PREMESSA AL PROBLEMA

Il simbolismo utilizzato è quello **italiano** preceduto dal simbolo "*" e successivamente quello **internazionale** preceduto dal simbolo "**"

* ***D*** **Dislocamento** ovvero il peso della nave, misurato in tonnellate (*da dislocare che deriva dalla parola latina "locare" nel senso di porre qualcosa in luoghi diversi. In particolare nella nautica significa il peso della nave equivalente al peso dell'acqua dislocata* (*spostata*) *dalla carena, ovvero dalla parte immersa.*)

** **Δ** oppure **W** **Displacement of the ship**

* I_{AV} **Immersione avanti o di prora**, misurata in metri

** T_{FP} **Forward draft**

* I_{AD} **Immersione addietro o di poppa**, misurata in metri

** T_{AP} **After draft**

* ***Im*** **Immersione media** cioè la media aritmetica delle immersioni estreme:

$$I_m = \frac{I_{AV} + I_{AD}}{2}$$

** T_m **Mean draft**

$$T_m = \frac{T_{FP} + T_{AP}}{2}$$

* ΔI_m oppure ε **variazione di immersione media** (dovuta ad un imbarco o sbarco di merci, incaglio…)

** ΔT_m „ „ „ „

* Δi oppure Δd **variazione di assetto** o variazione nella differenza delle immersioni estreme (dovuta ad una inclinazione longitudinale dello scafo: spostamento di pesi, imbarco o sbarco di pesi…..)

** ***C.T.*** **change of trim**

OSSERVAZIONE. Indicati con

* $Diff.I = I_{AD} - I_{AV}$ $\qquad Diff.I' = I'_{AD} - I'_{AV}$

** $Diff.I = T_{AP} - T_{FP}$ $\qquad Diff.I' = T'_{AP} - T'_{FP}$

rispettivamente le differenze prima e dopo un evento (spostamento pesi, imbarco o sbarco pesi, incaglio, …), l'espressione

$$* \qquad \pm\Delta d = (\pm Diff.I') - (\pm Diff.I)$$

$$** \qquad \pm C.T. = (\pm Diff.I') - (\pm Diff.I)$$

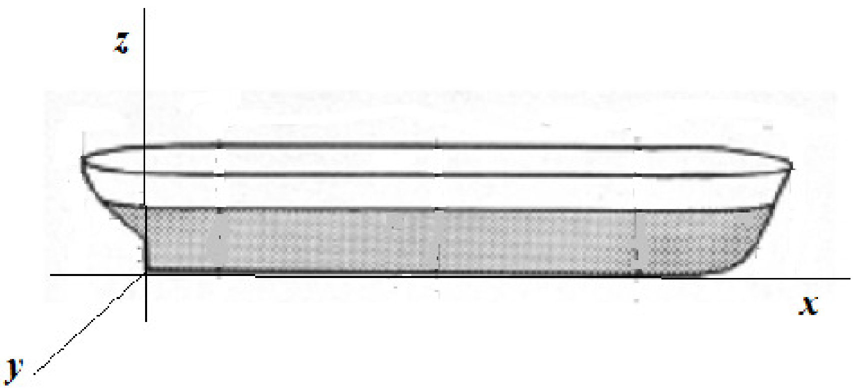
porge la variazione di assetto quando si conoscono i due pescaggi estremi iniziali e finali; trattasi di una sottrazione algebrica nella quale il segno " +" sta per appoppamento ed il segno " –" per appruamento. La peculiarità di questa equazione sta nel fatto che vale, come detto prima, per tutti casi.

***** ***Du*** **Dislocamento unitario,** misurato in *t/cm*, è il peso che imbarcato o sbarcato causa una variazione di immersione media di $0.01m = 1\ cm$ (*il suo nome è dovuto al fatto che esprime il dislocamento che compete allo strato di carena dritta, alto un centimetro, ossia è il peso del liquido dislocato da questo strato* (da cui il nome di dislocamento seguito dall'aggettivo unitario)).

** ***T.P.C.*** **Tonns per centimetre of immersion**

Nota. Ricordiamo che il momento di una forza ne misura la capacità di mettere in rotazione un oggetto rispetto ad un punto; trattasi di una grandezza vettoriale ma noi siamo interessati solo al suo modulo o valore intensivo che è uguale al prodotto dell'intensità della forza (misurata in tonnellate) per il braccio (misurato in metri).

