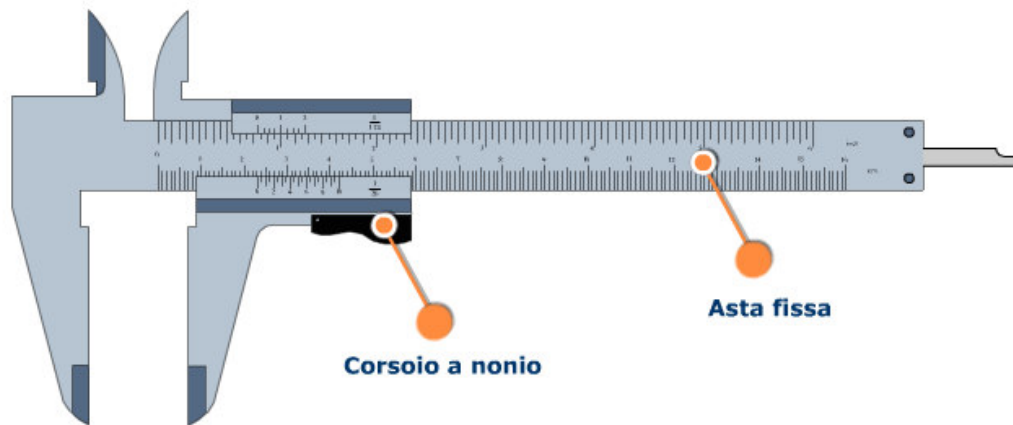
NOTE

Il calibro a corsoio

Il calibro a corsoio è uno strumento di misura che serve a **rilevare quote piane e di profondità**.

Il calibro è composto da un'asta fissa sulla quale scorre un **corsoio a nonio**.

La denominazione dipende dalla **precisione di lettura**, può infatti essere di tipo ventesimale o cinquantessimale.



02/14

**NOTE**

[Fondamenti sui motori](#) ▶ [Strumenti di misura](#) **Strumenti** | [Aiuto](#) |

La lettura dei diversi tipi di calibro
Esaminiamo il sistema di lettura del calibro ventesimale e di quello cinquantessimale.

Lettura del calibro ventesimale

Lettura del calibro cinquantessimale



[Seleziona le parti attive per saperne di più](#)

