

29^a Conversazione

All'attenzione dei Colleghi

" Il capitano, profeta dai galloni d'oro, ne ha viste troppe, ma sa di non sapere niente, di non vedere niente. Bel tempo, mare buono, collera di Jehova. Niente. Il capitano dorme per un po', dice la sua preghiera, la stessa dei tempi di Noè. La mia vita, la loro vita, l'Oceano, l'insicurezza, la notte, l'incalcolabile fatalità..... "

Yann Queffelec, *Toi, l'horizon*

- A volte i nostri comportamenti sembrano insensati (come quelli del comandante Francesco Schettino nella sera del naufragio). Il motivo? Un libro rivela i meccanismi della nostra mente. E gli errori da evitare.

Ecco:

Augusto Parina - Antonio Mastrogiorgio

LA TRAPPOLA

DEL

COMANDANTE

(Alla scoperta degli errori cognitivi che ci impediscono di decidere correttamente)

- Ragazzi, studiate per voi stessi

Chi studia senza un minimo di interesse e di attitudine, solo in vista di obiettivi materiali difficilmente raggiunge una profondità di conoscenze spendibile: si rischia

cioè di uscire mediocri concorrenti di una materia che ci si è autoimposti solo in base alle statistiche occupazionali, e di soccombere, poi, nella competizione.

- Allego lo svolgimento dei Quesiti e degli Esempi - terza prova, indicati nella Conversazione n° 28 del 8/4/2013.

Il quesito A indicato nella Conversazione n° 28 nasce dal bisogno di fare chiarezza sul fenomeno SQUAT. Infatti molti partecipanti al Corso RADAR-ARPA, Bridge Teamwork, Ricerca e Soccorso (Livello Management), mostrano idee non molto chiare sul fenomeno: quale formula usare? Che velocità introdurre? Per non parlare dell'aumento di pescaggio (ΔI) a seguito di uno standamento (α) della nave (qualcuno mi ha fatto vedere una formula nella quale il ΔI è proporzionale a $\tan \alpha$)

Il quesito D per segnalare l'errore concettuale fatto dal Nicoli a pag. 25 del suo libro Navigazione Tradizionale (Ed. Quaderni marinari). La pagina porta il paragrafo:

COSTRUZIONE DELLE SCALE DEL PIANO NAUTICO

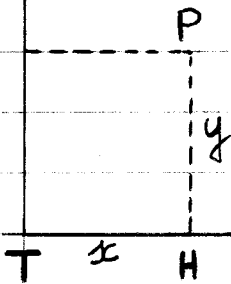
Nel libro, però, sono indicate le scale della Carta di Mercatore quando il $\Delta \varphi \leq 2^\circ$.

Il fatto grave è che pur avendo segnalato già molto tempo fa, ancora lo vedo, quell'errore, riprodotto, da qualche collega, sulla lavagna, durante la spiegazione del PIANO NAUTICO.

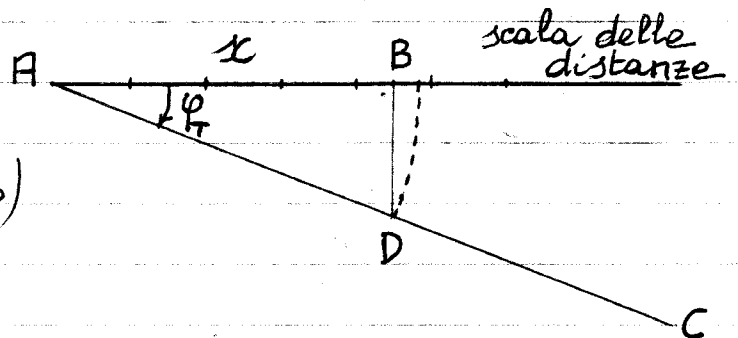
Il Nicoli ben conosce le relazioni di corrispondenza del PIANO NAUTICO; quindi se vuole tradurle in forma grafica, questa è la corretta costruzione

(meridiano)

y



$$\begin{cases} y = \Delta\varphi \\ x = \Delta\lambda \cos\varphi_T \end{cases}$$



Dovendo conoscere la differenza $\Delta\lambda$ di longitudine fra i due punti, che è espressa da $x \cdot \sec\varphi_T$, occorre moltiplicare la x per la $\sec\varphi_T$. Questo valore può ottenersi graficamente misurando la $x = \overline{AB}$ sulla scala delle distanze, e, fatta uscire una volta per sempre dall'origine della scala la semiretta AC inclinata dell'angolo φ_T si conduce dal punto B una perpendicolare alla scala delle distanze fino ad incontrare la semiretta inclinata nel punto D . La distanza \overline{AD} , misurata sempre sulla scala delle distanze dà il valore della differenza $\Delta\lambda$ di longitudine.

Infatti, dal triangolo \widehat{ABD} rettangolo in B , si ricava :

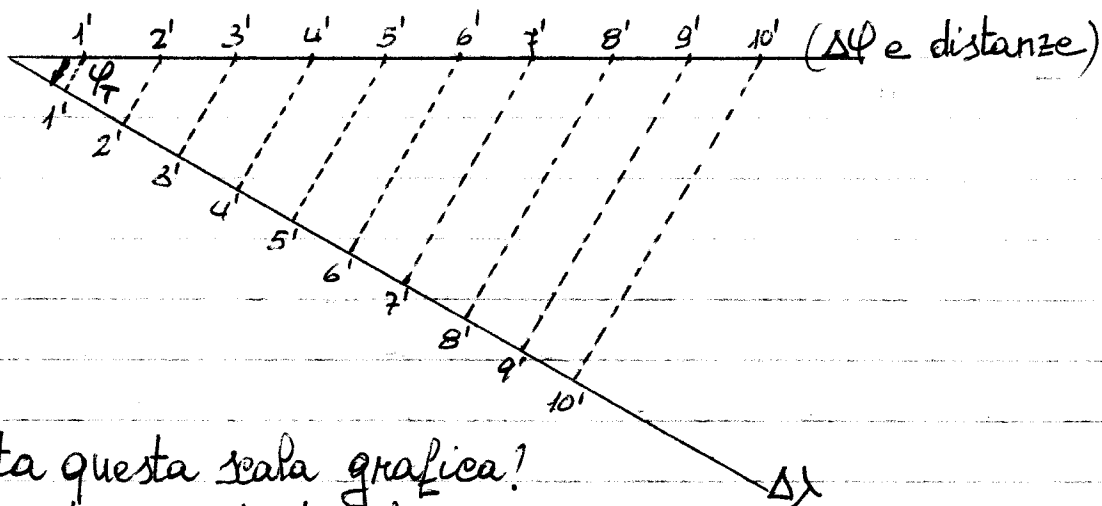
$$\overline{AD} = \overline{AB} \sec \widehat{BAD}$$

Ma è $\overline{AB} = x$; $\widehat{BAD} = \varphi_T$ e perciò sarà $AD = \Delta\lambda$

(I piani nautici, già da tempo, portano i margini del foglio graduati come la Carta di Mercatore in modo da permettere la rapida determinazione delle coordinate dei vari

punti)

Alcuni autori come Capasso-Fede (Navigazione - Vol. 1 a pag. 197) e Guerino Valente (Elementi di Navigazione Piana Vol. 2^o a pag. 63), indicano la seguente scala grafica per ricavare direttamente il $\Delta\lambda$ in funzione di x .