Per una nave abbiamo:



- momenti longitudinali px
- momenti trasversali py
- momenti verticali pz

* ***Mu*** **Momento unitario di assetto,** misurato in $tonn \cdot m / cm$, è quel momento longitudinale che fa inclinare la nave causando una variazione di assetto di un centimetro

** ***M.C.T.I.C.*** **Moment change trim one cm**

Perpendicolari estreme:

* P_{pAV} **Perpendicolare avanti**

** ***F.P.*** **Forward perpendicular**

* P_{pAD} **Perpendicolare addietro**

** ***A.P.*** **After perpendicular**

sono le due verticali condotte nel piano diametrale o di simmetria xz (in simbolismo internazionale: ***C.L*** che significa ***Centre Linee***) per il punto di intersezione del piano di galleggiamento della nave a pieno carico, rispettivamente con la faccia interna od esterna ($R.I.N_a$):

- della ruota di prora,
- del dritto del timone (con l'asse del timone se manca il dritto).

* p **Peso generico piccolo rispetto al dislocamento**

** w **Weight**

PROBLEMA

Una nave, a pieno carico, ha le seguenti immersioni estreme

* $I_{AV} = 8.00m$ e $I_{AD} = 8.20m.$

** $T_{FP} = 8.00m$ e $T_{AP} = 8.20m$

Sono noti:

* Lunghezza tra le perpendicolari Pp........................... ..$L_{pp} = 130m$

** Length between perpendiculars ………………………..$L_{BP} = 130m$

* Dislocamento..$D = 12000\ t$

** Displacement of the ship……………………………$\Delta = 12000\ t$

* Dislocamento unitario.. $D_u = 22\ t/cm$

** Tonns for centimetre of immersion………………… $T.P.C. = 22\ t/cm$

* Momento unitario di assetto......................................$M_u = 110\ t \cdot m / cm$.

** Moment change trim one cm…………………………M.C.T.I.C. = $110\ t \cdot m / cm$

Distanza dal baricentro g di galleggiamento (longitudinal centre of flotation)

- del centro g_2 della stiva $N.2$……………………… $y_2 = 42\ m$ a proravia.

- del centro g_3 della stiva $N.3$........................... $y_3 = 11\ m$ a proravia.

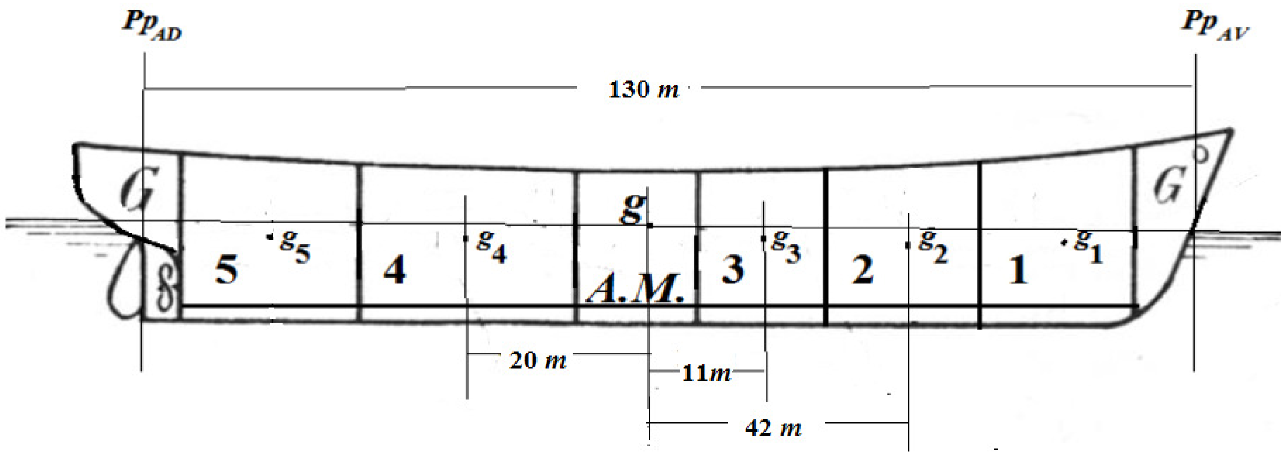
- del centro g_4 della stiva $N.4$........................... $y_4 = 20\ m$ a poppavia.