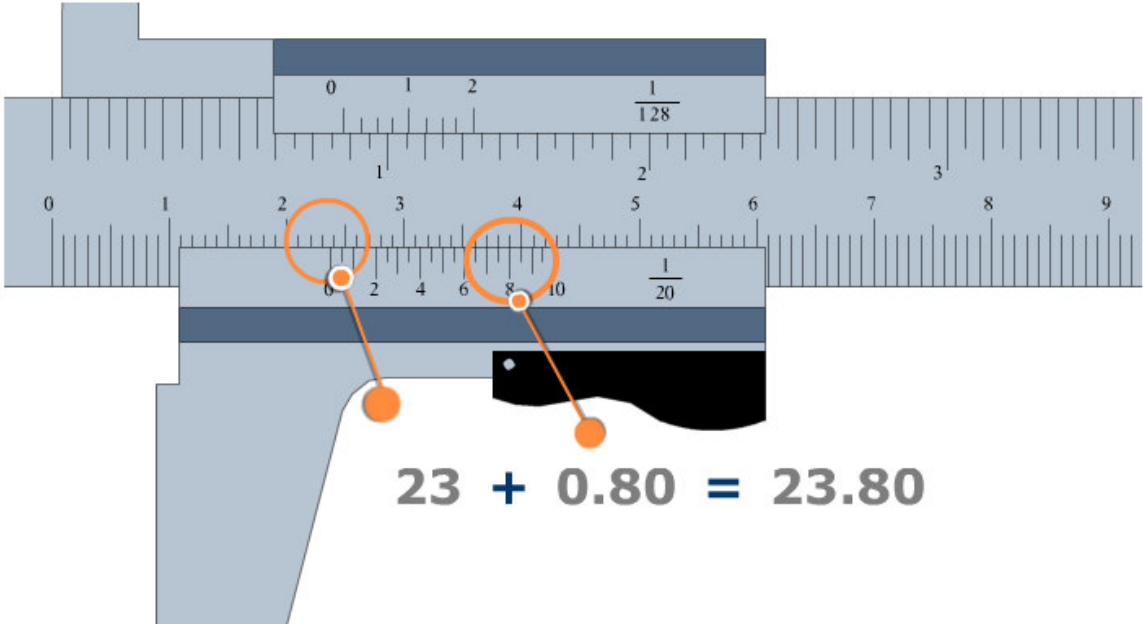
◀◀ ◀ 03/14 ▶ ▶▶

NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Strumenti di misura

Strumenti | Aiuto

La simulazione della misurazione con calibro ventesimale



$23 + 0.80 = 23.80$

Rivedi | Versione testuale

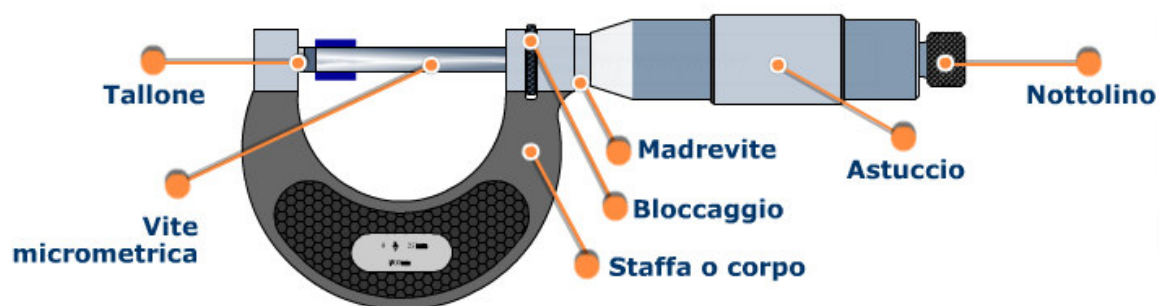
◀◀ 04/14 ▶▶

NOTE

La regolazione del micrometro

La **corretta** regolazione del micrometro, che deve essere accertata prima dell'utilizzo dello strumento, prevede che, quando tallone e vite micrometrica sono a contatto, la tacca 0 sulla linea di riferimento coincida esattamente con la linea 0 sull'astuccio.

Per chiudere il micrometro bisogna usare sempre il nottolino sul retro dell'astuccio, ciò previene uno sforzo eccessivo sulla vite micrometrica. Il nottolino lavora sullo stesso principio delle chiavi dinamometriche, infatti è costruito in modo da slittare dopo un certo valore di pressione.



05/14

**NOTE**

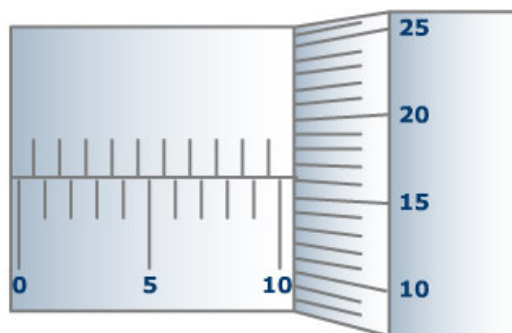
La lettura del micrometro

Per poter effettuare la lettura con il micrometro è indispensabile sistemare il pezzo tra tallone e vite micrometrica, avvitando l'astuccio, tramite il nottolino, fino allo slittamento. Questa operazione viene segnalata da un tipico ticchettio.

La lettura consiste nel numero delle **suddivisioni maggiori** sulla madre vite, che è visibile chiaramente a sinistra dell'astuccio. È necessario prendere nota dei valori su un foglio ed effettuare l'addizione.