È corretta questa scala grafica?
(Aspetto vostre risposte)

Il quesito P mi dà anche l'opportunità di riparlare della linearizzazione dei luoghi di posizione^(*).

I Computer si sono evoluti rapidissimamente negli ultimi 100 anni. I microprocessori in silicio stanno arrivando al limite delle loro possibilità, e nuovi materiali aprono orizzonti da esplorare. Come il computer quantistico dalle inimmaginabili capacità di calcolo.

Domando ai Colleghi: perché non trovo trattato, nei vostri programmi, l'argomento linearizzazione dei luoghi di posizione?

A quando la risposta?

Napoli 20.05.2013

Con Affetto
Franco Sponto

^(*) Vedi Esposito Franco - Impiego del calcolatore tascabile a bordo delle navi - Atti dei Corsi di Aggiornamento - J.T.H. Luigi di Savoia - Duca degli Abruzzi - Napoli 1981

Risposta - Quesito A

1)

$$\begin{array}{r} t_{EBM} = 15^h 30^m \\ - t_{IAM} = -09^h 04^m \\ \hline T = 06^h 26^m \end{array}$$

$$\begin{array}{r} t_f = 12^h 36^m \\ - t_{IAM} = -09^h 04^m \\ \hline \Delta t = 03^h 32^m \end{array}$$

$$\begin{aligned} D &= (w_{AM} - w_{BM}) = \\ &= (3,5 - 0,9) = 2,6 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$x = D \operatorname{sen}^2 \frac{90^\circ \cdot \Delta t}{T} = 1,5 \text{ m.} ; h = w_{AM} - x = (3,5 - 1,5) = 2,0 \text{ m.}$$

(profondità) $p = C.P. + h = 14,0 + 2,0 = 16,0 \text{ m.}$

Aumento del pescaggio per lo sbandamento $\alpha = 4^\circ$

$$(1) \Delta I = 0,5 \cdot l \cdot \operatorname{sen} \alpha - (I - I \cos \alpha) = 0,743 \approx 0,74 \text{ m.}$$

$$U.R.C. = 16 - (10 + 0,74 + 2,5) = (16 - 13,24) = 2,76 \approx 2,8 \text{ m.}$$

NOTA

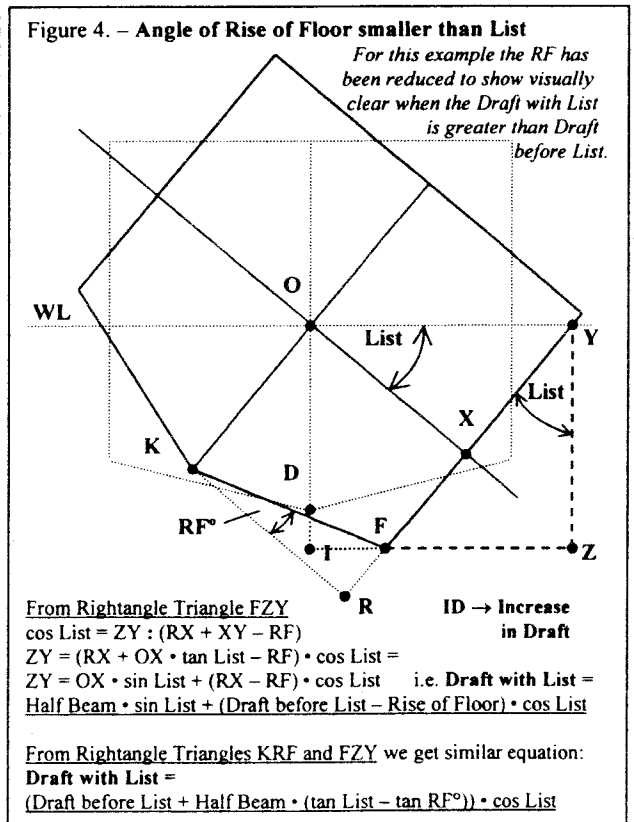
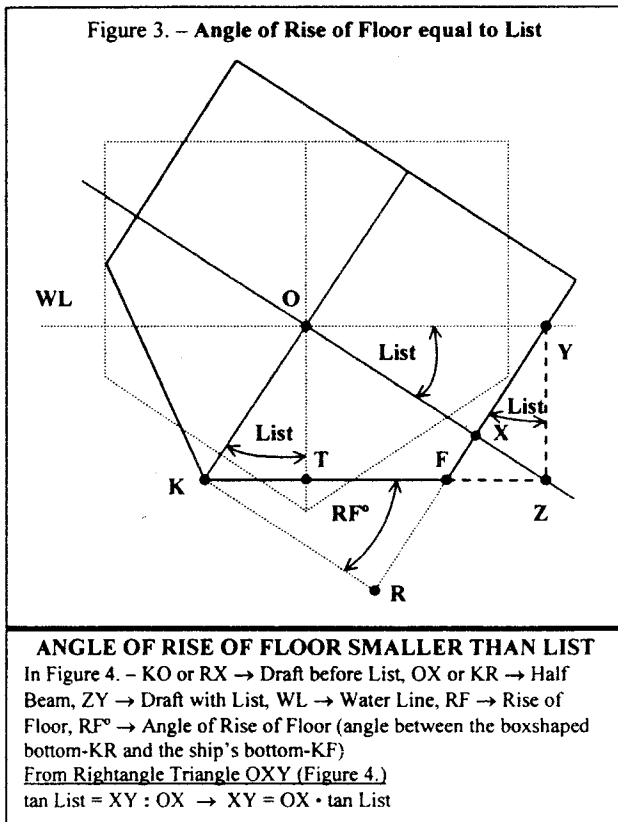
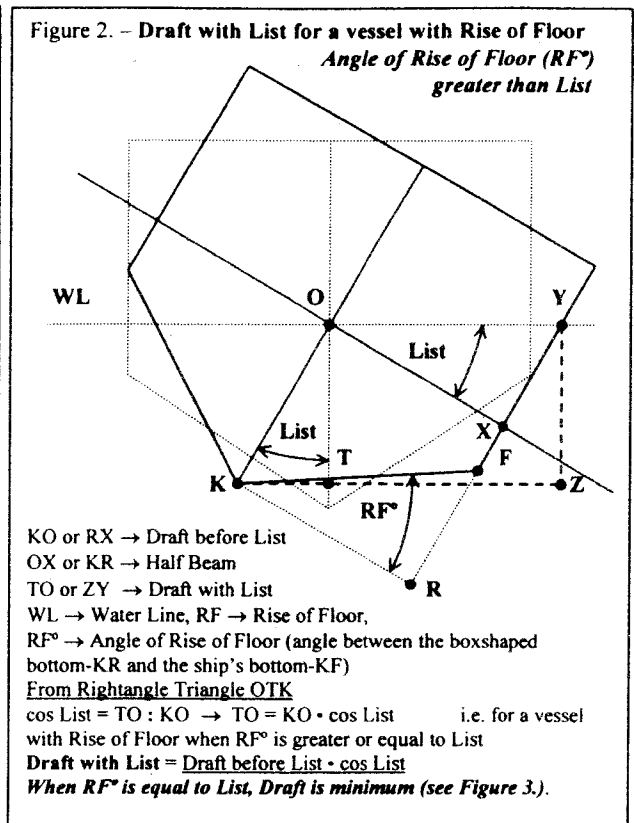
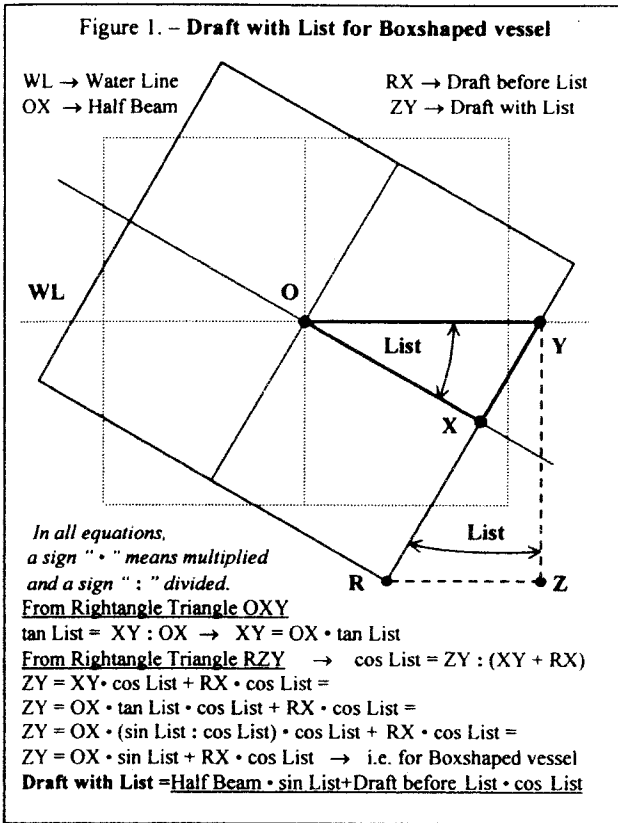
Per la dimostrazione della formula (1)

