

Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Ingegneria Industriale
Corso di Laurea in Ingegneria Meccanica

Relazione per la prova finale
VERIFICA DI RESISTENZA STRUTTURALE DI UN ALBERO DI
BARCA A VELA

Tutor universitario: Prof. Alberto Campagnolo

Padova, 09/07/2024

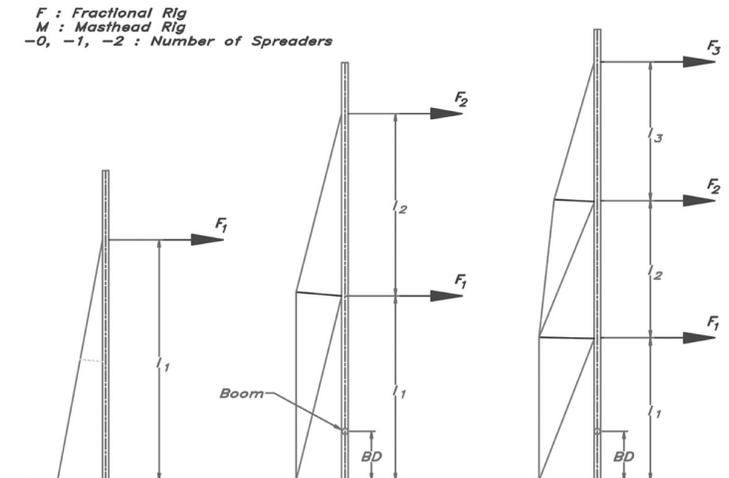
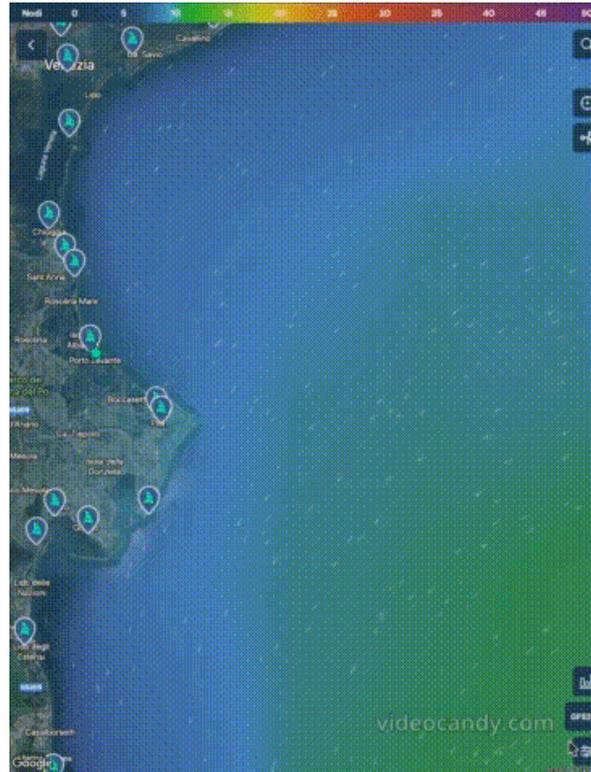
Laureando: *Gazzetta Filippo*

Perché verificare la resistenza strutturale di un albero di barca a vela?

- ❖ Determinare la resistenza in una situazione gravosa
- ❖ Valutare la sicurezza di un'imbarcazione



- ❖ Rappresentare una condizione atipica delle zone solcate dalla barca presa in esame
- ❖ Determinare l'intensità delle forze e punto di applicazione
- ❖ Verifica delle componenti principali che permettono la movimentazione della barca

