

Motore a 2 tempi

Come precedentemente accennato è un motore che ha la particolarità di completare le 4 fasi del ciclo (aspirazione, compressione, scoppio a scarico) in un solo giro dell'albero motore.

Prenderemo ora in considerazione soltanto il motore a 2 tempi ad accensione comandata lasciando il motore a 2 tempi ad accensione spontanea oggetto di una successiva trattazione.

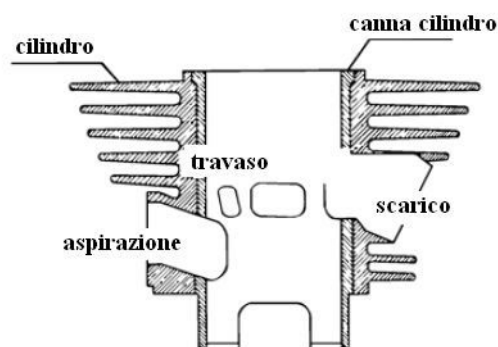
Le principali differenze costruttive tra il motore a 2 tempi classico ed motore a 4 tempi sono l'assenza delle valvole e quindi di tutti gli organi della distribuzione destinati al movimento di queste ultime e la presenza del carter-pompa nel quale la miscela aria-carburante proveniente dal carburatore viene aspirata per poi essere inviata all'interno del cilindro.

Nella sua forma più semplice il motore è alimentato da una miscela di aria, benzina e olio ed è costituito dalle seguenti parti:

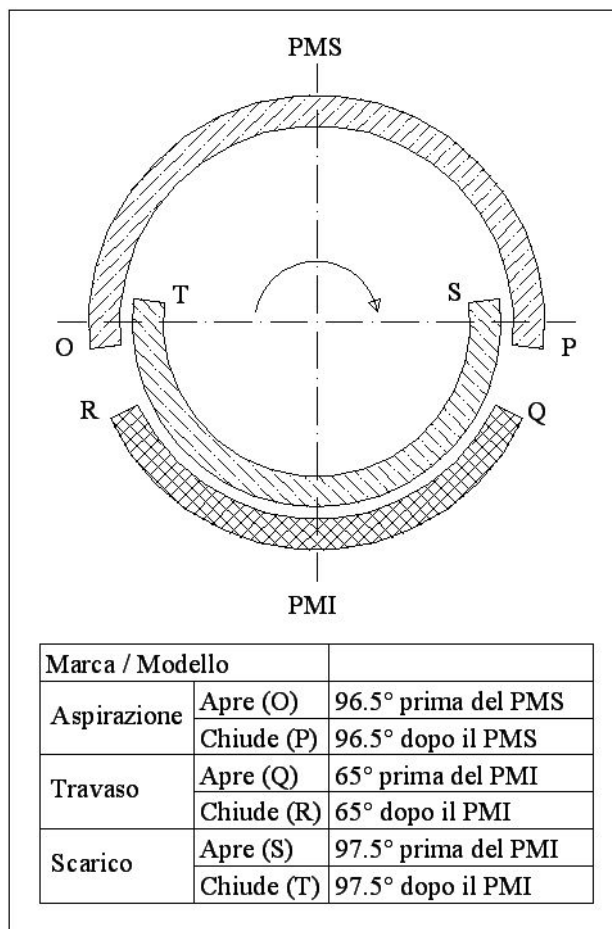
- testa
- candela
- cilindro
- pistone con 1 o 2 fasce elastiche, spinotto e 2 anelli seeger
- albero motore completo di biella e 2 gabbie a rulli (permettono la rotazione del piede di biella rispetto allo spinotto e della testa di biella rispetto all'albero)
- 2 o 3 cuscinetti di banco
- impianto di accensione (generatore, pick-up, bobina e candela)
- collettore e carburatore
- impianto di scarico

Il cuore del motore è costituito dalle luci che vengono aperte e chiuse dal pistone durante il suo moto alterno; tali luci sono aperture ricavate nel cilindro e sono chiamate:

- luce di aspirazione: da essa la miscela entra nel carter pompa
- luce di travaso (o di lavaggio): sono in genere almeno 2, da esse la miscela passa nel cilindro
- luce di scarico: da essa i gas combusti passano nello scarico



