

SCUOLE TECNICHE BOLOGNESI

ISTITUTI ALDINI VALERIANI E SIRANI



Corso di studio Tecnico Industriale
specializzazione Meccanica anno 5[^]

Disegno di un motore Piaggio e studio del manovellismo

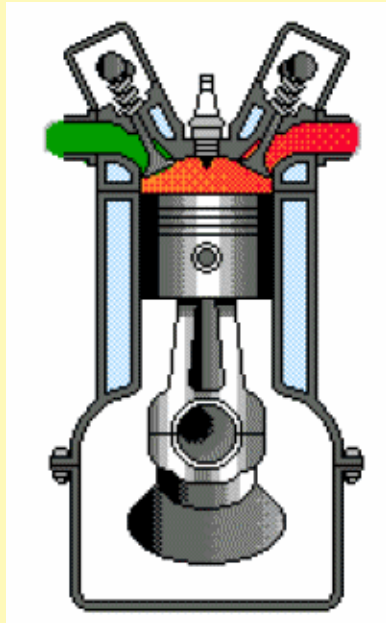
Tesi di: Emanuele Lenzi

Anno scolastico 2007/2008

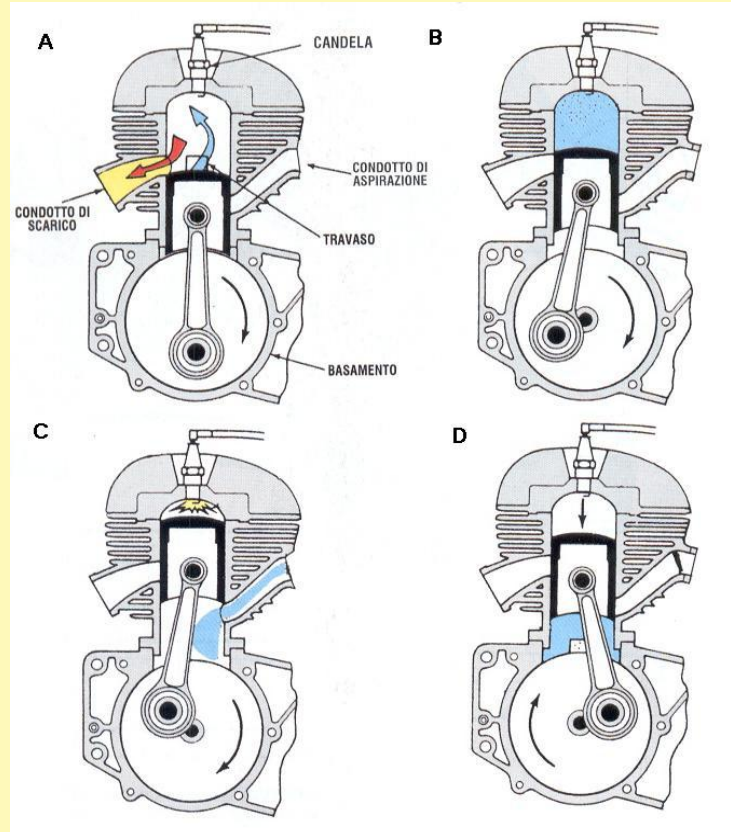
Giugno 2008

Com'è fatto e come funziona un motore

Motore 4T



Motore 2T

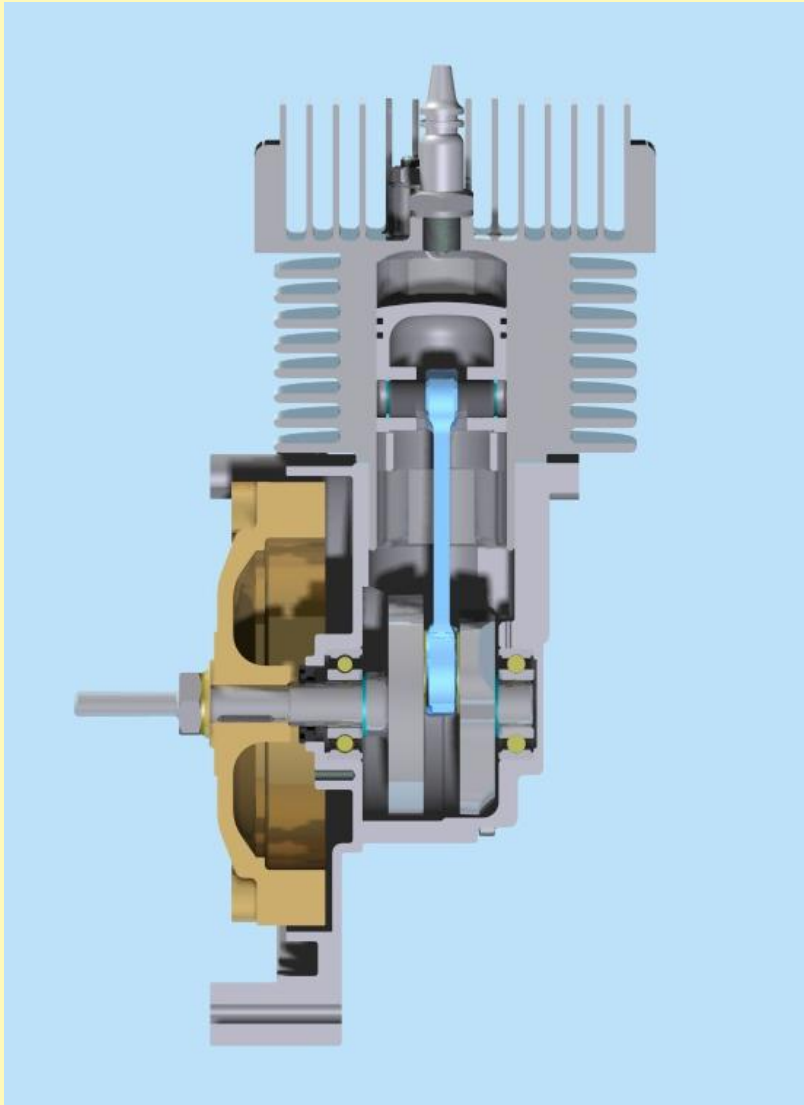


- I motori endotermici alternativi sono essenzialmente costituiti da:
 - un **cilindro** entro il quale scorre un **pistone**. Il cilindro è chiuso sopra da una **testata**, mentre il pistone è collegato all'albero motore tramite il meccanismo **biella-manovella**
 - le posizioni del pistone più vicina e più lontana dalla testata sono dette **P.M.S.** (punto morto superiore) e **P.M.I.** (punto morto inferiore).