Vedi Appendice n° 1

2) Per il fenomeno dello SQUAT, vedi la trattazione fatta all'Appendice n° 2

Appendice n° 1

WITH LIST DRAFT CHANGES Explanation by Captain Dr. Ivica Tijardović



Appendice n° 2

Il fenomeno dello 'Ship Squat'

Se una nave dislocante si muove in avanti seguendo una rotta rettilinea a velocità relativa subcritica costante in una zona di mare calmo con basso fondale, i cambiamenti delle forze di pressione intorno alla carena ne causano un aumento medio dell'immersione e dell'assetto longitudinale. Ciò porta ad una riduzione della distanza della chiglia dal fondo, la cui entità risulta essere funzione della velocità nave. Si ha, quindi, la possibilità che il mezzo si incagli, benché la profondità dell'acqua risulti maggior dell'immersione nave in condizioni statiche. Quanto accade può, dualmente, essere analizzato considerando lo scafo immobile investito da un flusso uniforme a velocità costante, di profondità paragonabile con l'immersione nave, data la stazionarietà del fenomeno. Qualitativamente il tutto è spiegabile considerando che la presenza di una carena in un flusso uniforme in specchi d'acqua di profondità limitata (o, addirittura, in canali lateralmente limitati) genera una diminuzione della sezione di efflusso del fluido; per la costanza della portata (legge di conservazione della massa) le particelle di fluido accelerano in corrispondenza della nave (che può essere vista come una condizione al contorno del campo fluido), ovvero le linee di corrente si avvicinano tra loro rispetto alla posizione relativa che esse hanno nel campo indisturbato 'infinitamente' a prora e a poppavia. A tale accelerazione, per la costanza dell'energia specifica del fluido (espressa dal trinomio di Bernoulli) corrisponde una diminuzione di pressione. E' l'integrale del campo di pressione così modificato sulla superficie bagnata di carena a generare il fenomeno presentato, detto 'Ship Squat' ('Effetto di Fondo' ed 'Effetto Parete'). Si può osservare che l'aumento dell'immersione media ('*Mean Sinkage*') è dovuto all'interazione del fondo della carena con il fondale piano ad essa parallelo e vicino. La variazione di assetto longitudinale ('*Trim*') è, invece, un qualcosa di transitorio che si verifica in corrispondenza di brusche variazioni del profilo del fondo, come la presenza di un banco di sabbia o un dislivello; si è potuto osservare che per unità con forme piene, come le navi cisterna e le O.B.O., si verifica un appruamento, mentre per unità dalle forme più avviate si ha un appoppamento. Per questo motivo una qualsiasi improvvisa modificazione di assetto può essere considerata dal personale di bordo come un segnale di allarme del verificarsi del fenomeno, che può e deve essere limitato operando una riduzione della velocità. Ai fini della prevenzione dell'incaglio ciò che interessa è la massima immersione che la nave può subire alla velocità alla quale si muove, data dalla combinazione dei due contributi (*Mean Sinkage*+ *Trim*).

L'importanza di un approccio al problema che portasse all'acquisizione di uno strumento valido per la previsione dell'occorrenza e dell'entità dello Squat è dovuta all'aumento delle dimensioni del naviglio mercantile ed alle crescenti esigenze di piena operatività di queste unità in bassi fondali a maggiori velocità di esercizio. Si noti che, oggigiorno, risultano 'bassi', in confronto alle impressionanti immersioni oramai raggiunte, i fondali dei porti e delle rade di maggiore interesse commerciale. Questo è dimostrato dalla notevole quantità di incidenti per incaglio imputabili a questo fenomeno descritti in letteratura negli ultimi tre decenni. Lo studio del comportamento delle navi in bassi fondali ed acque ristrette e, più in particolare dello Squat è stato affrontato sia con l'elaborazione di teorie, sia con l'analisi empirica su modelli e sia con i rilievi al vero. Come risultato di questi studi esistono, oggi, metodi di previsione piuttosto accurati che permettono di conoscere a priori l'entità dell'aumento medio di immersione in presenza di un basso fondale piano. Ciò che risulta ancora di difficile inquadramento è il quantificare l'effetto delle modificazioni nella topografia del fondale sul comportamento di una nave.

Scopo di questa relazione è presentare una procedura di semplice utilizzo ad opera del comando di bordo per il calcolo diretto dell'entità globale (Mean sinkage+ Trim) dello Squat che può verificarsi per l'unità condotta, dandone ragionevole giustificazione. Si noti che non si entra nel merito delle problematiche di aumento di resistenza al moto, con conseguente riduzione di velocità, che si accompagnano allo Squat nella navigazione in bassi fondali. Si ricordi soltanto che tale aumento è essenzialmente dovuto alle variazioni subite sia dal campo fluido intorno alla carena, sia dal moto ondoso di accompagnamento per la vicinanza del fondale.