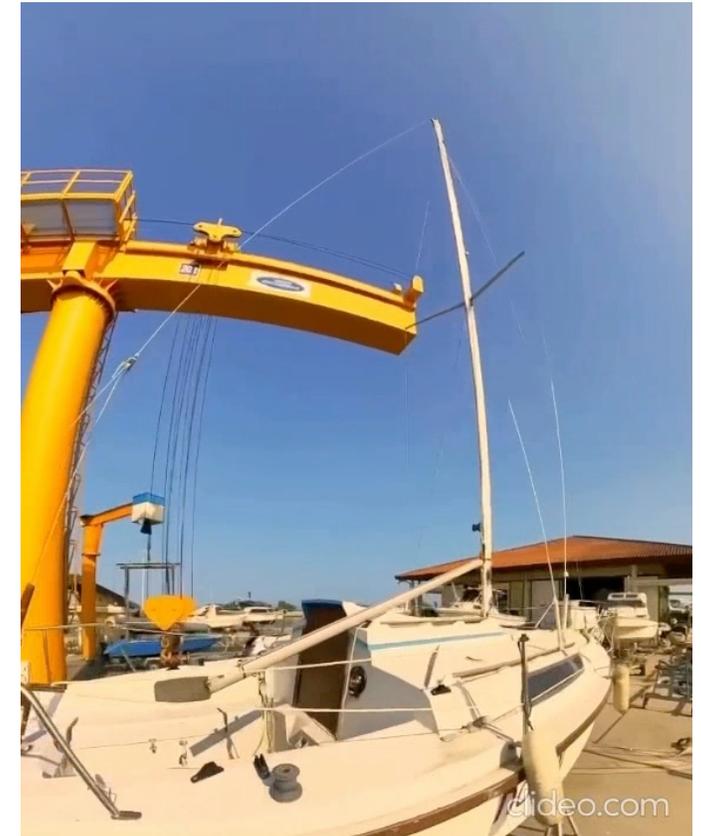
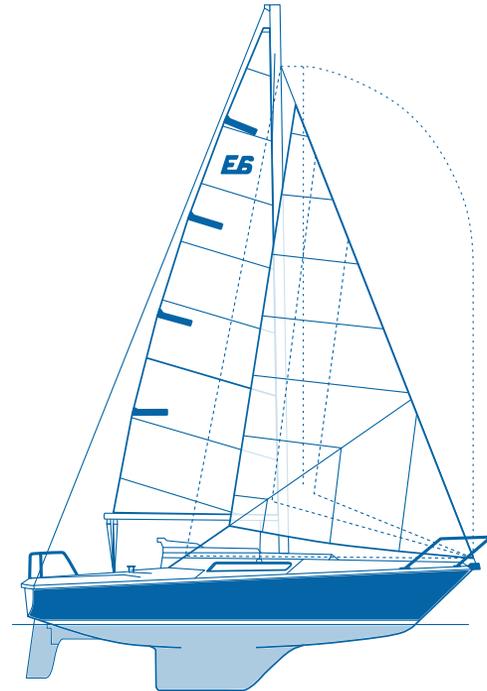


Noemi è una barca a vela del 1972, con un dislocamento di 1580kg ed è la barca presa come esempio in questo studio.

Per la verifica si ipotizza una tempesta con vento di 40nodi.

Semplificazioni necessarie:

- Coperta rigida
- Collegamenti rigidi
- Campo vettoriale vento costante



Prima fase: Stima qualitativa della forza generata dal vento attraverso due formule

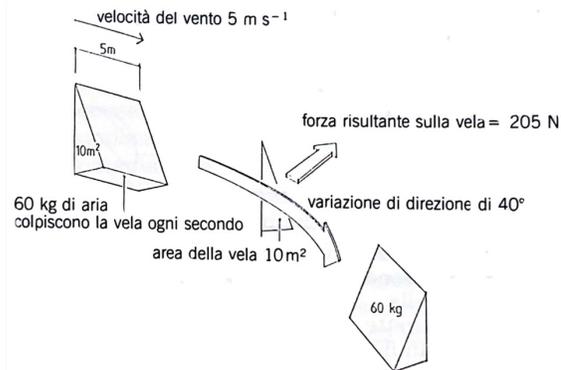
Formula che lega il volume d'aria alla forza generata

$$A_{\text{randa}} = \frac{bh}{2} = \frac{2,3 \times 7,1}{2} = 8,165 \text{m}^2$$

$$V_{\text{vento}} = A_{\text{randa}} \times 21 = 171,465 \text{m}^3/\text{s}$$

$$M_{\text{vento}} = V_{\text{vento}} \times \rho_{\text{aria}} = 171,465 \times 1,2 = 205,758 \text{kg/s}$$

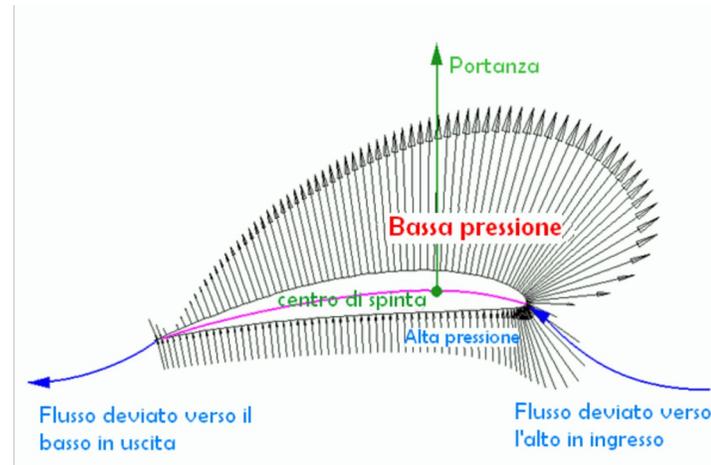
$$F_{\text{vento}} = M \times a = 205,758 \times 9,806 = 2.018,48598 \text{N}$$