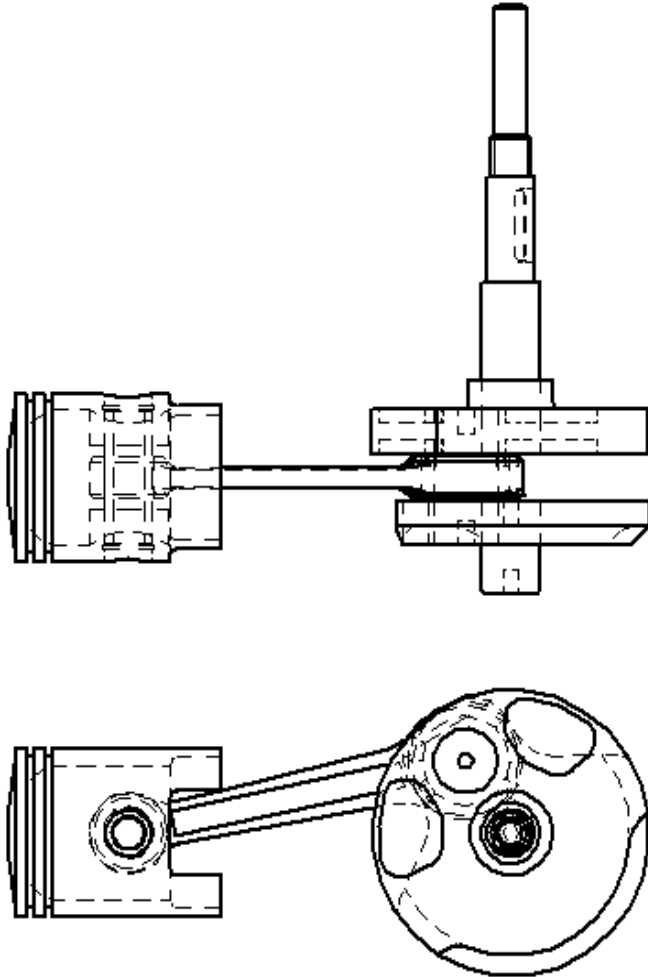
Disegno del motore Piaggio



- Con il programma di disegno Solid Edge UGS ®, ho realizzato il modello in 3D di un motore endotermico della Piaggio due tempi.
- Per realizzarlo ho rilevato manualmente i singoli pezzi con strumenti di misura, calibro e micrometro, disegnando di ognuno il modello 3D.
- Per realizzare il modello completo, che si vede nell'immagine, ho creato il disegno d'assieme vincolando i singoli pezzi.



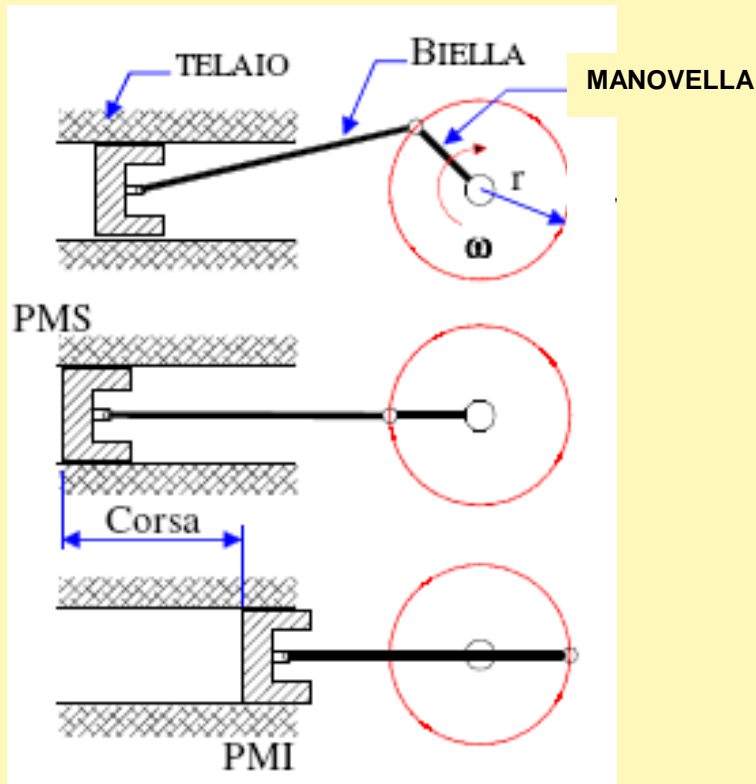
- Con lo strumento “vista di sezione” ho sezionato il modello 3D in modo da vedere lo spaccato del motore e gli elementi che lo compongono.
- Con l’applicazione “Motion” ho realizzato il movimento del modello, che si può guardare nel [Video](#)