È poi indispensabile leggere il numero di **divisioni minori** visibili a sinistra dell'astuccio dopo l'ultimo millimetro (ogni divisione corrisponde a mezzo millimetro).

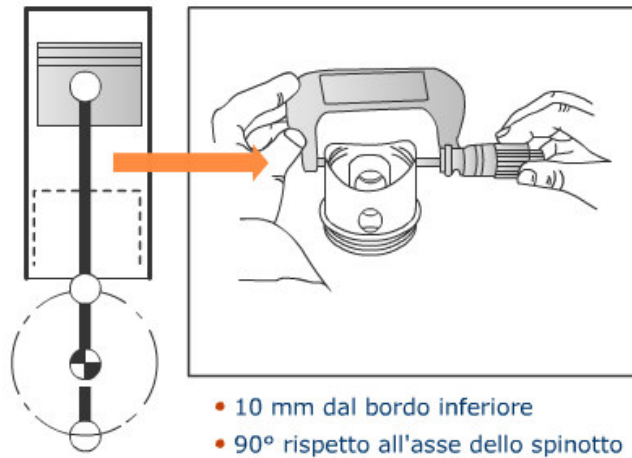
È poi prevista l'osservazione della **linea dell'astuccio** che corrisponde o si avvicina di più alla linea di riferimento della madre vite. È infine necessario bloccare l'astuccio: in tal modo esso si solidarizza alla staffa, la lettura non sarà disturbata e si potrà verificare la [misura](#).



Divisioni maggiori	$10 \times 1,00 =$	10,00 mm +
Divisioni minori	$1 \times 0,50 =$	0,50 mm +
Divisioni astuccio	$16 \times 0,01 =$	0,16 mm
		10,66 mm