Deve risalire un fiume mantenendo l'immersione costante (chiglia orizzontale) di $7.80m$, perciò fa scalo nel porto presso la foce per eseguire l'allibo.

Si domanda l'entità del carico da sbarcare e da quali stive, tenendo conto che nel peso da sbarcare vi deve essere compresa una partita di merce di 300 tonnellate che è giunta a destinazione, situata nella stiva $N.4$.

SOLUZIONE

Dai dati del testo abbiamo la seguente figura:



Nella situazione prima dell'operazione di sbarco la nave ha:

.

- immersione media:

$$* \qquad I_m = \frac{I_{AV} + I_{AD}}{2} = \frac{8.00 + 8.20}{2} m = 8.10m$$

$$** \qquad T_m = \frac{T_{FP} + T_{AP}}{2} = \frac{8.00 + 8.20}{2} m = 8.10m$$

- assetto di nave appoppata

$$* \qquad Diff.I = I_{AD} - I_{AV} = (8.20 - 8.00)m = 0.20m$$

$$** \qquad Diff.I = T_{AP} - T_{FP} = (8.20 - 8.00)m = 0.20m$$

La nave, per esigenze di navigazione, deve assumere:

1. il pescaggio costante

$* \qquad I_m^{'} = 7.80\ m \qquad$ (chiglia orizzontale)

$** \qquad T_m^{'} = 7.80\ m \qquad$ (even-keel) deve allora subire una emersione media:

$$* \qquad \Delta I_m = I_m - I_m^{'} = (8.10 - 7.80)m = 0{,}30m = 30cm;$$

$$** \qquad \Delta T_m = T_m - T_m^{'} = (8.10 - 7.80)m = 0{,}30m = 30cm$$

allora il peso da sbarcare “**sarebbe**”:

:

$$* \qquad p = \Delta I_m \cdot D_u = (30 \cdot 22)t = 660t. \quad (1)$$

$$** \qquad w = \Delta T_m \cdot (T.P.C.) = (30 \cdot 22)t = 660t \quad (1)$$

OSSERVAZIONE 1. Nella (1), come deve essere, è garantita anche l’uguaglianza dimensionale, infatti è:

- dimensione primo membro = t;
- dimensione secondo membro = $cm \cdot \frac{t}{cm} = t$.

OSSERVAZIONE 2. Indicato con $D_u^{'}$**,** ovvero $(T.P.C.)'$ **,** le sole tonnellate corrispondenti al dislocamento unitario, la (1) proviene dalla proporzione

$$* \qquad D_u^{'} : p = 1_{cm} : \Delta I_{cm}$$

$$** \qquad (T.P.C.)^{'} : w = 1_{cm} : \Delta T_{cm}$$

che, risolta rispetto a p (w) , porge la (1); questa escamotage è giustificata dal fatto che si è voluto rendere omogenei gli elementi del rapporto, a primo membro, della proporzione.

.

Perché ho detto “sarebbe” ? Perché la nave dovendo risalire un fiume passa da un’acqua salata ad acqua dolce e, quindi ricevendo meno spinta, si immerge di più. Tenuto conto del mescolamento dell’acqua di fiume con l’acqua salata del porto, viene misurato ivi il peso specifico dell’acqua salmastra, rilevando che esso è 1.016 t/m^3,

Ricorriamo allora all’equazione

$$(\Lambda I_m)_{cm} = \frac{D}{\left(\frac{\omega}{\varpi - \omega'} - 1\right) \cdot D_u}, \qquad (2)$$

nella quale ω e ω' sono pesi specifici di acque di diversa densità. Nel nostro caso abbiamo ω=1.016 t/m^3 e $\omega' = 1.000$ t/m^3.

OSSERVAZIONE. Quando si passa da acqua salata di peso specifico 1.025 t/m^3 ad acqua dolce di peso specifico 1.000 t/m^3, si usa l’equazione

$$(\Lambda I_m)_{cm} = \frac{D}{40 \cdot D_u},$$

essendo, per i pesi specifici suddetti, $\frac{\omega}{\omega-\omega'}-1=40$.