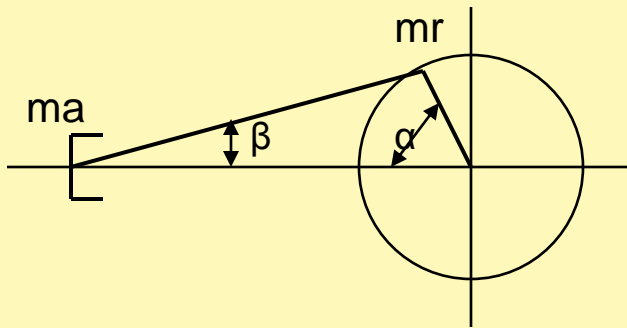
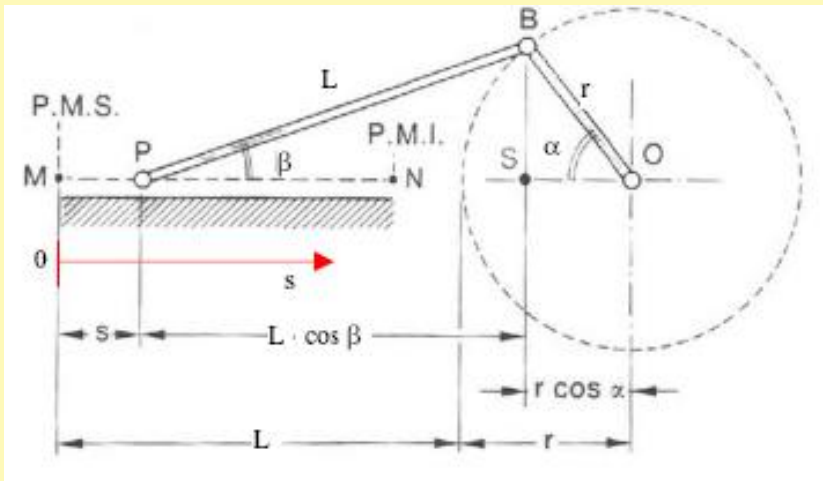
- Con la messa in tavola 2D del modello è possibile selezionare gli elementi da visualizzare, in questo caso il manovellismo.
- Di questo sistema ho analizzato i movimenti e le proprietà che lo caratterizzano nella parte di meccanica.
- Il manovellismo è un sistema composto da più parti, impiegato per convertire un moto rettilineo alternato in un moto rotatorio.

- I suoi principali componenti:

- lo *stantuffo*, o pistone, collegato tramite lo spinotto al piede di biella, mentre la testa di biella abbraccia il perno della manovella calettata sull'albero a gomiti del motore;
- la *biella*, asta rigida che collega lo stantuffo alla manovella;
- la *manovella*, asta collegata con la biella e vincolata a ruotare attorno ad O;
- il *telaio* è il supporto di tutto il sistema.



- Le due posizioni caratteristiche sono il P.M.S e il P.M.I
- Il rapporto di lunghezza $\left(\frac{r}{L}\right)$ è detto rapporto caratteristico del manovellismo e si indica con $\lambda = 0,2 \div 0,3$
- Il manovellismo può essere centrato (asse pistone perpendicolare asse albero mot.) o disassato (quando non sono coincidenti).



Ma=masse alterne (pistone, spinotto, piede biella e 2/3 fusto biella)

Mr=masse rotanti (manovella, testa di biella, 1/3 fusto biella)

- Velocità del piede di biella V_p

$$V_p = \omega r \left(\sin \alpha + \frac{\lambda}{2} \sin^2 \alpha \right) \rightarrow \underset{\lambda \rightarrow 0}{V_p} = \omega r \cdot \sin \alpha$$

- L'accelerazione istantanea del piede di biella, A_p

$$A_p = \omega^2 r (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha) \rightarrow \underset{\lambda \rightarrow 0}{A_p} = \omega^2 r \cdot \cos \alpha$$

- Le masse, m_a e m_r , durante il moto del manovellismo generano due forze.

- $F_{ci} = m_r \cdot \omega^2 \cdot r$ data dalle masse rotanti e dalla forza centrifuga.

