

Alcuni anni or sono un allievo nautico di coperta, reduce da una bocciatura all'esame di patentino, mi chiese se sapessi qualche cosa sul metodo Mengoli riguardante il calcolo del momento di stabilità statica trasversale al di fuori del metodo metacentrico e sulla determinazione della variazione di assetto longitudinale calcolata mediante l'angolo di inclinazione longitudinale.

Ed ecco le mie risposte:

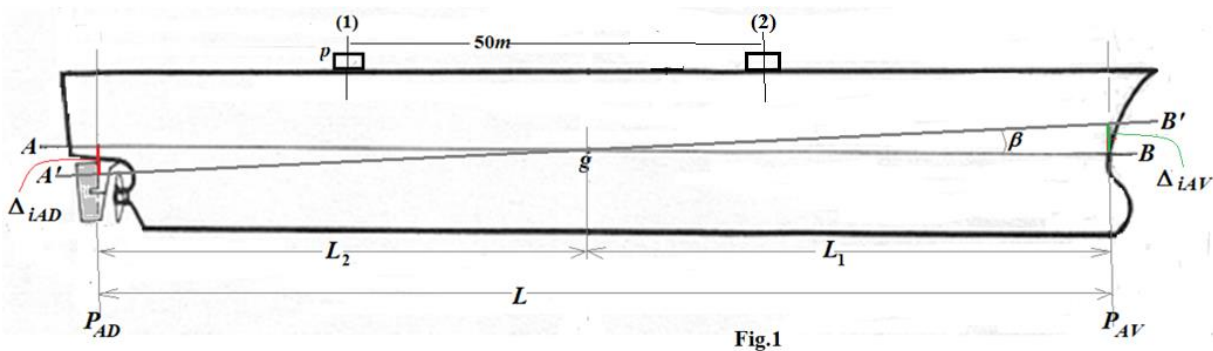
- il metodo di Mengoli^(*) non appare sui libri di testo in uso nelle scuole e non tutti i docenti di teoria della nave lo conoscono; neppure il mio libro di Mario Zito lo riporta, benché sia uno dei più completi (in esso è presente solo il metodo di Benjamin Spence che utilizza un diagramma polare). La lacuna del libro fu colmata dal nostro docente Massimo Vassalle il quale ci spiegò come Mengoli fosse giunto in base ad una notevole quantità di prove in vasca con modellini ad una equazione che porge il raggio prometacentrico per determinare la distanza tra il centro di carena ed il prometacentro per angoli di sbandamento superiori a $10^\circ - 12^\circ$ (purtroppo non ho più il quaderno di appunti del quinto anno di nautico e non ricordo assolutamente l'equazione empirica del Mengoli, credo comunque che basterebbe andare nella biblioteca di Ingegneria navale di Genova per soddisfare la curiosità).
- È col seguente problema che ho dato la risposta alla seconda domanda.

PROBLEMA

Una nave, longitudinalmente dritta ovvero avente immersione costante, ha i seguenti dati:

1. dislocamento $D = 5000 t$
2. lunghezza tra le perpendicolari..... $L = 100 m$
3. altezza metacentrica longitudinale..... $R - a = 150 m$
(a volte viene trascurato il piccolo termine a , assegnando il raggio metacentrico longitudinale $R = 150 m$)

Si deve spostare longitudinalmente un peso $p = 100 t$, verso prora; detta $x = 50 m$ la distanza del baricentro del peso dalla sua posizione iniziale (1) alla sua posizione finale (2), si domanda di calcolare la variazione di assetto longitudinale Δi .



In figura sono indicati inoltre:

1. g baricentro della linea d'acqua
2. L_1 e L_2 le due parti in cui g divide L
3. Δi_{AV} variazione di assetto prodiera (segnata in colore rosso)

4. Δi_{AD} variazione di assetto poppiera (segnata in colore blu)
5. β variazione di assetto longitudinale espressa in gradi.

SOLUZIONE

La variazione di assetto longitudinale (***) passando dal galleggiamento AB al galleggiamento $A'B'$ è:

$$\Delta i = \Delta i_{AV} + \Delta i_{AD}.$$

(**) detta anche *variazione nella differenza d'immersione* ossia dei pescaggi estremi: è la somma del valore assoluto della variazione di pescaggio prodiero con quella del pescaggio poppiero, mutamenti che sono simultanei e conseguenti ad ogni rotazione che la nave compie attorno ad un asse trasversale.

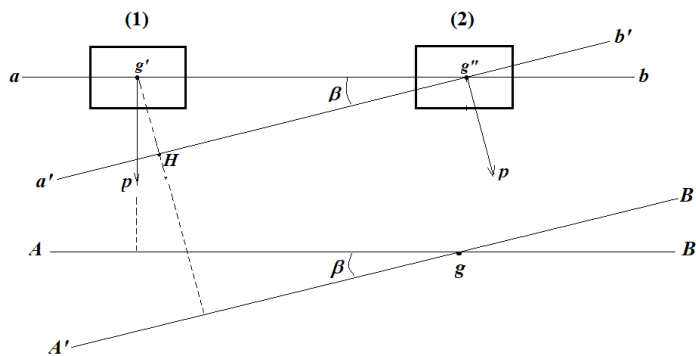
Il momento inclinante longitudinale provocato dallo spostamento del peso è:

$$m = p \cdot x \cdot \cos \beta; \quad (1)$$

il momento di stabilità longitudinale notoriamente è:

$$M = D \cdot (R - a) \cdot \sin \beta \quad (2)$$

Credo opportuno giustificare la (1); allo scopo mi avvalgo della seguente figura



nella quale:

- g' è il baricentro del peso nella posizione (1), il cui vettore è perpendicolare alla linea di galleggiamento AB ;
- g'' è il baricentro del peso nella posizione (2), il cui vettore è perpendicolare alla linea di galleggiamento $A'B'$;

Essendo $ab \parallel AB$ e $a'b' \parallel A'B'$, si è formato il triangolo rettangolo $g'Hg''$, nel quale Hg'' è il braccio del peso p ; pertanto il momento inclinante è $m = p \cdot Hg'' = p \cdot g'g'' \cdot \cos \beta$, che comprova la (1).