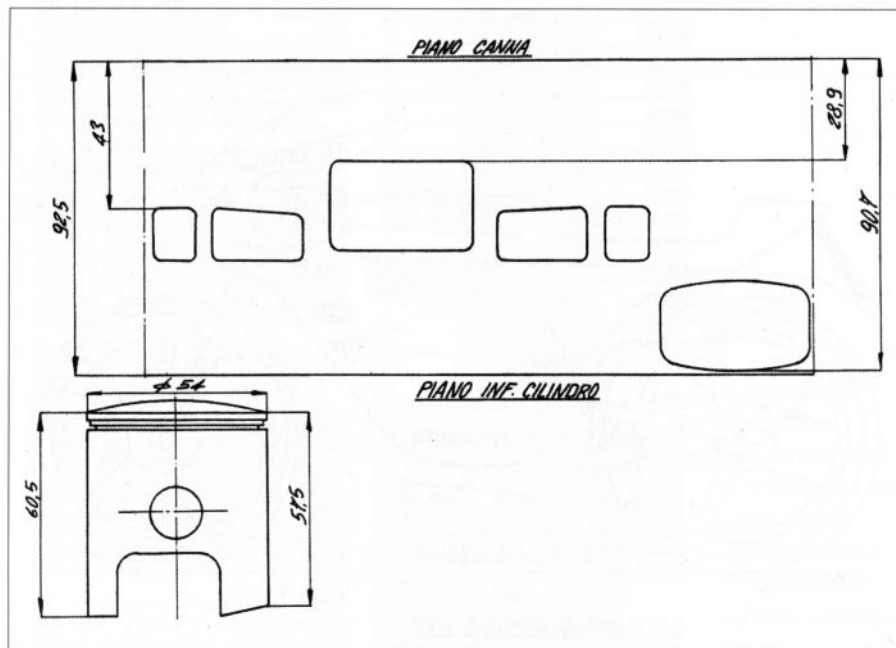
L'apertura e la chiusura delle luci avviene secondo un *diagramma di distribuzione*



Vediamo ora in dettaglio cosa avviene durante le varie fasi:

- aspirazione: il pistone in salita verso il PMS crea una depressione nel carter pompa e contemporaneamente apre la luce di aspirazione; la miscela passa dal collettore di aspirazione al carter pompa
- compressione: contemporaneamente il pistone chiude in successione prima le luci di travaso e poi quelle di scarico; a causa del ritardo della chiusura dello scarico parte della miscela incombusta può fuoriuscire
- espansione: il pistone si trova quasi al PMS quando scocca la scintilla; l'anticipo è necessario per permettere la diffusione del fronte di fiamma
- scarico: il pistone scendendo verso il PMI scopre la luce di scarico ed i gas combusti iniziano ad uscire; successivamente scopre le luci di travaso permettendo l'ingresso della miscela fresca

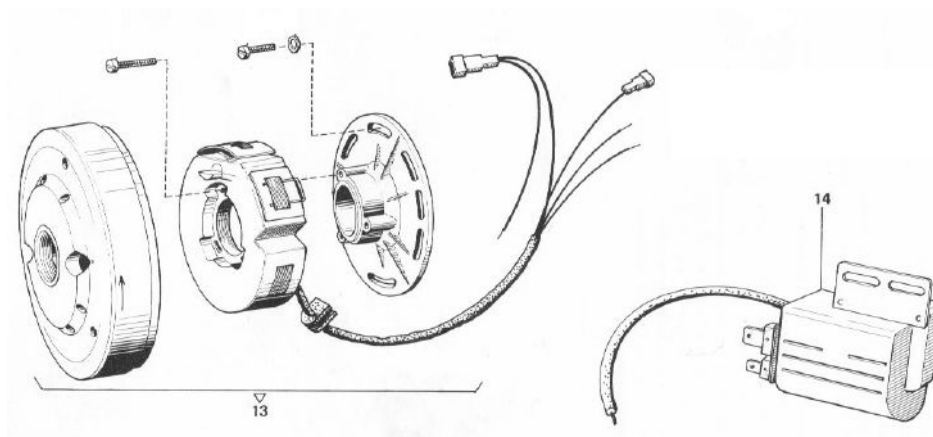
Se tracciamo su di un piano il profilo interno della canna del cilindro otteniamo un disegno del tipo in figura



Possiamo notare che nel motore in figura le luci di travaso sono 4; il numero di tali luci e il loro orientamento sono oggetto di studi per meglio indirizzare il flusso dei gas freschi evitando il rimescolamento con i gas combusti.

