



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Vittorio BUCCI

Progetto di impianti di propulsione navale

3.1 RICHIAMI E TERMINOLOGIA

Anno Accademico 2017/2018

Motori a combustione interna

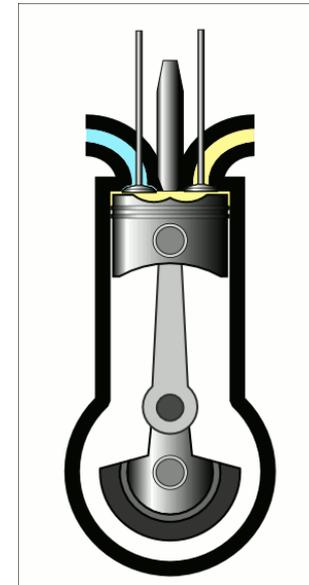
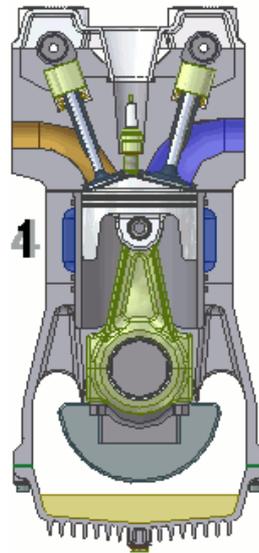
- I motori alternativi a combustione interna trasformano l'energia chimica o calorica di un combustibile in energia meccanica direttamente utilizzabile;
- La combustione avviene nel fluido operante che inizialmente è costituito da una miscela di combustibile e comburente e poi subisce delle trasformazioni dovute alla reazione di combustione;
- Il comburente che fornisce l'ossigeno per la combustione è costituito, per i motori che funzionano entro l'atmosfera terrestre, dall'aria atmosferica;
- I combustibili, liquidi o gassosi, sono principalmente di origine fossile, derivati dal petrolio e metano, e in minima parte biodegradabili ottenuti da prodotti vegetali;
- Il fluido operante compie lavoro per mezzo di variazioni di pressione e di volume conseguenti al processo di combustione del combustibile;
- Il lavoro utile è compiuto da organi in movimento alternato, stantuffo e biella;
- La biella e la manovella trasformano il movimento lineare alternato dello stantuffo in movimento rotatorio dell'albero a manovelle.



Motori a combustione interna

In base alle modalità con cui si **avvia il processo di combustione**, i motori alternativi a combustione interna si dividono in due grandi classi fondamentali:

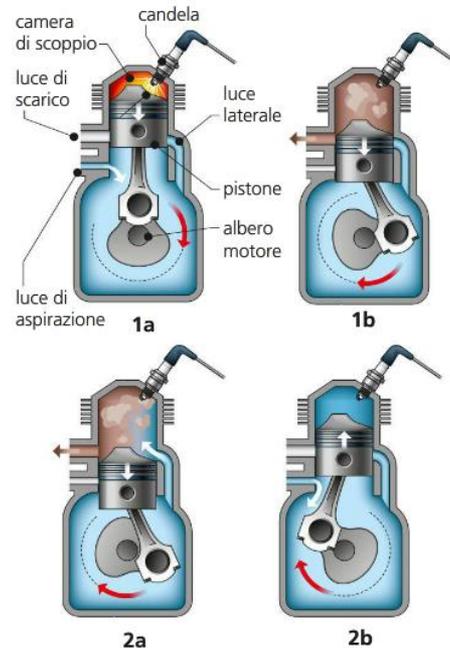
- **Motori ad accensione comandata**, nei quali la combustione è innescata da una scintilla che scocca all'interno della miscela combustibile/comburente;
- **Motori ad accensione per compressione**, nei quali il combustibile è iniettato nell'aria compressa all'interno del cilindro e si accende spontaneamente.