Poiché l'assetto $A'B'$ si ottiene uguagliando il momento di stabilità longitudinale M col momento inclinante m , si ha l'equazione:

$$D \cdot (R - a) \cdot \sin \beta = p \cdot x \cdot \cos \beta \quad (3)$$

Risolvero la (3) rispetto all'incognita β ; allo scopo divido, membro a membro, la (3) per $\cos \beta$:

$$\tan \beta = \frac{p \cdot x}{D \cdot (R - a)} = \frac{100 \cdot 50}{5000 \cdot 150} \cong 0.0066667,$$

da cui:

$$\beta \cong 0^\circ 23',$$

pertanto la nave rimane appruata di un po' meno di mezzo grado.

Dai 2 triangoli rettangoli, rispettivamente di cateti $L_2, \Delta i_{AD}$ e $L_1, \Delta i_{AV}$ posso scrivere:

$$\Delta i_{AD} = L_2 \cdot \tan \beta \quad (4)$$

$$\Delta i_{AV} = L_1 \cdot \tan \beta \quad (5)$$

Addiziono, membro a membro, la (4) con la (5):

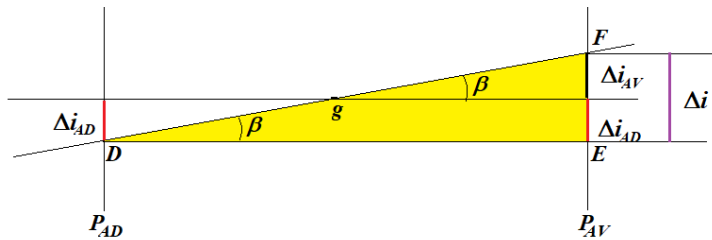
$$\Delta i_{AD} + \Delta i_{AV} = L_2 \cdot \tan \beta + L_1 \cdot \tan \beta \Rightarrow \Delta i = (L_2 + L_1) \cdot \tan \beta \Rightarrow$$

$$\Delta i = L \cdot \tan \beta, \quad (6)$$

da cui:

$$\Delta i \cong 100 \cdot 0.0066667 \cong 0.67m \quad (7)$$

Nella seguente figura viene giustificata graficamente la (6):



OSSERVAZIONE.

Molto probabilmente l'allievo avrebbe risposto giusto se i dati fossero stati:

- il peso $p = 100 t$,
- lo spostamento longitudinale $x = 50 m$,
- il momento unitario di assetto $M_u = 74.6 t \cdot m$ (rilevato dal diagramma delle carene diritte in funzione dell'immersione media in quella circostanza).

Così che avrebbe utilizzato la proporzione

$$p \cdot x : M_u = \Delta i_{(cm)} : 1$$

da cui

$$\Delta i_{(cm)} = \frac{p \cdot x \cdot 1}{M_u} = \frac{100 \cdot 50}{74.6} \cong 67 cm = 0.67m \quad (8)$$

che combacia col valore trovato in metri della (7). Nella prima frazione della (8) ho messo al numeratore anche il fattore 1 (un centimetro) per giustificarne anche l'uguaglianza dimensionale:

$$\frac{t \cdot m \cdot cm}{t \cdot m} = cm$$

(*) Ettore Mengoli fu docente della **Regia Scuola Superiore Navale**, istituto di istruzione superiore fondato nel 1870 a Genova per lo studio dell'ingegneria in particolare nell'ambito marittimo.

Successivamente nel 1935 fu annessa all'Università degli Studi di Genova che diventò il nucleo principale della facoltà di Ingegneria.

Il progetto per l'istituzione di una scuola superiore navale nacque nel 1869 su iniziativa dell'allora Ministro Stefano Castagnola del Regno d'Italia; il suo dicastero trattava: coltivazioni, boschi, foreste, scuole tecniche di agricoltura e industriali, caccia, pesca fluviale e marittima, stabilimenti industriali, marchi di fabbrica, miniere, camere di commercio, fiere e mercati, pesi e misure, **navigazione** ecc.

Fino ad allora le costruzioni navali con scafi in legno e a propulsione eolica erano affidate ad artigiani esperti che si tramandavano quest'arte operando in cantieri allestiti provvisoriamente sulle spiagge.

Sono proprio le trasformazioni dalla vela al vapore e dal legno all'acciaio che indussero Castagnola a rendersi conto della necessità di una formazione professionale specifica basata su teorie e tecniche scientifiche consolidate.

Ed è proprio in questa scuola di formazione intorno al 1910 (poco prima o poco dopo) che l'architetto navale Ettore Mengoli produsse la sua equazione empirica.

OSSERVAZIONE. L'allievo non era proprio tenuto a sapere rispondere alla prima domanda mentre assolutamente sì alla seconda.