Questo tipo di lavaggio viene definito *a correnti tangenziali* ed è attualmente il più diffuso nei motori a 2 tempi ad accensione comandata.

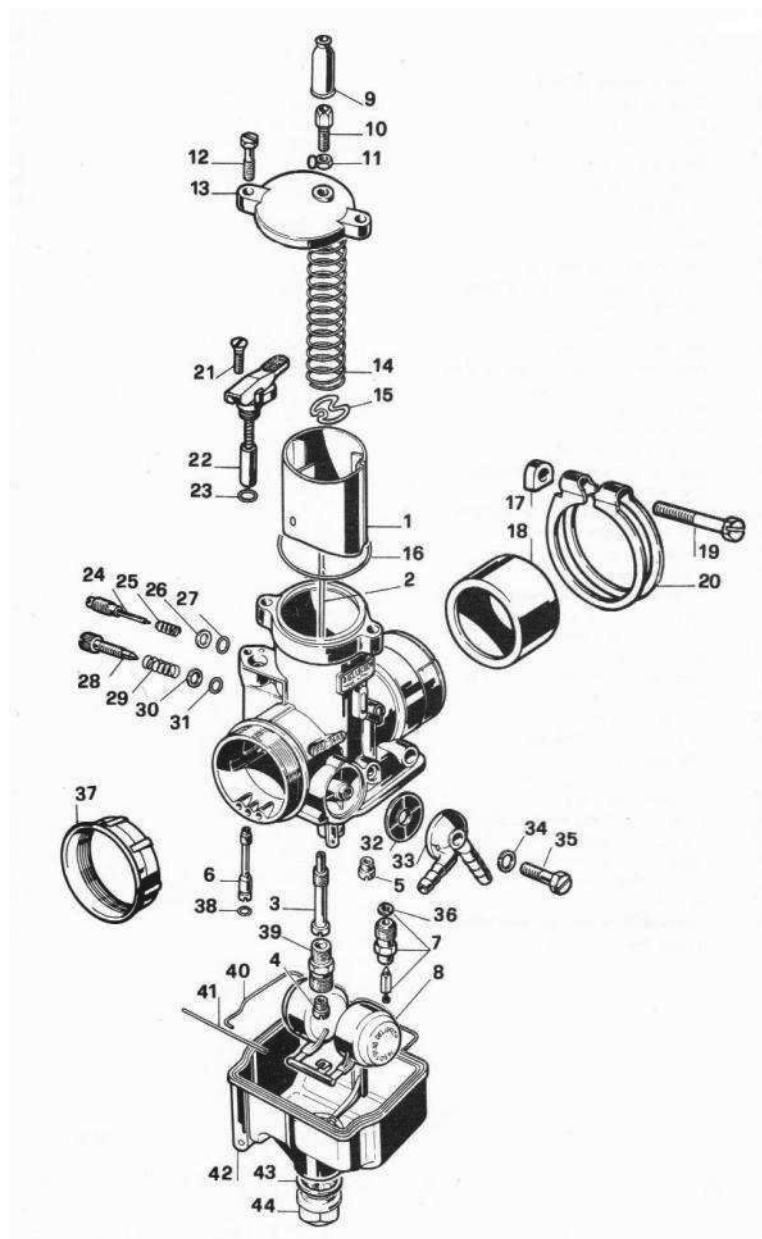
Impianto di accensione: l'accensione della miscela presente in camera di scoppio avviene grazie ad un arco voltaico che scocca tra gli elettrodi della candela; questo arco voltaico scocca grazie ad un circuito elettronico nel quale è presente un pick-up che rileva il passaggio di un riferimento presente sul volano (elemento a sinistra nella figura seguente); si ricorda che il volano è solidale all'albero motore e che quindi in ogni giro il riferimento presente sul volano passa davanti al pick-up quando il pistone si trova ad una certa distanza dal PMS