Nel nostro caso è

$$(\Delta I_m)_{cm}=\frac{12000}{\left(\frac{1.016}{1.016-1.000}-1\right)\cdot 22}\cong 8.6cm$$

Si deve sbarcare un ulteriore peso *p'*

$$p'=8.6\cdot 22\cong 190t.$$

Pertanto il totale delle tonnellate da sbarcare è 850.

OSSERVAZIONE. Nella (2) il contenuto delle parentesi tonda è un numero puro (adimensionale); pertanto la dimensione del secondo membro è

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

che giustifica l'unità di misura del primo membro.

2. L'assetto desiderato di immersione costante $Diff.I'=0m$, per cui l'imbarcazione deve subire una variazione di assetto:

$$* \qquad \Delta d=(0.20-0)m=+0.20m=+20cm$$

$$** \qquad C.T.=(0.20-0)m=+0.20m=+20cm$$

Tornando al punto 2. del problema rileviamo che dobbiamo sbarcare i pesi in modo che diano luogo ad un momento longitudinale appruante

$$* \qquad M=\Delta d\cdot M_u=(20\cdot 110)t\cdot m=2200t\cdot m \qquad (3)$$

$$** \qquad M=\Delta d\cdot(M.C.T.I.C.)=(20\cdot 110)t\cdot m=2200t\cdot m \quad (3)$$

OSSERVAZIONE. La (3) proviene dalla seguente proporzione, nella quale M_u', ovvero $(M.C.T.I.C.)'$, esprime le sole $t\cdot m$ del momento unitario di assetto (ciò al fine di rendere omogenei gli elementi del rapporto, a primo membro, della proporzione)

$$* \qquad M_u':M=1_{cm}:\Delta d_{cm}$$

$$** \qquad (M.C.T.I.C.)':M=1_{cm}:\Delta d_{cm}$$

risolta rispetto ad *M*.

OSSERVAZIONE. Nelle materie scientifiche le equazioni devono rispettare anche l'uguaglianza dimensionale. Proviamo ciò nella (3):

- dimensione primo membro = $t\cdot m$
- dimensione secondo membro = $cm\cdot\frac{t\cdot m}{cm}=t\cdot m$

Dai dati del problema si devono sbarcare definitamente nel porto alla foce del fiume le 300 tonnellate dalla stiva *N*.2 che producono un momento longitudinale appoppante *M'*:

$$M' = p \cdot y_2 = (300 \cdot 42) t \cdot m = 12600 t \cdot m$$

Si rileva che il valore intensivo di *M'* è maggiore di quello occorrente *M* ed allora è necessario determinare il momento appruante *M''* il cui valore intensivo è la differenza *M'* – *M*:

$$M'' = M' - M = ((12600 - 2200) t \cdot m = 10400 t \cdot m$$

Il peso totale da sbarcare, per risalire il fiume, è 850 *t*, pertanto, sbarcate le 300 tonnellate da lasciare nel porto alla foce, il rimanente peso da sbarcare è 550 *t*.

Questo peso da sbarcare deve produrre un momento appoppante di $10400 tonn \cdot m$, pertanto risolveremo l'equazione $M'' = p \cdot x$ rispetto all'incognita *x*:

$$x = \frac{M''}{p} = \frac{10400 t \cdot m}{550 t} \cong 18.9 m$$

Ovviamente, per il fatto che il momento longitudinale deve essere appoppante, lo sbarco va fatto a 18.9 *m* a poppavia del baricentro *g* della linea d'acqua, e quindi, dai dati del problema, emerge che il peso di 550 tonnellate va sbarcato dalla stiva *N*.4, prendendo il carico un po' a proravia del baricentro g_4 .

La nave, dopo aver sbarcato la merce nel porto fluviale e risceso il fiume, farà scalo nuovamente nel porto alla foce del fiume stesso a ricaricare la merce provvisoriamente ivi depositata.

NOTA 1. Nel Sistema Internazionale (*S.I.*) il megagrammo (*Mg*) è una unità di misura di massa tale che :

1 *Mg* = 1000 *Kg*.

La parola "megagrammo", nella pratica, viene sostituita con la parola "tonnellata" (detta anche "tonnellata metrica"), il cui simbolo è *t*, anche se è scorretto perché quest'ultima non è riconosciuta dal *S.I.*

NOTA 2. Il simbolo della tonnellata, nel *S.I.,* è *t*, però è uso, nella nautica, utilizzare il simbolo italiano "*tonn*" o il simbolo internazionale "*tonns*".