Motori a combustione interna

In base alla **durata del ciclo di combustione**, i motori alternativi a combustione interna si dividono in:

- **Motori a 2 tempi**, nei quali l'intero ciclo si sviluppa in un solo giro dell'albero a manovelle e quindi in due sole corse dello stantuffo;



Scoppio e scarico (1° tempo)

- Il pistone ha già compresso la miscela e adesso sta scoccando la scintilla. Nello stesso istante la miscela benzina-olio-aria entra nel carter dalla luce di aspirazione aperta (freccia rossa in figura 1a).
- L'esplosione spinge il pistone in basso e fa ruotare l'albero motore. Nello stesso istante si apre la luce di scarico e i gas combusti escono fuori (figura 1b).

Aspirazione e compressione (2° tempo)

- Il pistone ha aperto la luce laterale: la miscela esce dal carter ed entra nella camera di scoppio (freccia rossa in figura 2a). Mentre risale elimina i gas combusti dalla luce di scarico che si è aperta.
- Il pistone in salita ha chiuso tutte le luci e sta comprimendo la miscela: dopo un istante scoccherà una nuova scintilla (figura 2b).



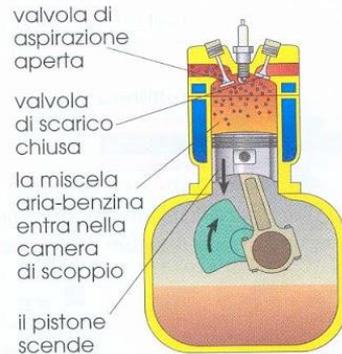
Motori a combustione interna

In base alla **durata del ciclo di combustione**, i motori alternativi a combustione interna si dividono in:

- **Motori a 4 tempi**, nei quali l'intero ciclo si sviluppa in due giri dell'albero a manovelle e quindi in quattro corse dello stantuffo;