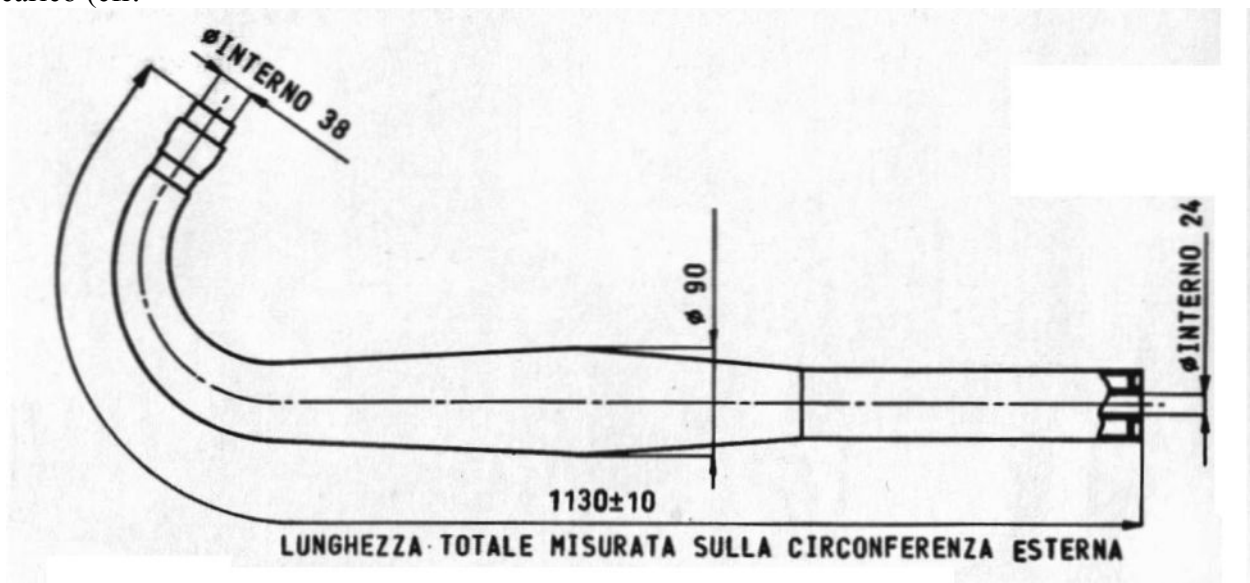
Quando il pick-up rileva il riferimento presente sul volano il circuito elettronico che gestisce il sistema permette la scarica di un condensatore che viene caricato da un' avvolgimento presente nel sistema; la scarica di questo condensatore sull'avvolgimento primario della bobina (particolare a destra nella figura precedente) induce sul secondario una corrente ad alta tensione ($>20000\text{ V}$) che genera l'arco voltaico.

Poichè la combustione della miscela non è immediata ma impiega un certo tempo è necessario che l' accensione non avvenga al PMS ma in anticipo; tale anticipo viene detto anticipo di accensione e viene misurato in genere in gradi sul volano.