La seguente presentazione è basata sugli studi del Dr. C.B. Barras, M.Sc., Ph.D., C.Eng., Professore Ordinario di Architettura Navale presso il Dipartimento di Studi Marittimi del Politecnico di Liverpool, Gran Bretagna.

Il concetto di condizioni di navigazione in basso fondale (*Shallow Water Conditions*) è relativo alle dimensioni della singola nave in esame. Per il personale di bordo segnali chiari dell'avvenuto ingresso dell'unità in tali condizioni sono i seguenti:

1. Si ha un aumento del moto ondoso di accompagnamento all'estremità prodiera della nave.
2. La nave diventa più lenta nel rispondere all'azione degli organi di governo, con conseguenti difficoltà di manovra. Secondo i piloti di porto questa è la prima avvisaglia dell'insorgere del fenomeno.
3. Gli indicatori di immersione in plancia, o gli allarmi sonori, indicano variazioni nelle immersioni estreme.
4. L'indicatore del numero di giri mostra una diminuzione degli Rpm. Se la nave non si trova in acque ristrette (*Open Water Conditions*, senza restrizioni laterali), questo decremento può essere del 15% rispetto al numero di giri di servizio. Se la nave si trova in un canale limitato si arriva al 20%.
5. Si ha una sensibile diminuzione della velocità relativa. Se la nave è in condizioni di *Open Water*, la caduta sarà intorno al 30%. In un canale limitato essa può raggiungere il 60% della velocità di servizio.
6. La nave necessita di maggiori distanze di arresto a parità di velocità, nel solo caso di restrizione del fondale.
7. La nave potrebbe cominciare a vibrare improvvisamente a causa delle variazioni del campo fluido che possono portare la frequenza naturale di vibrazione della carena a diventare risonante con un'altra frequenza prodotta dagli impianti di bordo.

Il principale fattore che influenza lo Ship Squat è la velocità nave, V_k , variando approssimativamente con il suo quadrato. In altri termini, se dimezziamo la velocità, riduciamo lo Squat ad un quarto. Si tratta della velocità relativa tra nave ed acqua, ovvero quella rilevata dal solcometro in chiglia, e non di quella assoluta ottenibile a mezzo di traguardi terrestri o con sistemi di navigazione satellitare. Tale distinzione assume notevole importanza allorché si naviga in zone con forti correnti, soprattutto nei fiumi.

Un altro fattore è il coefficiente di blocco, C_B , definito come:

$$C_B = \frac{\nabla_{\text{Carena}}}{L \times b \times T}$$

Lo Squat varia in modo direttamente proporzionale a tale coefficiente. Per tale motivo navi dalle forme piene (*Tanker*), a parità di condizioni, sperimentano un effetto superiore rispetto a navi con carene avviate (*Passenger Liners*).

Un ulteriore elemento importante è il fattore di bloccaggio, S . Esso è il rapporto tra l'area della porzione immersa della sezione maestra della nave e la sezione trasversale del canale. Se la nave si trova in *Open Water*, deve essere considerata la 'larghezza di influenza' dell'acqua, variabile da 8 per navi cisterna a $10\frac{1}{2}$ per navi passeggeri. Nella pratica, invece di S , è preferibile utilizzare un fattore da esso derivato, indicato con S_2 .

Più precisamente si ha:

1. b , è la larghezza massima della nave in metri.
2. B , è la larghezza minima del canale in metri.
3. H , è la profondità minima in metri del canale o, equivalentemente, dello specchio di mare, ovvero il suo valore più basso, tenuto conto della presenza di eventuali banchi di sabbia ed altre discontinuità.
4. T , è l'immersione in corrispondenza della perpendicolare al mezzo in metri della nave, misurata in acque profonde, ovvero in assenza dello Squat.
5. L , è la lunghezza nave tra le perpendicolari in metri.
6. $A_s = b \times T$, è l'approssimazione dell'area della sezione trasversale immersa di centro nave (sezione maestra).
7. $A_c = B \times H$, è l'approssimazione dell'area della sezione trasversale del canale.
8. $A_w = (A_c - A_s)$.

9. $S = \frac{A_s}{A_c}$, fattore di bloccaggio, adimensionale.

10. $S_2 = \frac{A_s}{A_w} = \frac{S}{1-S}$.

11. La *larghezza di influenza* $= \frac{B_{\text{Equivalente}}}{b}$ in condizioni di *Open Water*; perciò si ha che $B_{\text{Equivalente}} = (8 \div 10\frac{1}{2}) \times b$. Essa può anche essere calcolata con maggior precisione dalla formula:

$$B_{\text{Equivalente}} = [7.7 + 45 \times (1 - C_w)^2] \times b.$$

12. C_w , è il coefficiente di finezza della superficie di galleggiamento all'immersione data.
13. V_K , è la velocità relativa nave espressa in nodi e misurata in acque profonde, ovvero prima che si verifichi lo Squat.

La formula proposta dal Barras è valida per la stima dell'entità globale dello Squat per navi operanti in bassi fondali sia delimitati lateralmente che non delimitati; ciò è vero purché il valore della profondità H previsto e messo a calcolo sia quello minimo in assoluto, ovvero quello che comporti la minima (ma pur sempre positiva) distanza tra il sottochiglia e le ondulazioni del fondale. Essa è:

$$"s" = \text{Ship Squat, in metri} = \frac{C_B \times (S_2)^{\frac{1}{2}} \times (V_K)^{2.08}}{30}$$

Tale formula è il risultato dell'analisi di oltre 300 misure di Ship Squat, in parte eseguite su navi al vero ed in parte su modelli in vasca.

Ve ne sono alcune versioni semplificate che danno previsioni sul valore di δ in eccesso, risultando così cautelative, ovvero contengono un certo margine di sicurezza.

Per la nave in Acque Ristrette si ha:

$$" \delta " = \text{Ship Squat, in metri} = \frac{2 \times C_B \times (V_K)^2}{100}$$

Mentre per la nave in Open Water è:

$$" \delta " = \text{Ship Squat, in metri} = \frac{C_B \times (V_K)^2}{100}$$

Tali formule sono valide per qualsiasi valore usuale del coefficiente di blocco e, quindi, per qualsiasi tipo di nave dislocante. Inoltre esse vanno applicate quando il rapporto tra la profondità minima disponibile e l'immersione media è:

$$1.1 \leq H/T \leq 1.5$$

Barras sostiene, infatti, che al di sopra di $H/T=1.5$ non si ha un'apprezzabile incremento del fenomeno (la cui entità è, perciò, pari al più al valore calcolato per $H/T=1.5$), mentre sarebbe quantomeno rischioso tentare di navigare, seppur a velocità ridotta, al di sotto di $H/T=1.1$.