**NOTE**

La misurazione del pistone



Differenza massima ammessa = 0.04 mm

Rivedi

Versione testuale

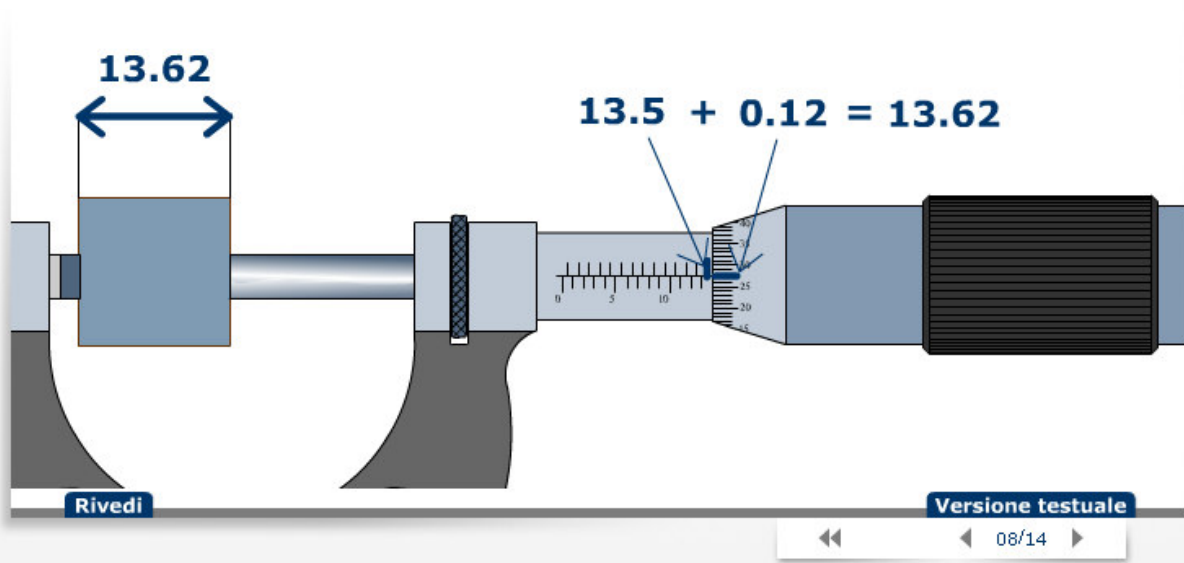


07/14

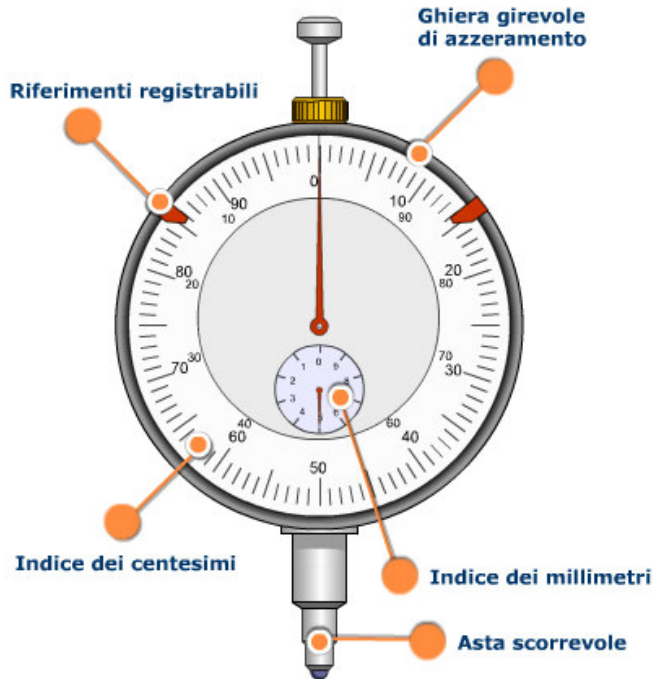


NOTE

La simulazione della misurazione con micrometro



NOTE



La corretta misurazione con il comparatore

Per poter effettuare una corretta misurazione con il comparatore è necessario fissarlo tramite un apposito attrezzo che ne consente il **posizionamento più opportuno**. La parte da misurare deve trovarsi in una condizione nota.

Il comparatore va quindi premuto contro la parte da misurare in modo che l'asta scorrevole rientri di qualche millimetro.

È ora possibile ruotare la ghiera girevole fino a che l'indice coincide con lo zero.

Ogni tacca corrisponde a **1/100 di mm** e un giro completo dell'indice corrisponde ad uno spostamento dell'asta pari a un mm. L'indice "B" riporta i giri completi e quindi i millimetri di spostamento dell'asta. La misura è data dalla somma del numero indicato dall'indice B con il numero indicato dall'indice principale.