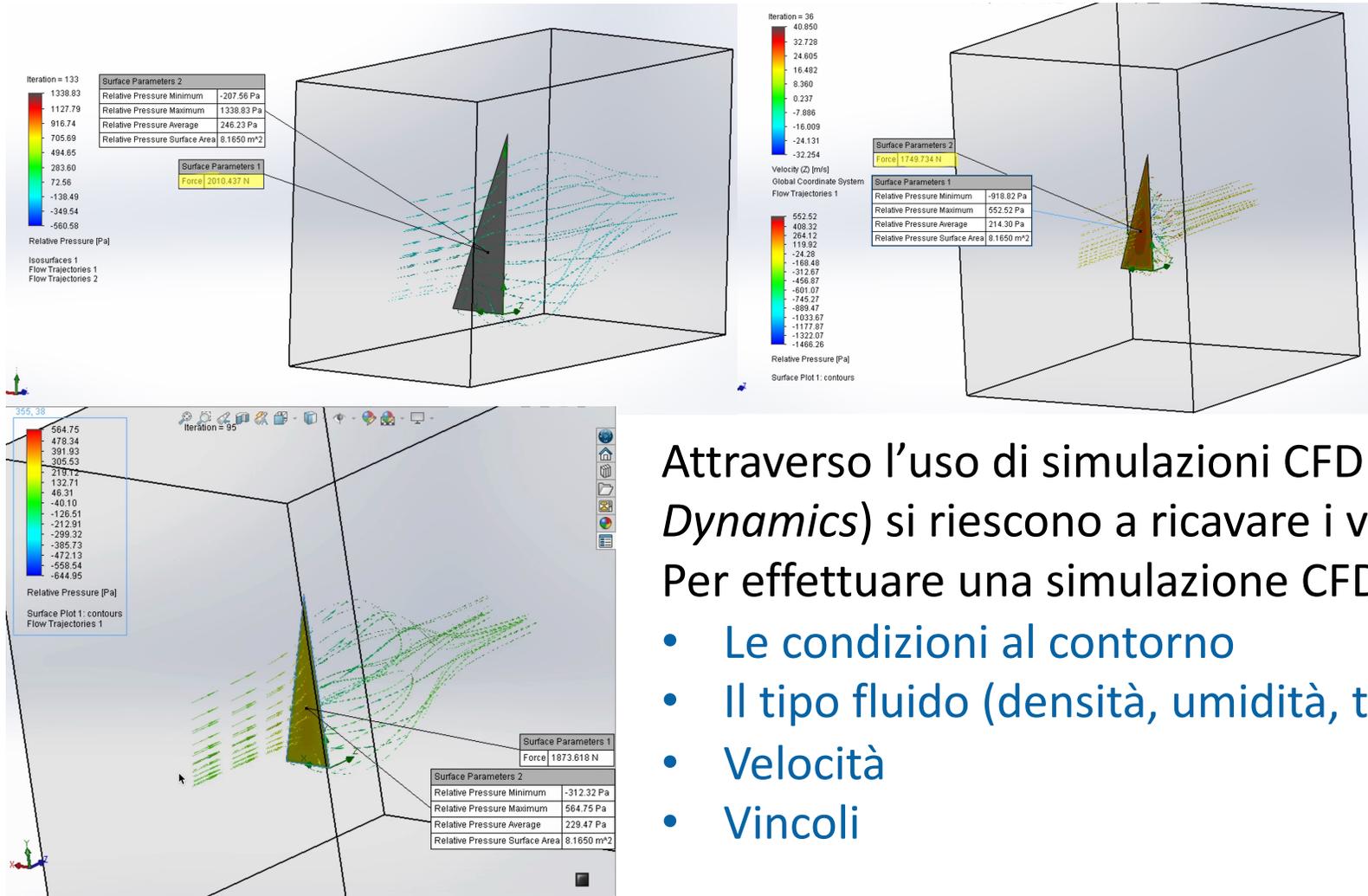
Formula della portanza

$$F_v = \frac{1}{2} \rho S v^2 c_p$$

$$F_v = \frac{1}{2} 1,225 \times 8,165 \times 21^2 \times 1,2 = 2.646,56 \text{N}$$