L'analisi sperimentale, che supporta quanto qui osservato, ha fatto rilevare una certa importanza, nei confronti della quantificazione del fenomeno, dell'assetto longitudinale iniziale (a nave in moto in acque profonde), ovvero della posizione longitudinale del centro di carena L.C.B.. Di contro appaiono poco significative le forme di prora e poppa ed in particolare il tipo di bulbo.

In conclusione si può affermare che le formule ora descritte permettono una chiara e rapida individuazione dello Squat di una nave per una data situazione di carico (e quindi di immersione) e di velocità. Esse possono, perciò, essere considerate come un fermo riferimento nella condotta nave, sostituendo le vecchie pratiche, spesso fallibili, adottate da comandanti e piloti, quale, ad esempio, la 'regola del pollice'.

Osservazioni

Esistono in letteratura trattazioni sistematiche a base teorica e conferma sperimentale di ottima validità, ben più complesse di quella del Barras qui esposta, basate sullo sviluppo della 'Teoria Monodimensionale'. Esse tengono conto di una mole di parametri notevolmente maggiore, al fine di una più precisa stima del fenomeno. Possono, quindi, risultare utili in fase avanzata di progetto e di pianificazione di impiego di una nave, come controllo ad alto livello; di contro, sono certamente di non facile e rapida applicazione ad opera del comando di bordo, data la forma ben poco intuitiva delle grandezze e dei coefficienti in esse presenti. Tuttavia in commercio è possibile trovare una serie di programmi software che implementano tali metodologie sui calcolatori, rendendone più semplice l'uso. Si deve avere presente che, al fine di tenere conto degli imponderabili, è

sempre preferibile ed economico eseguire un calcolo approssimato con un certo margine di sicurezza. D'altra parte una più precisa previsione dello Squat può consentire di operare una maggiore caricazione in completa sicurezza, pur sempre nel pieno rispetto delle marche di Bordo Libero e dei Criteri di Stabilità.

Vi sono, infine, alcune situazioni riguardanti il fenomeno dello Ship Squat che nessuna trattazione è in grado di quantificare. La loro gestione deve, quindi, venire affidata in toto alla sensibilità ed all'esperienza del personale di bordo. E' questo il caso, ad esempio, dell'effetto di 'Transverse Squat', ovvero del generarsi di forze di avvicinamento laterali che si hanno allorché la nave si trovi in prossimità di un'altra unità o di una barriera verticale (banchina di ormeggio, sponda di canale o fiume).

Bibliografia

- UNIVERSITA' DI NAPOLI - FACOLTA' DI INGEGNERIA -

DINAMICA DELLA NAVE

Cap. XI : Resistenza al moto in un canale e in
fondale limitato

(Appunti dalle lezioni tenute dal prof. Ing.
EMILIO CASTAGNETO)

- ISTITUTO UNIVERSITARIO NAVALE - FACOLTA' DI SCIENZE NAUTICHE -

RAFFAELE PALLADINO

LO "SQUAT.

DELLE GRANDI PETROLIERE"

- K. C. BARNABY I PIU' IMPORTANTI DISASTRI NAVALI E LE LORO CAUSE

SQUAT CALCULATIONS

Compiled By: Kaushik Roy, 2nd Mate
Wallem Shipmanagement Ltd, Hong kong

Mainly Squat is calculated for Open Water and Confined Water only. But sometimes during Pilotage both water conditions are experienced. For that reason a third method is adopted and discussed here. All three conditions and methods of calculations are discussed below.

1. OPEN WATER CONDITION

Method—I

Max squat, $f'_{\max} = C_B/30 \times S_2^{2/3} \times V_K^{2.08}$ metres

where, C_B = Block co-efficient V_K = Vessel's speed in knots
 S_2 = Velocity return factor = $S/(1 - S)$ S = Blockage factor = A_S/A_C (0.10 ~ 0.30)
 A_S = Midship immersed cross-sectional area of the ship = $B \times T$
 B = Breadth of the ship, T = Draft of the ship
 A_C = Cross-sectional area of the Channel = $h \times w$
 h = Water depth,
 w = Width of the Channel (for confined water only) = $B\{7.7 + 45(1 - C_w)^2\}$,
 C_w = Waterplane co-efficient.

N.B.: This method is useful in "Confined Water" condition also.

Method—II

Max squat, $f'_{\max} = C_B \times V_K^2/100$ metres

where, C_B = Block co-efficient V_K = Vessel's speed in knots

2. CONFINED WATER CONDITION

Method—I

Max squat, $f'_{\max} = K \times C_B \times V_K^2/100$ metres

where, C_B = Block co-efficient V_K = Vessel's speed in knots
 $K = [6 \times S] + 0.400$ S = Blockage factor = A_S/A_C
 A_S = Midship immersed cross-sectional area of the ship = $B \times T$
 A_C = Cross-sectional area of the Channel = $h \times w$

Method—II

Max squat, $f'_{\max} = 2 \times C_B \times V_K^2/100$ metres

where, C_B = Block co-efficient V_K = Vessel's speed in knots.

N.B.: This method is used when blockage factor lying between 0.100 ~ 0.265 but in general this method is used at all times for safer and easier calculation.

3. PILOTAGE WATER CONDITION

A fifth method is sometimes used by the ship's Pilot as 'Thumb Rule' to predict max squat which is the safest also.

Max squat, $f'_{\max} = V_K^2/100$ metres (when $C_B \leq 0.70$), where V_K = Vessel's speed in knots.

If $C_B > 0.70$ then $f'_{\max} = V_K^2/65$, etc, etc.

[All are mentioned in 'Squat Calculation Table' later on.]

All conditions are considered when vessel is at Evenkeel or Trim as nil. As soon as each ship moves she will—

- Trim by head if $C_B > 0.70$
- Trim by stern if $C_B < 0.70$
- Usually no trim if $C_B = 0.70$.

The squat will consist only of the mean bodily sinkage component. Thus—

- For full form vessel Squat will occur at the Bow.
- For fine form vessel Squat will occur at the Stern.
- For medium form vessel Squat will occur at the Bow, Stern and midship—all along the bottom shell.

TO DETERMINE OPEN/CONFINED WATER CONDITION

Width of influence, $F_b = W/B$, where W = Width of the Channel B = Breadth of the ship.

- (1) $F_b = W/B = 7.7 + 20[1 - C_b]^2$, when $h/T \neq 1.1 \sim 1.4$
 C_b = Block co-efficient h = Water depth T = Draft of the ship
- (2) $F_b = W/B = 7.7 + 45(1 - C_w)^2$, when $h/T = 1.1 \sim 1.4$
 C_w = Waterplane co-efficient.

N.B.: If,

$F_b \times B <$ Width of the river then — Open Water Condition.

$F_b \times B >$ Width of the river then — Confined Water Condition.

MAX. SQUAT CALCULATION (in metre)

Compiled By: Kaushik Roy, 2nd Mate
 Wallem Shipmanagement Ltd, Hong kong

Conf = Confined Water Condition

Open = Open Water Condition

Pilot = Pilotage Condition

All calculations based on:— Vessel is at Evenkeel; Speed in still water in knots; In Confined water, the squat value taken as double than in Open water.