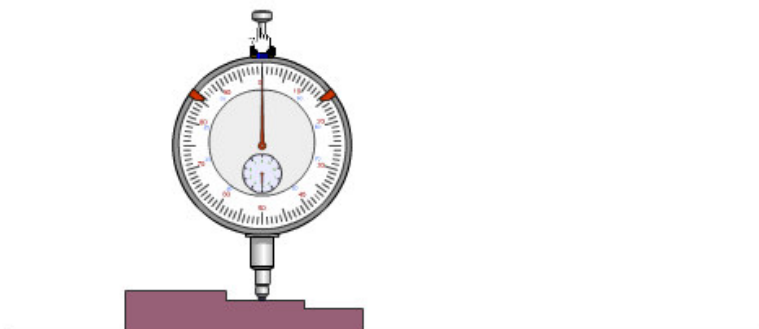


09/14



NOTE

La simulazione della misurazione



Rivedi

Versione testuale



10/14

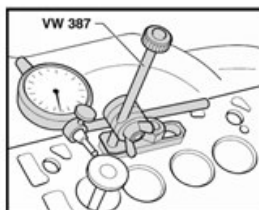


NOTE

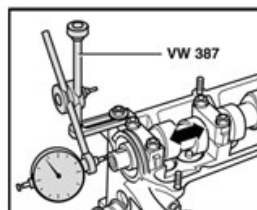
Misurazioni con il comparatore



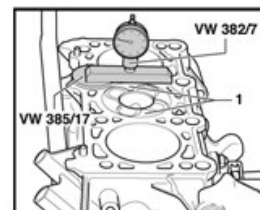
Diverse verifiche



**Gioco assiale tra
stelo valvola e guida**



**Gioco assiale
dell'asse a camme**



**Planarità cielo
pistone**

Rivedi

Versione testuale



11/14



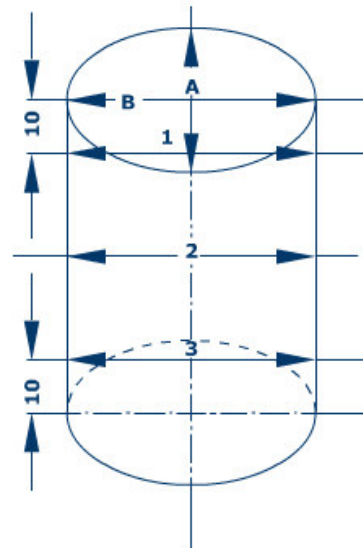
NOTE

L'impiego dell'alesametro



Misurazione

Quota massima = max 0.10 mm



Rivedi

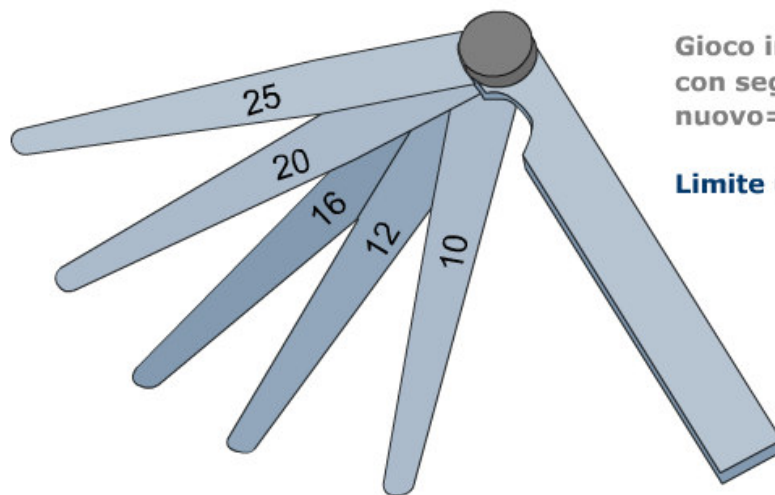
Versione testuale

◀◀ 12/14 ▶▶

NOTE

La misurazione con lo spessimetro

La misurazione dell'usura dei segmenti prevede l'utilizzo dello spessimetro inserendo il segmento ad angolo retto a circa 15 mm dal bordo inferiore del cilindro.



**Gioco in battuta
con segmento
nuovo = 0,20/0,40**

Limite usura = 0,80 mm



13/14



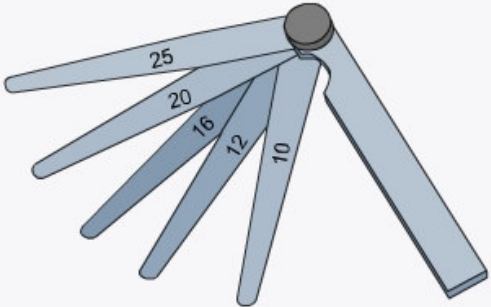
NOTE

Fondamenti sui motori ▶ Strumenti di misura

Strumenti | Aiuto

Esempi di misurazione con spessimetro

Osserviamo alcuni esempi di misurazione con spessimetro.



Misurazione del gioco

Misurazione della planarità

Seleziona le parti attive per saperne di più

◀◀ ◀ 14/14 ▶ ▶▶

NOTE