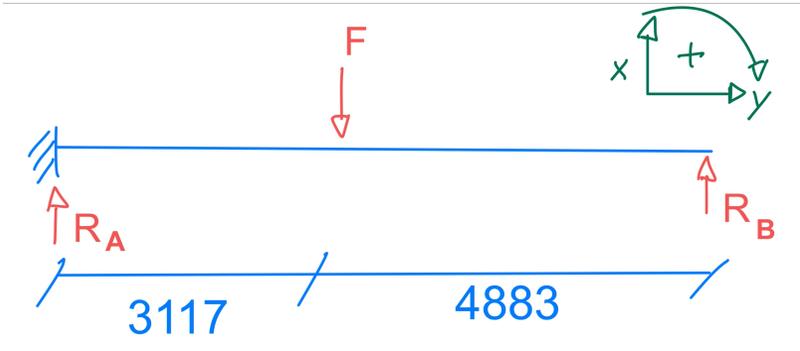
Seconda fase: Stima quantitativa della forza generata dal vento attraverso analisi CFD



Attraverso l'uso di simulazioni CFD (*Computational Fluid Dynamics*) si riescono a ricavare i valori di forza. Per effettuare una simulazione CFD è necessario definire:

- Le condizioni al contorno
- Il tipo fluido (densità, umidità, temperatura)
- Velocità
- Vincoli

Una volta definita la forza generata dal vento, si ricavano le reazioni agenti sull'albero per poi calcolare le tensioni in gioco.

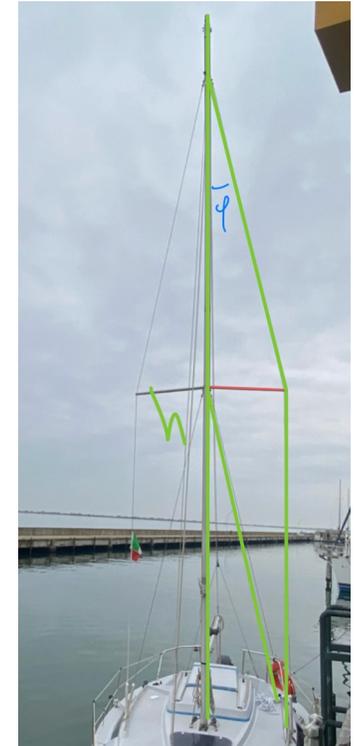
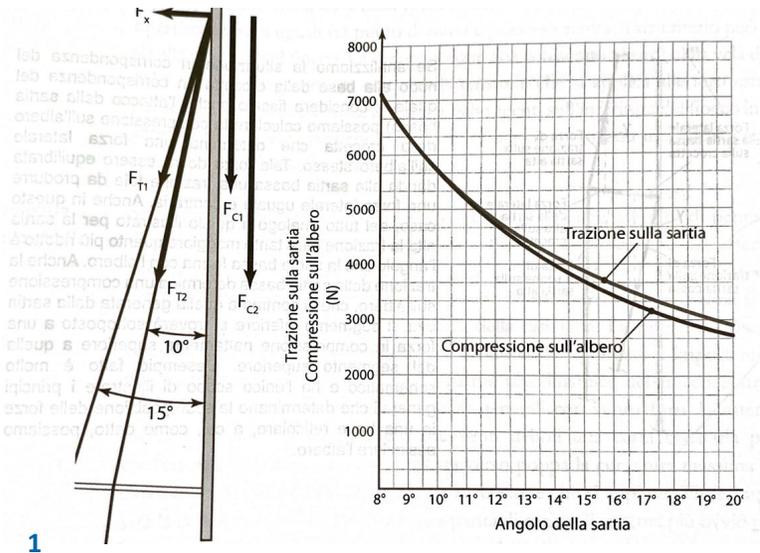


$$\begin{cases} \Sigma F = 0 \\ \Sigma M = 0 \text{ rispetto ad un polo} \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_A + R_B - F = 0 \\ \text{Polo in A: } + F \times 3.117 - R_B \times 8000 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_A = 1.220,75N \\ R_B = 779,25N \end{cases}$$

Sopra sono rappresentate le forze agenti lungo l'asse x, mentre nel diagramma (1) viene rappresentato il legame tra l'angolo delle sartie e il precarico di compressione sull'albero.