Cb	CONT. SHIP 0.56			PASSENGER SHIP 0.62			GEN CGO/OBO 0.7			OIL TANKER 0.82			SUPER TANKER 0.85		
	Spd(Kts)	Conf	Open	Pilot	Conf	Open	Pilot	Conf	Open	Pilot	Conf	Open	Pilot	Conf	Open
2	0.045	0.022	0.05	0.05	0.025	0.057	0.056	0.028	0.062	0.066	0.033	0.073	0.068	0.034	0.08
2.5	0.07	0.035	0.078	0.078	0.039	0.089	0.088	0.044	0.096	0.103	0.051	0.114	0.106	0.053	0.125
3	0.101	0.05	0.113	0.112	0.056	0.129	0.126	0.063	0.138	0.148	0.074	0.164	0.153	0.077	0.18
3.5	0.137	0.069	0.153	0.152	0.076	0.175	0.172	0.086	0.188	0.201	0.1	0.223	0.208	0.104	0.245
4	0.179	0.09	0.2	0.198	0.099	0.229	0.224	0.112	0.246	0.262	0.131	0.291	0.272	0.136	0.32
4.5	0.227	0.113	0.253	0.251	0.125	0.289	0.284	0.142	0.312	0.332	0.166	0.368	0.344	0.172	0.405
5	0.28	0.14	0.313	0.31	0.155	0.357	0.35	0.175	0.385	0.41	0.205	0.455	0.425	0.213	0.5
5.5	0.339	0.169	0.378	0.375	0.188	0.432	0.424	0.212	0.465	0.496	0.248	0.55	0.514	0.257	0.605
6	0.403	0.202	0.45	0.446	0.223	0.514	0.504	0.252	0.554	0.59	0.295	0.655	0.612	0.306	0.72
6.5	0.473	0.237	0.528	0.524	0.262	0.604	0.592	0.296	0.65	0.693	0.346	0.768	0.718	0.359	0.645
7	0.549	0.274	0.613	0.608	0.304	0.7	0.686	0.343	0.754	0.804	0.402	0.891	0.833	0.417	0.98
7.5	0.63	0.315	0.703	0.698	0.349	0.804	0.788	0.394	0.865	0.923	0.461	1.023	0.956	0.478	1.125
8	0.717	0.358	0.8	0.794	0.397	0.914	0.896	0.448	0.985	1.05	0.525	1.184	1.088	0.544	1.28
8.5	0.809	0.405	0.903	0.896	0.448	1.032	1.012	0.506	1.112	1.185	0.592	1.314	1.228	0.614	1.445
9	0.907	0.454	1.013	1.004	0.502	1.157	1.134	0.567	1.246	1.328	0.664	1.473	1.377	0.689	1.62
9.5	1.011	0.505	1.128	1.119	0.56	1.289	1.264	0.632	1.388	1.48	0.74	1.641	1.534	0.767	1.805
10	1.12	0.56	1.25	1.24	0.62	1.429	1.4	0.7	1.538	1.64	0.82	1.818	1.7	0.85	2
10.5	1.235	0.617	1.378	1.367	0.684	1.575	1.544	0.772	1.696	1.808	0.904	2.005	1.874	0.937	2.205
11	1.355	0.678	1.513	1.5	0.75	1.729	1.694	0.847	1.862	1.984	0.992	2.2	2.057	1.029	2.42
11.5	1.481	0.741	1.653	1.64	0.82	1.889	1.852	0.926	2.035	2.169	1.084	2.405	2.248	1.124	2.645
12	1.613	0.806	1.8	1.786	0.893	2.057	2.016	1.008	2.215	2.362	1.181	2.618	2.448	1.224	2.88
12.5	1.75	0.875	1.953	1.938	0.969	2.232	2.188	1.094	2.404	2.563	1.281	2.841	2.656	1.328	3.125
13	1.893	0.946	2.113	2.096	1.048	2.414	2.366	1.183	2.6	2.772	1.386	3.073	2.873	1.437	3.38
13.5	2.041	1.021	2.278	2.26	1.13	2.604	2.552	1.276	2.804	2.989	1.494	3.314	3.098	1.549	3.645
14	2.195	1.098	2.45	2.43	1.215	2.8	2.744	1.372	3.015	3.214	1.607	3.564	3.332	1.666	3.92
14.5	2.355	1.177	2.628	2.607	1.304	3.004	2.944	1.472	3.235	3.448	1.724	3.823	3.574	1.787	4.205
15	2.52	1.26	2.813	2.79	1.395	3.214	3.15	1.575	3.462	3.69	1.845	4.091	3.825	1.913	4.5
15.5	2.691	1.345	3.003	2.979	1.49	3.432	3.364	1.682	3.696	3.94	1.97	4.368	4.084	2.042	4.805
16	2.867	1.434	3.2	3.174	1.587	3.657	3.584	1.792	3.938	4.198	2.099	4.655	4.352	2.176	5.12
16.5	3.049	1.525	3.403	3.376	1.688	3.889	3.812	1.906	4.188	4.465	2.232	4.95	4.628	2.314	5.445
17	3.237	1.618	3.613	3.584	1.792	4.129	4.046	2.023	4.446	4.74	2.37	5.255	4.913	2.457	5.78

* Open water condition: Squat max. = (Velocity square \times Block co-efficient of ship)/100.

** Confined water condition: Squat max. = 2 \times Open water condition (average)

~ Channel depth taken as 1.3 \times ship's draft

~ Ship's Breadth taken as 2.5 \times draft

~ Channel width taken as 4 \times ship's draft (Confined water Condition) and ship's breadth \times (7.7 + 20 \times (1-Block co-efficient of the ship)) (Open Water Condition).

*** Pilotage condition consists of both 'Confined and Open water' and in general the formula modified simply as follows which is the max. squat for a particular type of ship and Safest too.

Squat max. = Velocity square/80 (for v/l Block co-efficient = 0.50 ~ 0.60)

Squat max. = Velocity square/70 (for v/l Block co-efficient = 0.61 ~ 0.69)

Squat max. = Velocity square/65 (for v/l Block co-efficient = 0.70 ~ 0.76)

Squat max. = Velocity square/55 (for v/l Block co-efficient = 0.77 ~ 0.82)

Squat max. = Velocity square/50 (for v/l Block co-efficient = 0.83 ~ 0.86)