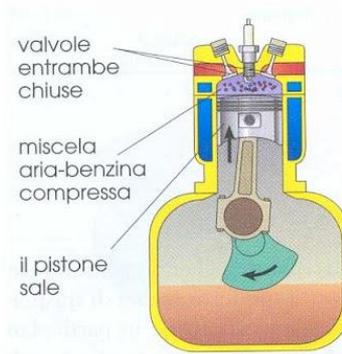
1° FASE

Aspirazione



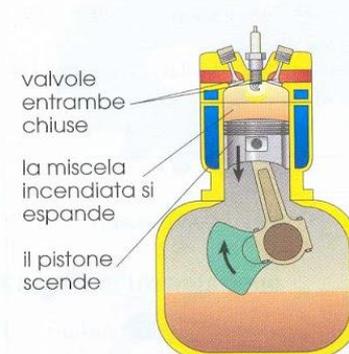
2° FASE

Compressione



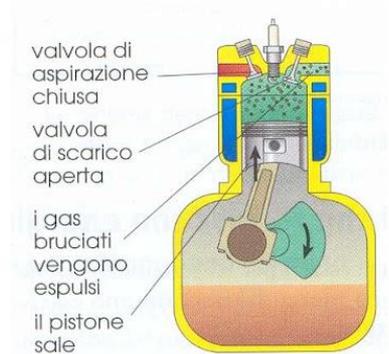
3° FASE

Scoppio - espansione



4° FASE

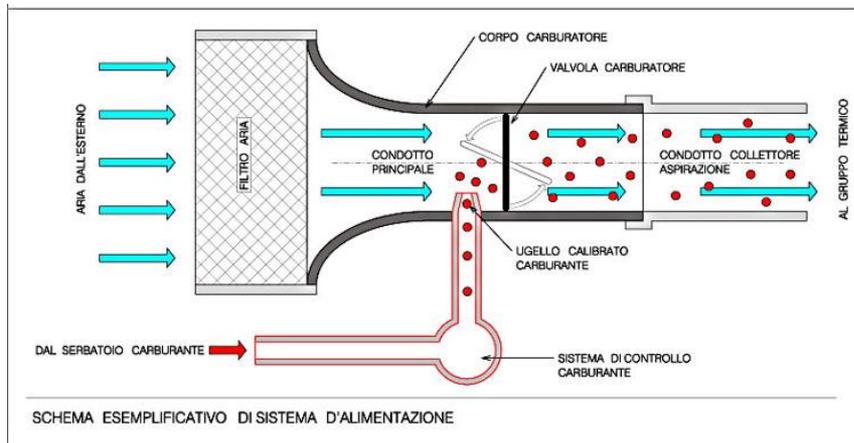
Scarico



Motori a combustione interna

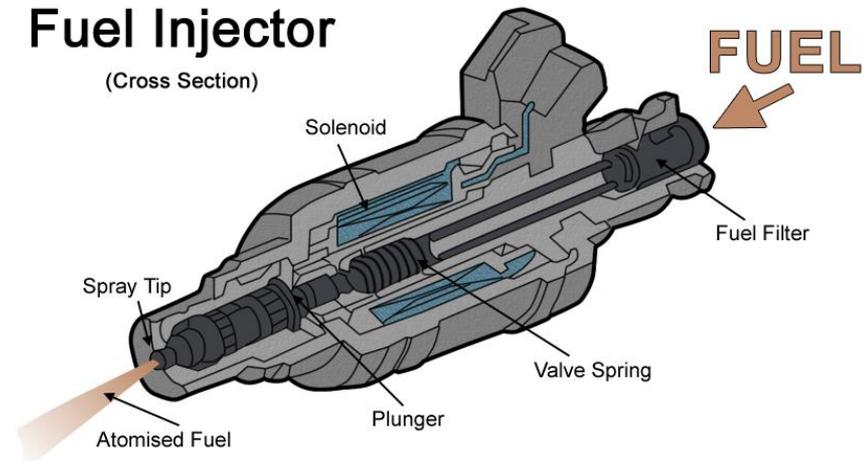
In base al **sistema di miscelazione** del combustibile con il comburente, i motori alternativi a combustione interna si dividono in:

- **Motori a carburazione**, nei quali combustibile e comburente sono miscelati prima della loro introduzione nella camera di combustione;
- **Motori a iniezione**, nei quali il combustibile è iniettato nel comburente già compresso all'interno della camera di combustione.



Fuel Injector

(Cross Section)