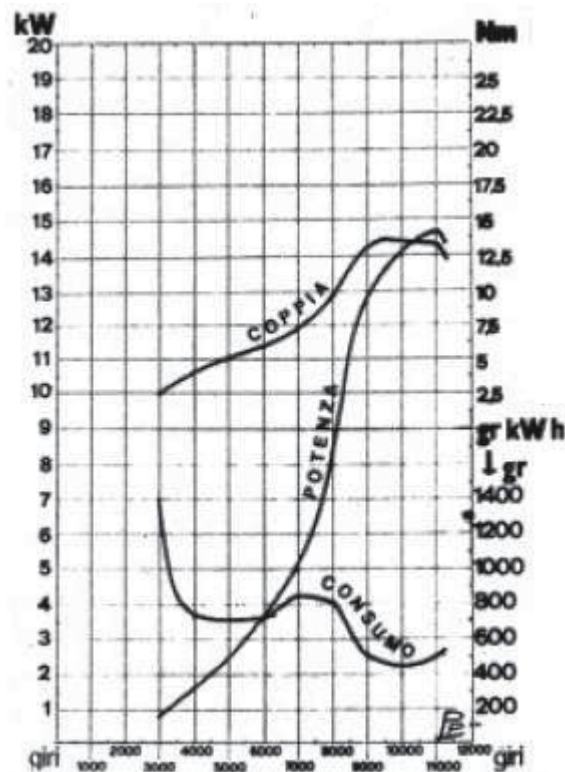
L'impianto di alimentazione è composto da collettore, carburatore e filtro aria; il carburatore è del tipo valvola a saracinesca (particolare 1) e spillo conico (particolare 2); la valvola a saracinesca permette di variare la sezione del tubo di Venturi presente all'interno del corpo del carburatore per meglio adeguare la carburazione ai carichi parziali.



L' impianto di scarico utilizzato è generalmente del tipo divergente-convergente comunemente detto ad espansione; la particolare forma di questo scarico permette di generare dei fenomeni di risonanza che agevolano inizialmente lo scarico dei gas combusti creando una depressione e poi impediscono la perdita di gas freschi generando un' onda di ritorno che provoca come una chiusura della luce di scarico (cfr.



Per ottimizzare il rendimento del motore lo scarico deve essere calcolato in funzione delle caratteristiche del motore ed in particolare del suo diagramma di distribuzione. Purtroppo lo scarico può essere ottimizzato soltanto entro un certo intervallo di giri; al di fuori di questo intervallo il rendimento del motore sarà notevolmente inferiore. Nella figura seguente possiamo vedere le curve relative a potenza, coppia e consumo specifico di un motore a 2 tempi tradizionale particolarmente spinto; come si può vedere il range nel quale il consumo specifico è più basso è particolarmente ristretto



Materiali:

- pistone: lega di alluminio con elevata percentuale di Silicio (es. Al Si12 Cu Ni Mg), può essere forgiato (migliore qualità, più costoso) o fuso in conchiglia
- segmenti: in ghisa sferoidale con la superficie di lavoro rivestita in cromatura dura
- cilindro: in ghisa con canna realizzata direttamente nella ghisa o in fusione di alluminio con canna riportata in ghisa o realizzata mediante riporto in cromo o nikasil
- testa: generalmente in lega di alluminio
- biella: realizzata in acciaio da cementazione (es. 16 Cr Ni 4) viene ottenuta per forgiatura e successivamente trattata; la cementazione è indispensabile negli occhi e non sulla superficie esterna che per questo viene ramata
- spinotto: acciaio da cementazione (es. 16 Cr Ni 4)
- semialberi: acciaio da cementazione (es. 16 Ni Cr11 o 18 Ni Cr Mo5)

Il motore fin qui trattato viene detto *con distribuzione regolata dal pistone*; tale tipo di distribuzione permette di raggiungere valori di potenza, coppia e consumo specifico ottimali soltanto in un intervallo di giri molto ristretto, soprattutto se vogliamo ottenere un'alta potenza specifica.

Come possiamo vedere a pag. 3 infatti il diagramma di distribuzione è per forza simmetrico, quindi se anticipiamo l'apertura della luce di aspirazione contemporaneamente ne ritardiamo la chiusura; lo stesso problema lo abbiamo con la luce di scarico.

Il motore descritto a pag. 2 può essere migliorato aggiungendo le seguenti parti:

- valvola a lamelle all'aspirazione (o in alternativa disco rotante)
- valvola allo scarico
- pompa per miscelazione separata
- raffreddamento ad acqua
- anticipo di accensione variabile
- iniezione
- catalizzatore

Vantaggi del motore a 2 tempi rispetto al motore a 4 tempi:

- **alta potenza specifica**
- **semplicità costruttiva**
- **basso peso**

Svantaggi:

- **emissioni inquinanti (particolarmente HC e PM₁₀)**
- **alto consumo specifico**