- $F_{ai} = -m_a \cdot \omega^2 r (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha)$ data dalle masse alterne e dall'accelerazione

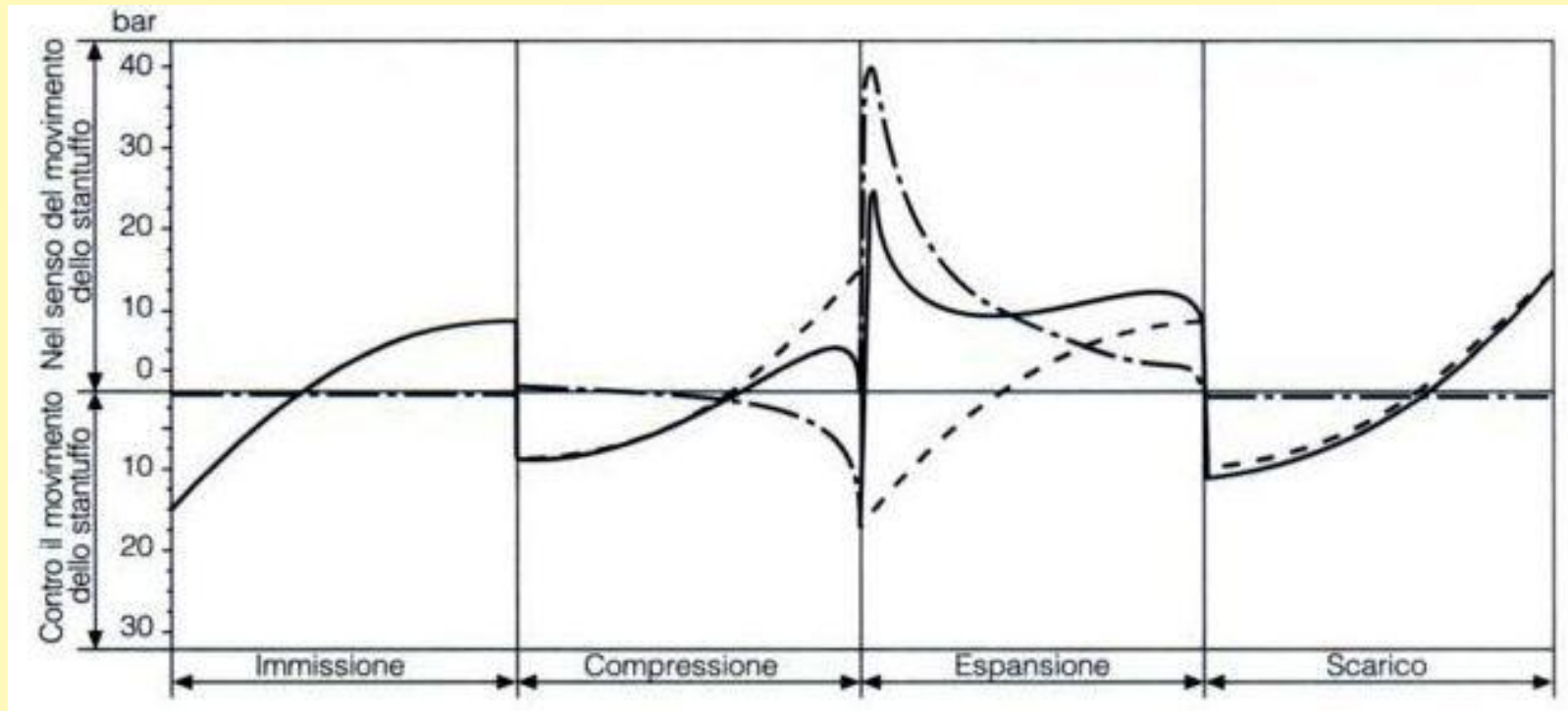
$$F_{ai} = \underbrace{-m_a \cdot \omega^2 \cdot \cos \alpha}_{\text{Fai di I}^\circ \text{ ordine}} - \underbrace{m_a \cdot \lambda \cdot \omega^2 r \cdot \cos 2\alpha}_{\text{Fai di II}^\circ \text{ ordine}}$$