■ Solenoid Components

■ Fuel Injector Assembly

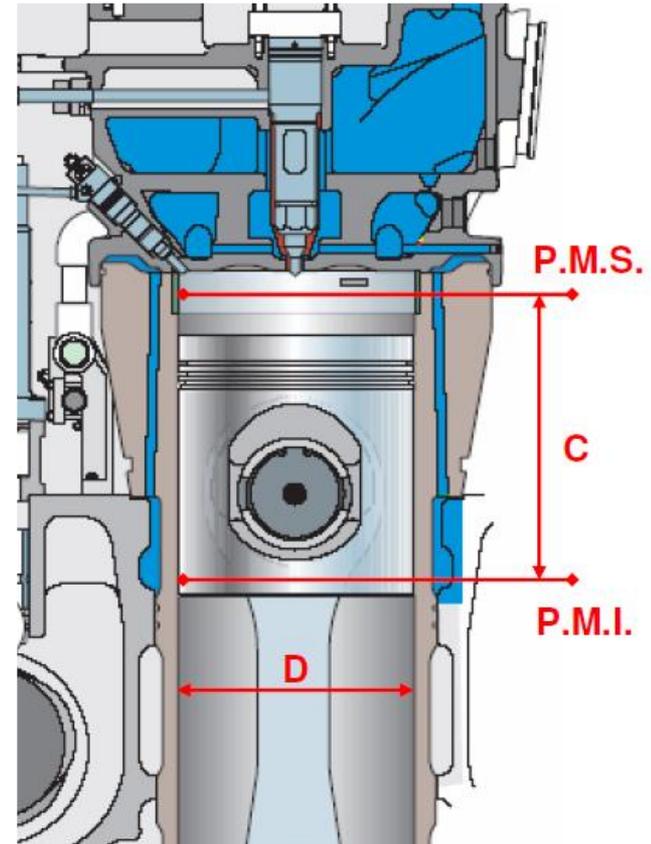


Richiami e terminologia

Vittorio BUCCI

Terminologia

- **Diametro o alesaggio** (Cylinder bore) [D]: Diametro interno del cilindro misurato in mm;
- **Punto morto superiore** (Top Dead Center) [P.M.S.]: Posizione dello stantuffo più vicina alla testata cilindro;
- **Punto morto inferiore** (Bottom Dead Center) [P.M.I.]: Posizione dello stantuffo più lontana dalla testata cilindro;
- **Corsa** (Piston stroke) [C]: Spazio percorso dalla stantuffo nel suo moto alternativo, tra le due posizioni estreme inferiore e superiore, misurata in mm;



Terminologia

- **Volume totale del cilindro** [V_{max}]: Volume compreso tra la testata cilindro e lo stantuffo al P.M.I.; è misurato in cm^3 o in litri;
- **Volume della camera di combustione** [V_{min}]: Volume compreso tra la testata cilindro e lo stantuffo al P.M.S.; è misurato in cm^3 o in litri;
- **Volume spostato dal cilindro o cilindrata** (Displacement) [V]: Volume generato dal cilindro con il suo spostamento dal P.M.S. al P.M.I.; è misurato in cm^3 o in litri;

$$V = V_{max} - V_{min} = \pi \frac{D^2}{4} C$$

- **Rapporto volumetrico di compressione** (Compression ratio) [ρ]: Rapporto tra il volume totale del cilindro V_{max} e il volume della camera di combustione V_{min} ;

$$\rho = \frac{V_{max}}{V_{min}}$$



Motori ad accensione comandata

- Il motore ad accensione comandata realizza una combustione a volume costante secondo la teoria enunciata da Beau de Rochas intorno al 1862 ed applicata praticamente dal tedesco Otto. Per tale motivo è generalmente chiamato motore a ciclo Otto;
- Tale motore utilizza come combustibile la benzina, cioè un idrocarburo volatile e ad elevato potere calorifico;
- Esso equipaggia la maggior parte di autovetture, motoveicoli, motori marini e autoveicoli industriali;
- La maggior parte di tali motori funzionano con un ciclo a 4 tempi, ma ci sono anche piccoli motori marini e piccole motociclette o motorini con ciclo a 2 tempi;
- Il motore con ciclo a 2 tempi ha un consumo di combustibile più elevato a causa delle perdite di miscela che avvengono durante la fase di lavaggio;
- Può essere alimentato sia a carburazione, come nella quasi totalità di autovetture fino a qualche anno fa, sia ad iniezione con il combustibile iniettato o nel condotto di aspirazione oppure direttamente nella camera di combustione.



Motori ad accensione spontanea

- Il motore ad accensione per compressione realizza una combustione a pressione costante ed è stato ideato e sperimentato da Rudolph Diesel intorno al 1892 ad Ausburg nella fabbrica motori MAN. È chiamato motore a ciclo Diesel;
- Tale motore utilizza combustibili più pesanti e meno volatili della benzina, dei quali il più leggero è il gasolio impiegato per i motori degli autoveicoli mentre i grandi motori marini utilizzano quelli più pesanti;
- Tali motori funzionano a 4 e 2 tempi senza significative differenze di consumo di combustibile in quanto la fase di lavaggio nei motori a 2 tempi è realizzata con aria e non con miscela aria/combustibile;
- In tali motori l'alimentazione del combustibile è realizzata esclusivamente per iniezione direttamente nella camera di combustione.