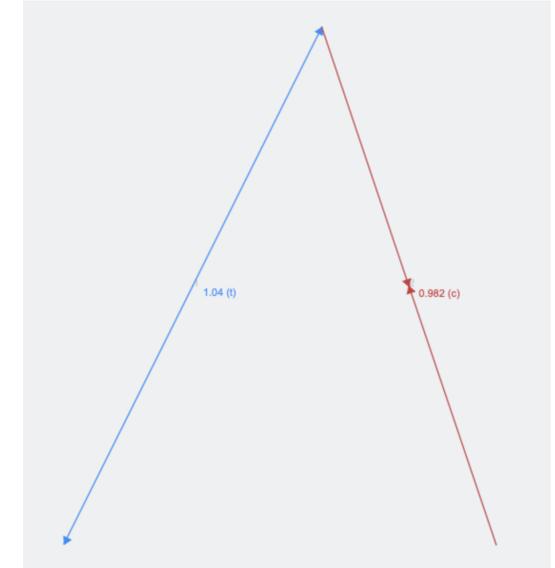


Angolo di circa 15°

Circa 3600N

Una volta ricavato il precarico sulle sartie dal diagramma (1) della slide precedente, si procede con le verifiche delle sartie, sommando la forza che il vento scarica sui cavi d'acciaio e il precarico di trazione.

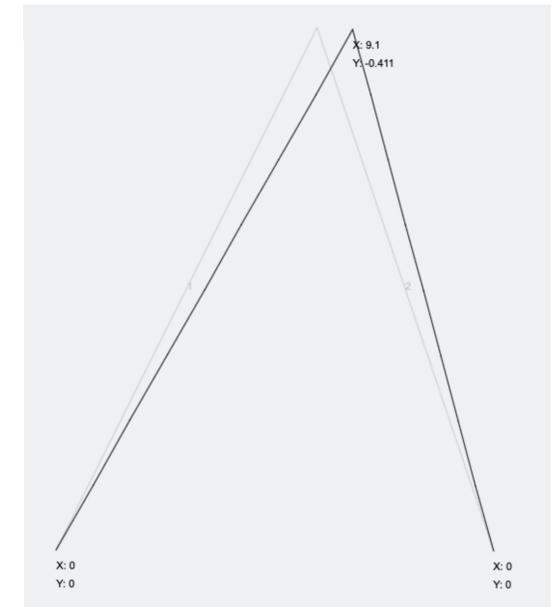
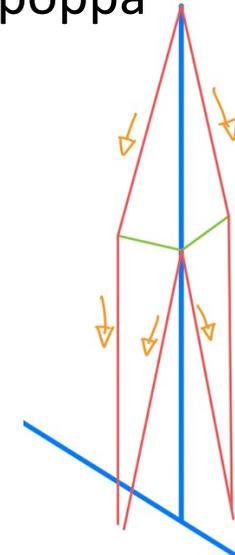
Circa 4000N



$$\Sigma F_{sartia} = F_{precarico} + F_{in\ gioco} \quad \text{Ricavato da tabelle}$$

$$\nu_s = \frac{F_{rottura}}{F_{max}} = \frac{14000}{5224,27} = 2,67 \quad \text{Coefficiente di sicurezza strallo poppa}$$

$$\nu_s = \frac{F_{rottura}}{F_{max}} = \frac{14000}{5505,4} = 2,54 \quad \text{Coefficiente di sicurezza sartia laterale}$$



Le tensioni da definire sono causate da:

- Momento flettente →
- Compressione albero →

$$\sigma_{zz} = \frac{M_{xx}}{J_{xx}} y = \frac{779,25 \times 8000}{1.260.000} \times 58 = 287MPa$$

$$\sigma_{zz} = \frac{M_{yy}}{J_{yy}} x = \frac{779,25 \times 8000}{590.000} \times 37 = 390MPa$$

$$\sigma_N = \frac{P_{compressione}}{A} = \frac{3.600}{950} = 3,8MPa$$

Sommatoria delle tensioni:

$$\sigma_{tot} = |\sigma_f + \sigma_N| = 390MPa + 3,8MPa \longrightarrow \text{La } \sigma_{tot} \text{ corrisponde a circa } 394MPa.$$

Resistenza sartie:

Verificata con coefficienti pari a \longrightarrow

$$\nu_s = \frac{F_{rottura}}{F_{max}} = \frac{14000}{5224,27} = 2,67$$

$$\nu_s = \frac{F_{rottura}}{F_{max}} = \frac{14000}{5505,4} = 2,54$$

Resistenza albero:

Non verificata perché il carico di snervamento è minore

della tensione alla quale viene sollecitato $\longrightarrow 394MPa > 240MPa.$