- La forza risultante, sullo stantuffo, è data dalla somma delle forze:

-D'inerzia

$$F_{tot} = F_{ai} + p \cdot \frac{\pi D^2}{4}$$

-Pressione del fluido di combustione



----- pressioni esercitate dai gas sullo stantuffo

----- forze d'inerzia

————— diagramma risultante composto dal diagramma tratto e punto e tratteggiato.

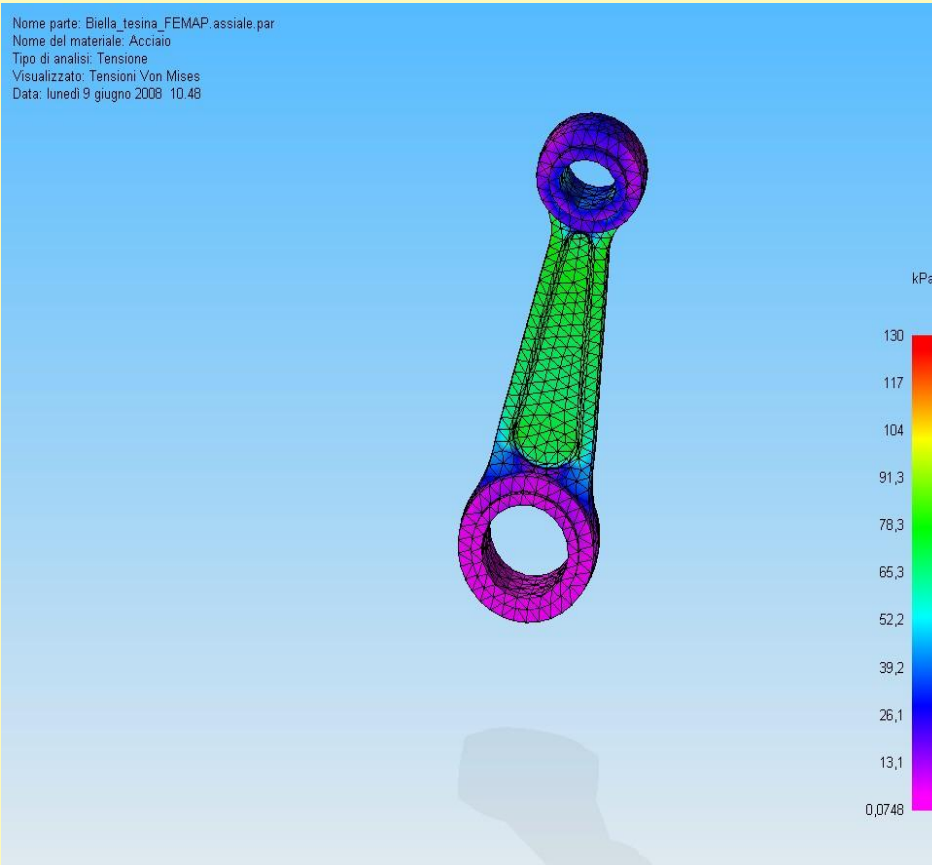
Disegno della biella



[Video](#)

- Ho voluto approfondire l'oggetto della biella.
 - Disegno di una biella con il programma di disegno 3D Solid Edge
 - **Materiali:**
 - Bielle lente,(<400giri/1') motori e applicazioni non veloci, si usano acciai al carbonio da bonifica (C25 ÷ C50) carichi rottura tra 500 - 700 N/mm².
 - Bielle veloci,(>400giri/1') motori diesel e benzina con alta velocità, realizzate con acciai al NiCr o al NiCrMo (39 Ni Cr Mo, 16 Ni Cr Mo 2,) carico rottura tra 850 -1100 N/mm².
- Le bielle veloci vengono realizzate per stampaggio