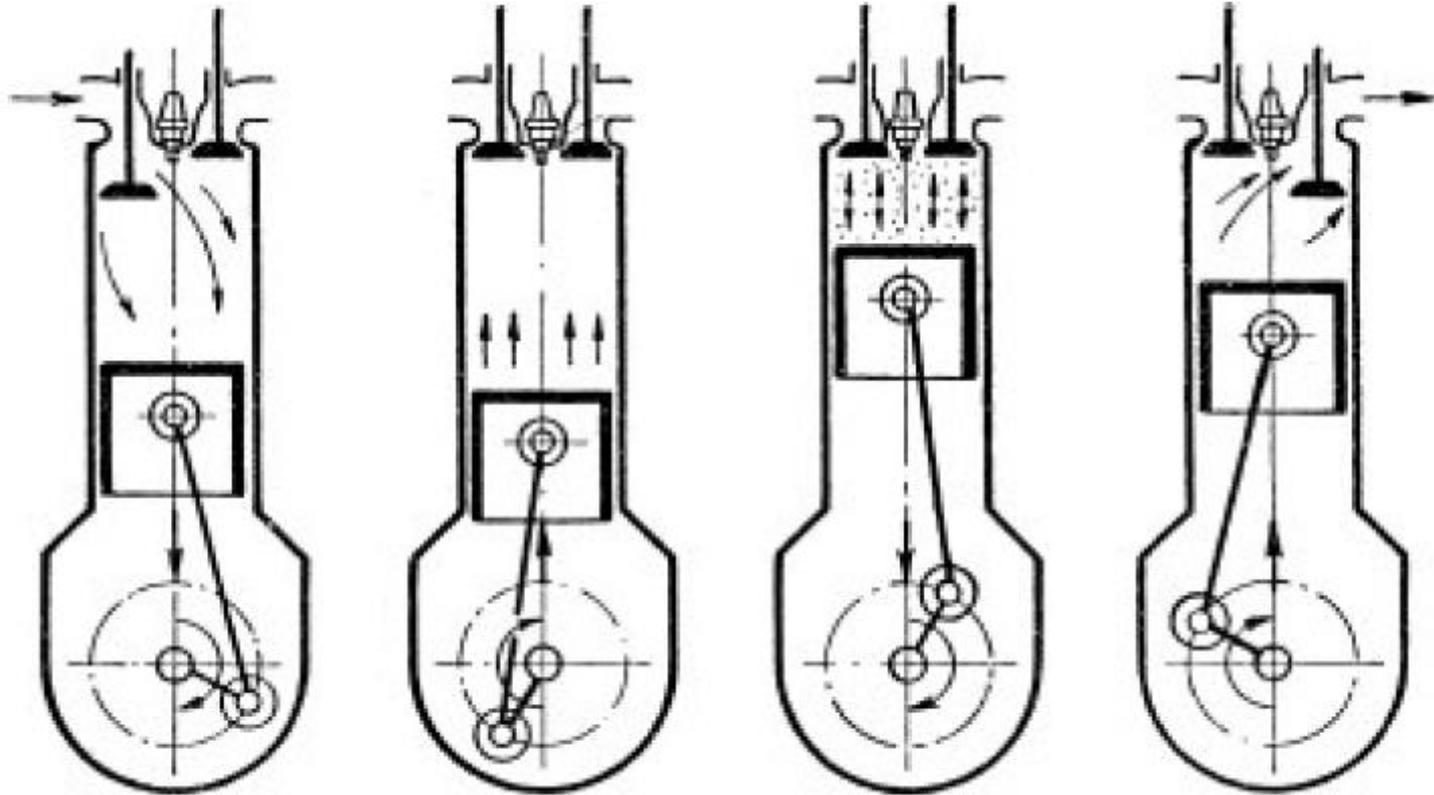


Confronto

Item	Accensione comandata	Accensione per compressione
Introduzione del combustibile	Miscelato con l'aria al di fuori della camera di combustione	Iniettato direttamente nella camera di combustione
Accensione	Con un sistema dedicato che genera una scintilla all'interno della camera di compressione	Utilizza l'alta temperatura e pressione ottenute comprimendo l'aria nel cilindro
Rapporto di compressione	Varia da 6 a 10	Varia da 14 a 22
Peso	Più leggero	Più pesante per le alte pressioni di funzionamento