Risposta - Quesito B

Calcolo dei due punti nave

$$\text{Alle } t_f = 22^h 28^m : R_{ilv} = 337^\circ \quad d = 11 \text{ mg.}$$

$$R_v = 157^\circ \quad M_v = S 23^\circ E$$

$$\Delta\psi = m \cos \kappa = 11 \cdot \cos 23^\circ = 10' 08''$$

$$\Delta\lambda = m \sin \kappa \sec \psi_m = 05' 49''$$

$\psi = +42^\circ 23' 32''$	$\psi = +42^\circ 23' 32''$	$\lambda = +16^\circ 15' 36''$
$+\Delta\psi = - 10' 08''$	$+\Delta\psi/2 = - 05' 04''$	$+\Delta\lambda = + 05' 49''$
<hr/> $\psi_0 = +42^\circ 13' 24'' N$	<hr/> $\psi_m = +42^\circ 18' 28'' N$	<hr/> $\lambda_0 = +16^\circ 21' 25'' E$

$$\text{Alle } t_f = 23^h 06^m : P_v = 320^\circ \quad d = 5,3 \text{ mg.}$$

$$+f = + 37^\circ$$

$$R_{ilv} = 357^\circ$$

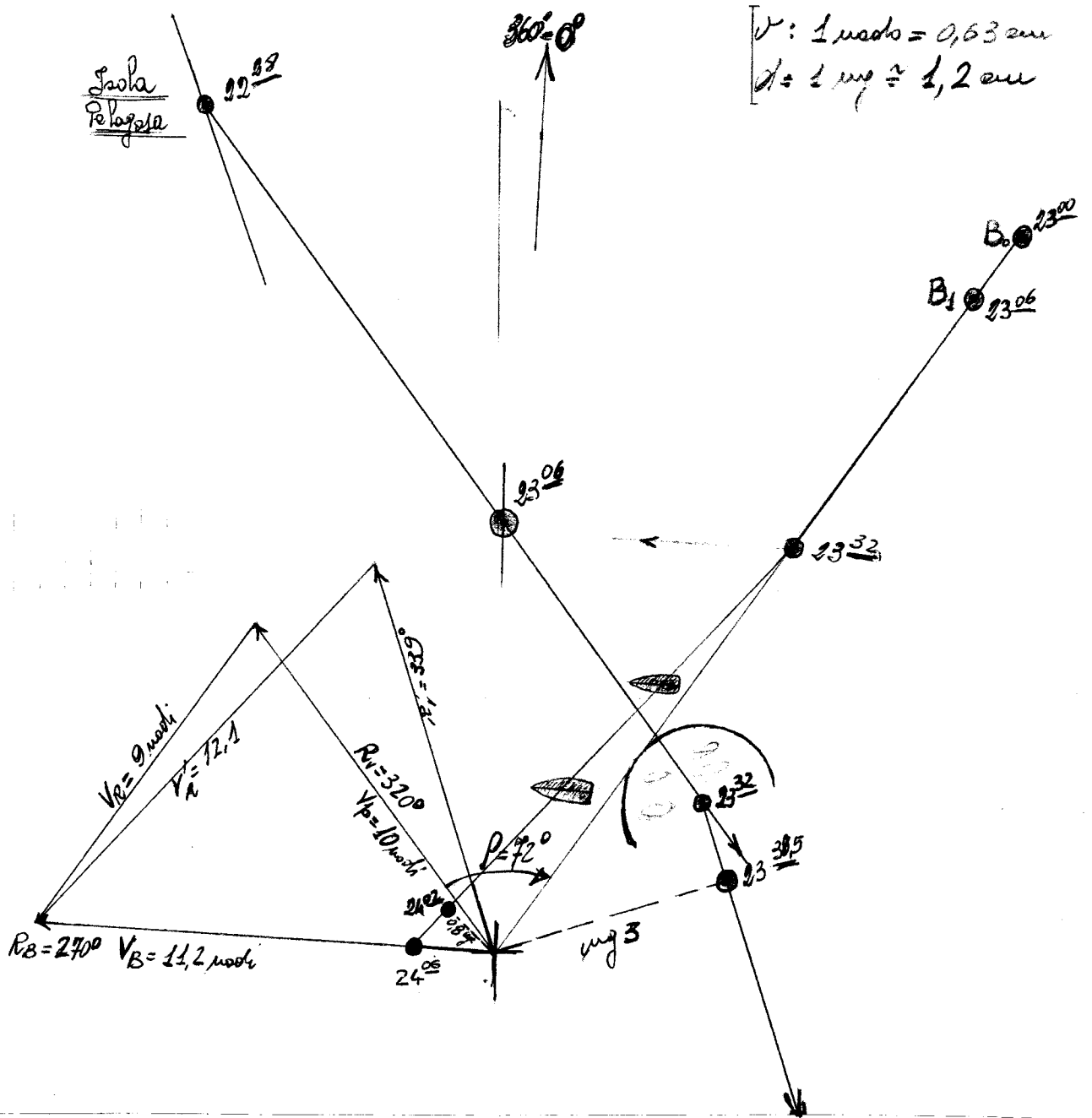
$$R_v = 177^\circ \quad M_v = S 03^\circ E$$

$$\Delta\psi = m \cos \kappa = 05' 18''$$

$$\Delta\lambda = m \sin \kappa \sec \psi_m = 00' 22''$$

$\psi = +42^\circ 23' 32''$	$\psi = +42^\circ 23' 32''$	$\lambda = +16^\circ 15' 36''$
$+\Delta\psi = - 05' 18''$	$+\Delta\psi/2 = - 02' 39''$	$+\Delta\lambda = + 00' 22''$
<hr/> $\psi_0 = +42^\circ 18' 14'' N$	<hr/> $\psi_m = +42^\circ 20' 53'' N$	<hr/> $\lambda_0 = +16^\circ 15' 58'' E$