Analisi strutturale Femap

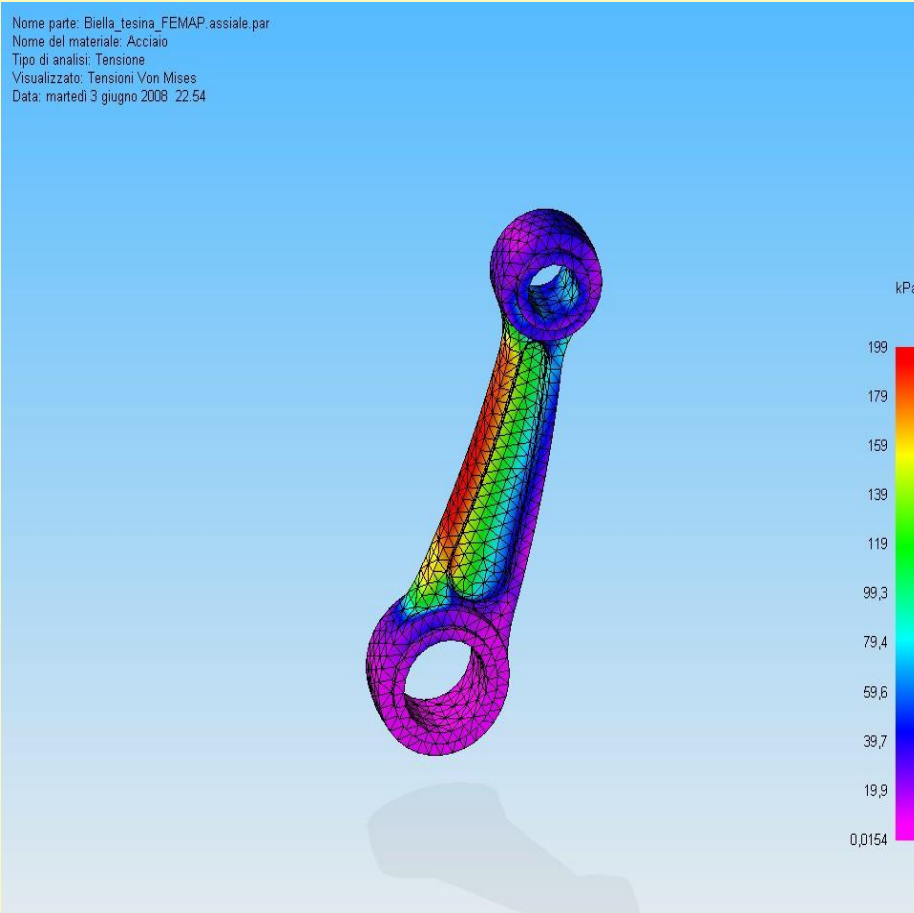


- Con lo strumento Femap è possibile effettuare un'analisi delle tensioni strutturali sul oggetto in punti critici (compressione in P.M.S).
- Verifica del carico di punta nel P.M.S. In questo punto agisce la pressione massima del fluido contrastata dalla forza d'inerzia, che non viene considerata in favore della sicurezza.