Cicli operativi – 4 tempi a carburazione



Aspirazione

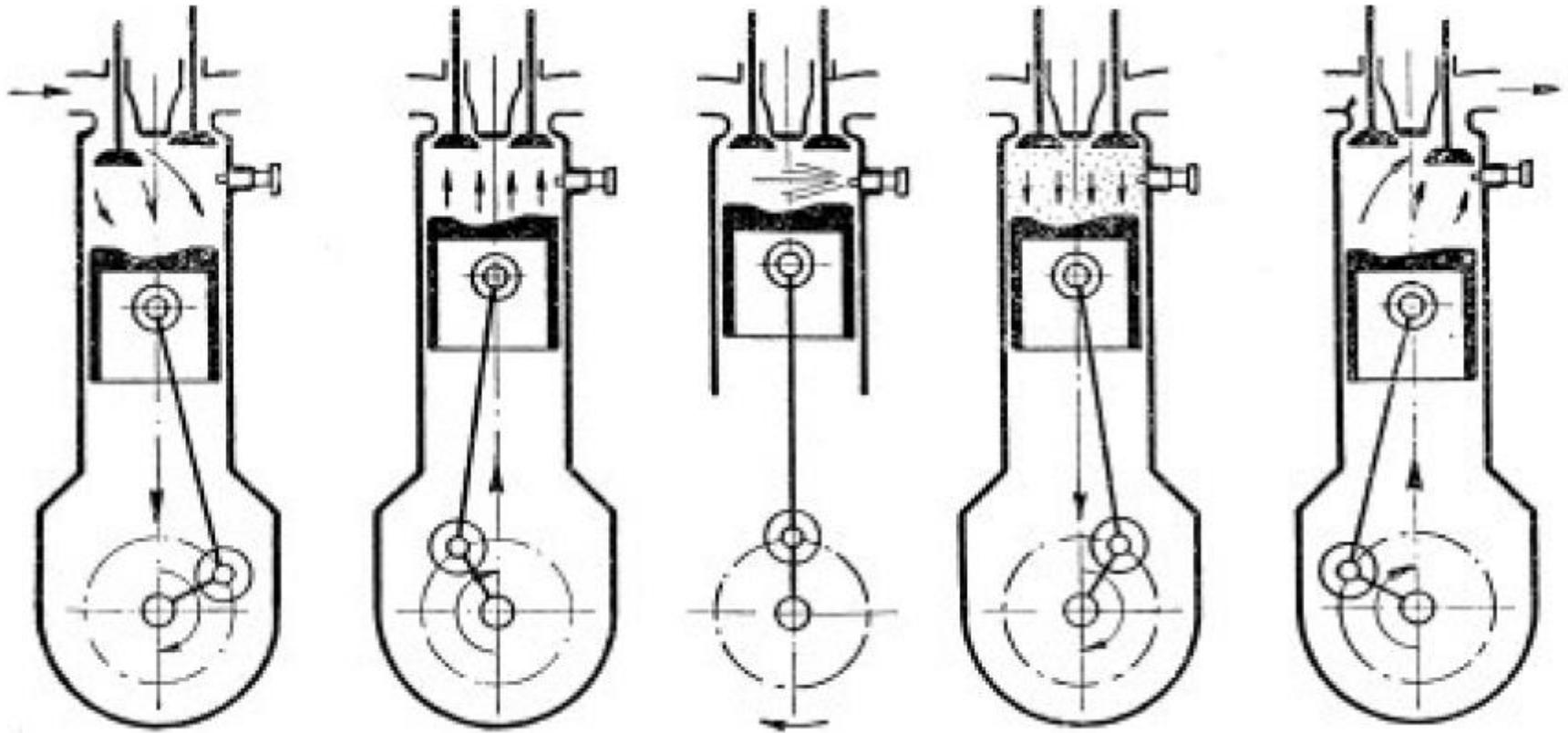
Compressione

**Combustione
Espansione**

Scarico



Cicli operativi – 4 tempi a iniezione



Aspirazione

Compressione

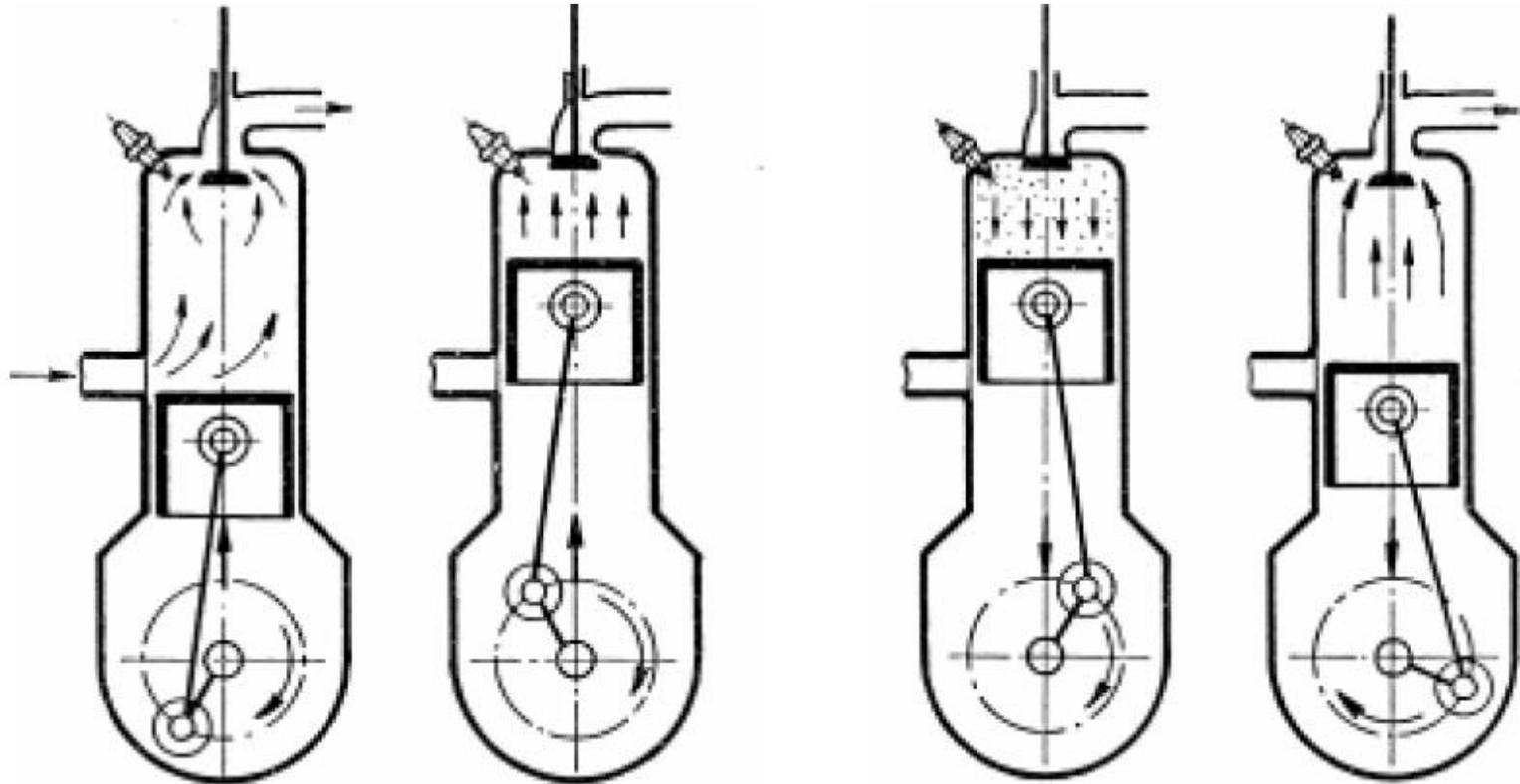
**Iniezione
Combustione**

Espansione

Scarico



Cicli operativi – 2 tempi a carburazione



Lavaggio-Aspirazione e Compressione

Accensione-Espansione e Scarico

1° Fase o tempo

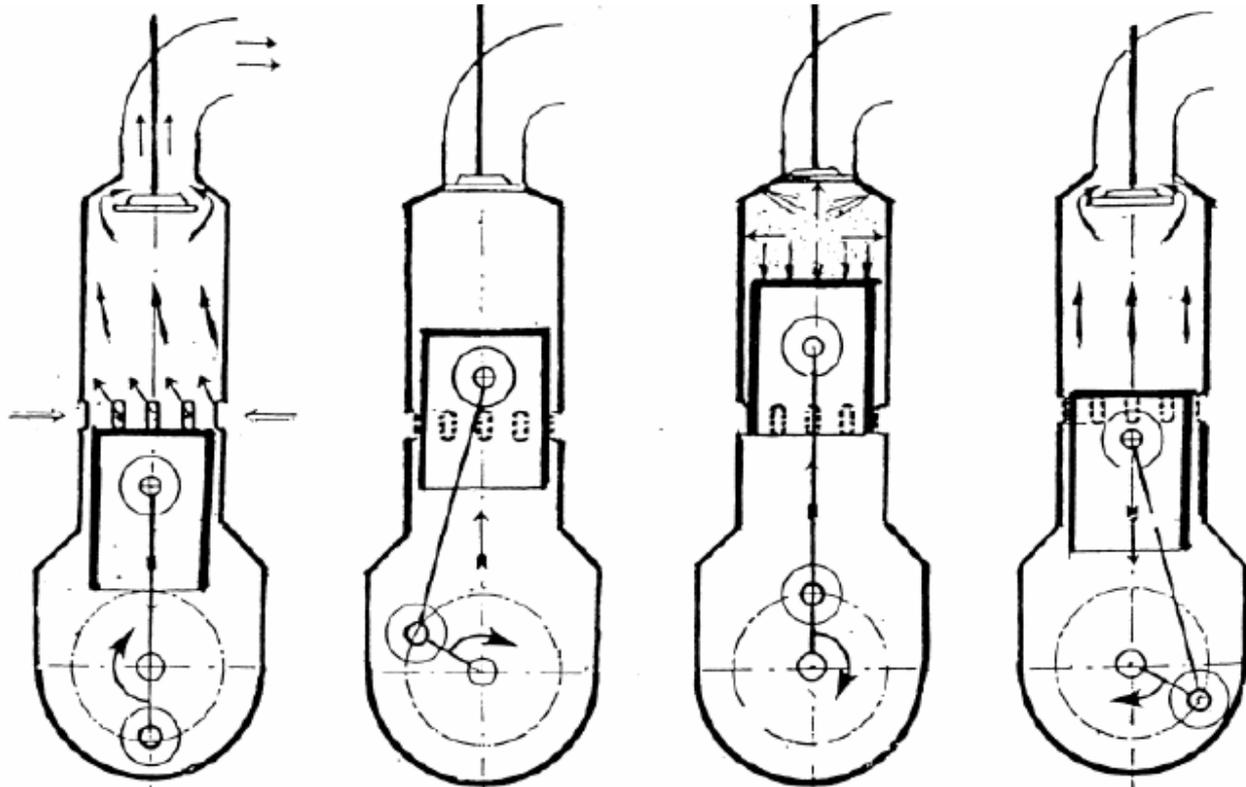
2° Fase o tempo



Richiami e terminologia

Vittorio BUCCI

Cicli operativi – 2 tempi a iniezione



Lavaggio-Aspirazione e Compressione

Iniezione-Espansione e Scarico

1° Fase o tempo

2° Fase o tempo





UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI TRIESTE

Vittorio BUCCI

Progetto di impianti di propulsione navale

3.1 RICHIAMI E TERMINOLOGIA

Anno Accademico 2017/2018