[Video](#)

$$\sigma = \frac{F}{a} \leq K \Rightarrow \sigma = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot P_{\max} \leq \frac{Rm}{n}$$

Analisi delle tensioni nella posizione di quadratura



[Video](#)

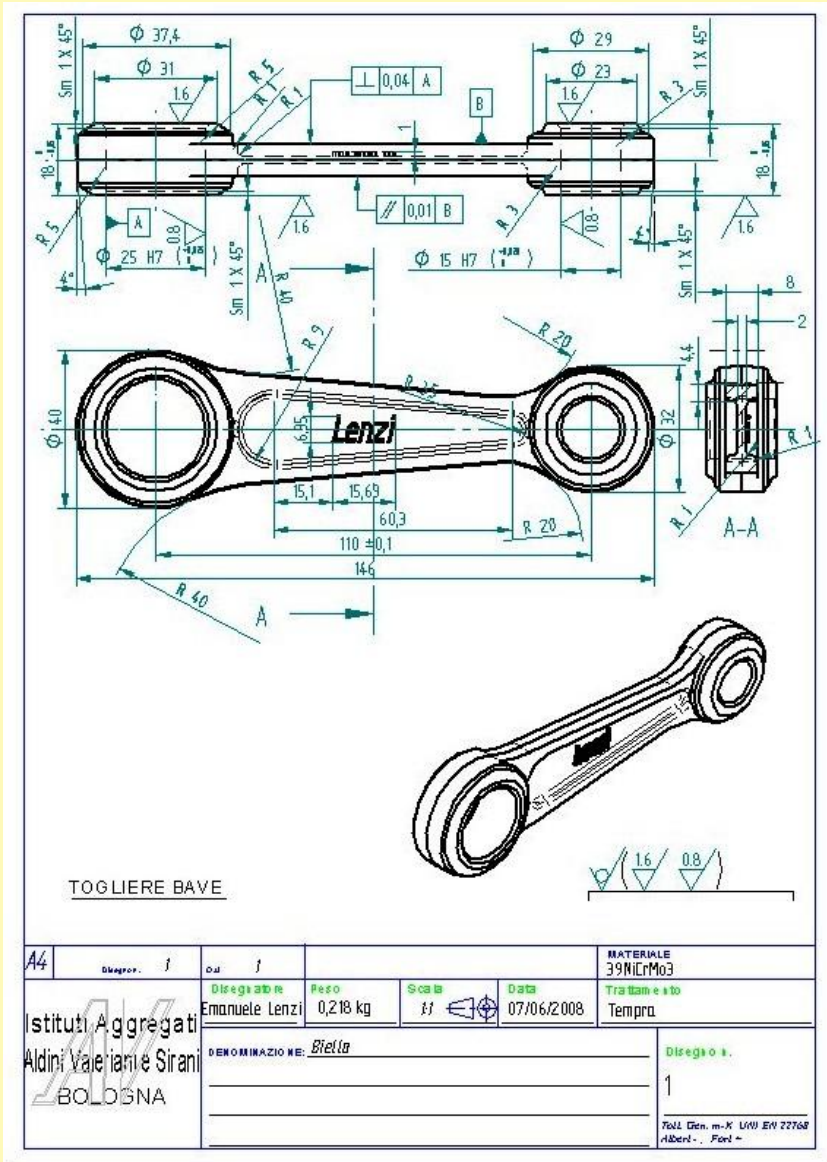
- Al M_f si aggiunge la pressione del fluido sul pistone .
- Le accelerazioni producono sulla massa del fusto della biella un carico distribuito; questo carico risulta particolarmente gravoso in quadratura per effetto della forza centrifuga. Se si considera la biella in quadratura come una trave appoggiata è soggetta ad un carico variabile in modo lineare, dal valore nullo fino ad un massimo. Queste forze distribuite tendono a flettere lateralmente la biella, dando origine ad un momento flettente (M_f), che ha la sua intensità massima alla distanza $\frac{l}{\sqrt{3}}$ per la quale va dimensionata la sezione.

$$\sigma_{\max} = \frac{M_f \max}{W_f} \leq k$$

$$\sigma_R = \sigma_{\text{fless}} + \sigma_{\text{compressione}}$$

$$\sigma_r < \sigma_{\max}$$

Mesa in tavola del disegno



- Dal disegno 3D ho realizzato la messa in tavola del 2D completo di quote, tolleranze dimensionali geometriche e rugosità