Quesito B

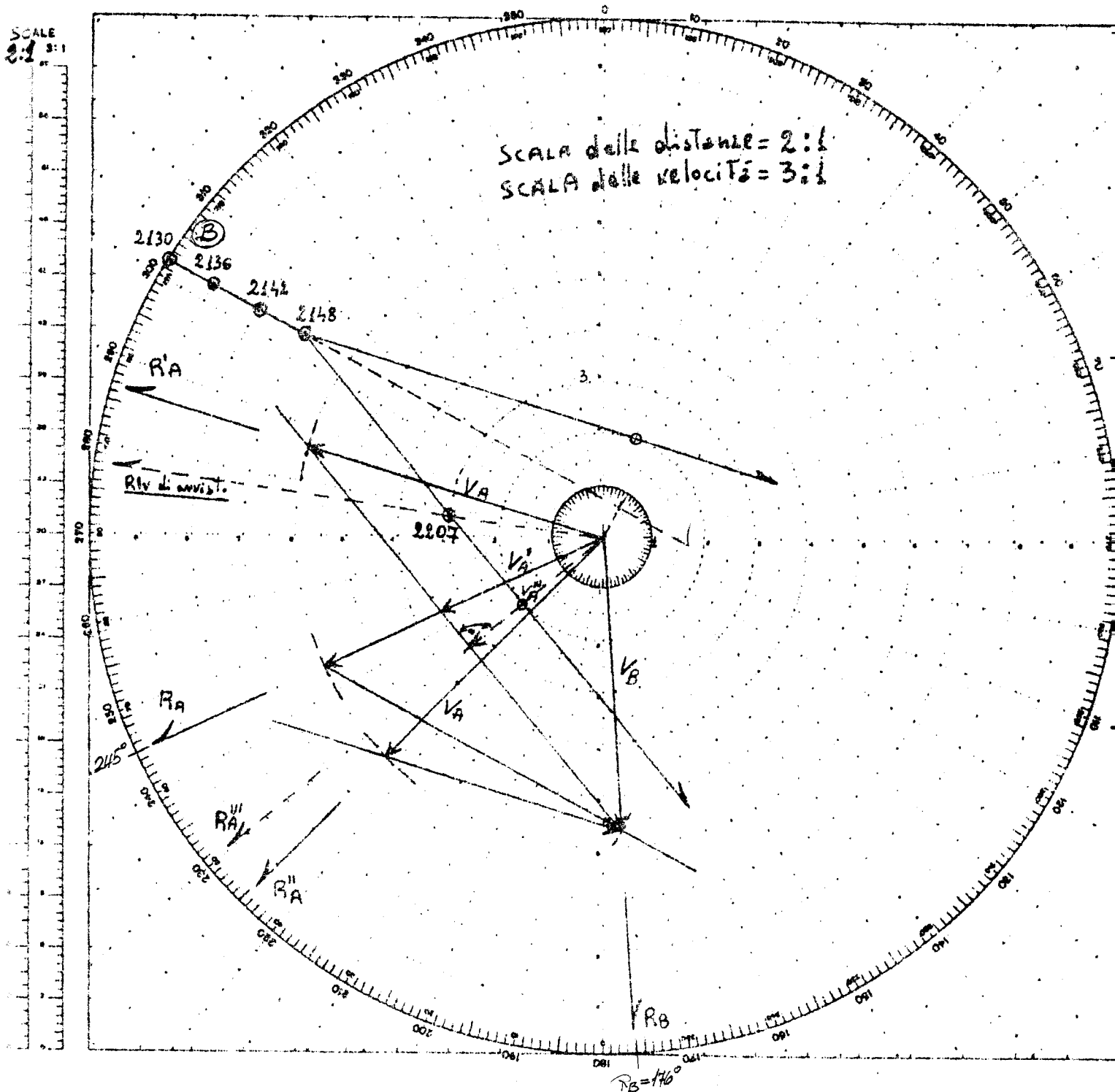


- 1) La nave, dalle 22^h 28^{min} alle 23^h 06^{min}, non ha subito spostamento dalla rotta ;
- 2) t_f = 23^h 32^{min} ; R_v' = 339° ;
- 3) t_f = 23^h 38,5^{min} ; dm = 3 mig ;
- 4) dcPA = 0,8 mig ;
- 5) t_f = 24^h 06^{min}

Risultati:

Risposta - Querito C (P.S.)

1. $R_B = 176^\circ$
2. $V_B = 17,2$ nodi;
3. $d_{min} = 1,5$ mg;
4. $R'_A = 287^\circ$ (di poppa a B) $R''_A = 224^\circ$ (di prora a B);
5. $t' = 22^{16}$ $t'' = 22^{44}$;
6. $V'_A = 10,3$ nodi;
7. $t''' = 22^{36}$;
8. $V'''_A = 10$ nodi $R'''_A = 230^\circ$;
9. $t^v = 22^{07}$ $Ril_v = 278^\circ$;
10. $Ril_v = 230^\circ$.



Risposta-Quesito D (P.S.)

Punto di riferimento Capo Rossello ($\varphi = 37^\circ 17',5$ N; $\lambda = 013^\circ 27',0$ E)

Torre S. Nicola

$$\begin{array}{r} \varphi = + 37^\circ 06',7 \\ -\varphi = - 37^\circ 17',5 \\ \hline \Delta\varphi = - 10',8 \\ 5,4 \text{ em} \end{array} \quad \begin{array}{r} \lambda = + 13^\circ 52',0 \\ -\lambda = - 13^\circ 27',0 \\ \hline \Delta\lambda = + 25',0 \\ 10 \text{ em} \end{array}$$

testa del pontile di Gela

$$\begin{array}{r} \varphi = + 37^\circ 01',8 \\ -\varphi = - 37^\circ 17',5 \\ \hline \Delta\varphi = - 15',7 \\ 7,85 \text{ em} \end{array} \quad \begin{array}{r} \lambda = + 14^\circ 15',0 \\ -\lambda = - 13^\circ 27',0 \\ \hline \Delta\lambda = + 48',0 \\ 19,2 \text{ em} \end{array}$$

Torre Manfredia

$$\begin{array}{r} \varphi = + 37^\circ 06',0 \\ -\varphi = - 37^\circ 17',5 \\ \hline \Delta\varphi = - 11',5 \\ 5,75 \text{ em} \end{array} \quad \begin{array}{r} \lambda = + 14^\circ 08',2 \\ -\lambda = - 13^\circ 27',0 \\ \hline \Delta\lambda = + 41',2 \\ 16,48 \text{ em} \end{array}$$

$$\varphi = + 37^\circ 01',8$$

$$+\varphi = + 37^\circ 17',5$$

$$2\varphi_m = 74^\circ 19',3$$

$$\varphi_m = 37^\circ 09'39'' \text{ N}$$

$$1'\varphi = 0,5 \text{ em}$$

$$1'\lambda = \sim 0,4 \text{ em}$$

Torre di C. di Palma

$$\begin{array}{r} \varphi = + 37^\circ 09',4 \\ -\varphi = - 37^\circ 17',5 \\ \hline \Delta\varphi = - 08',1 \\ 4,05 \text{ em} \end{array} \quad \begin{array}{r} \lambda = + 13^\circ 47',7 \\ -\lambda = - 13^\circ 27',0 \\ \hline \Delta\lambda = + 20',7 \\ 8,28 \text{ em} \end{array}$$

Torre Punta Dueroche

$$\begin{array}{r} \varphi = + 37^\circ 06',5 \\ -\varphi = - 37^\circ 17',5 \\ \hline \Delta\varphi = - 11',0 \\ 5,5 \text{ em} \end{array} \quad \begin{array}{r} \lambda = + 14^\circ 03',1 \\ -\lambda = - 13^\circ 27',0 \\ \hline \Delta\lambda = + 36',1 \\ 14,44 \text{ em} \end{array}$$

Torre di Gela

$$\begin{array}{r} \varphi = + 37^\circ 04',0 \\ -\varphi = - 37^\circ 17',5 \\ \hline \Delta\varphi = - 13',5 \\ 6,75 \text{ em} \end{array} \quad \begin{array}{r} \lambda = + 14^\circ 15',1 \\ -\lambda = - 13^\circ 27',0 \\ \hline \Delta\lambda = + 48',1 \\ 19,24 \text{ em} \end{array}$$

Risposte

$$R_v = 117^\circ; V_{eff} = 15,8 \text{ nodi}; m = 24,7 \text{ mg}; \tan \delta_g = - \frac{V_{eff} \cos R_v}{900 \cos \varphi} = +0,01001349$$

$$\delta_g = +0,6^\circ; \Delta t = \frac{24,7}{15,8} = 1^h 33^m 48^s \approx 1^h 34^m;$$

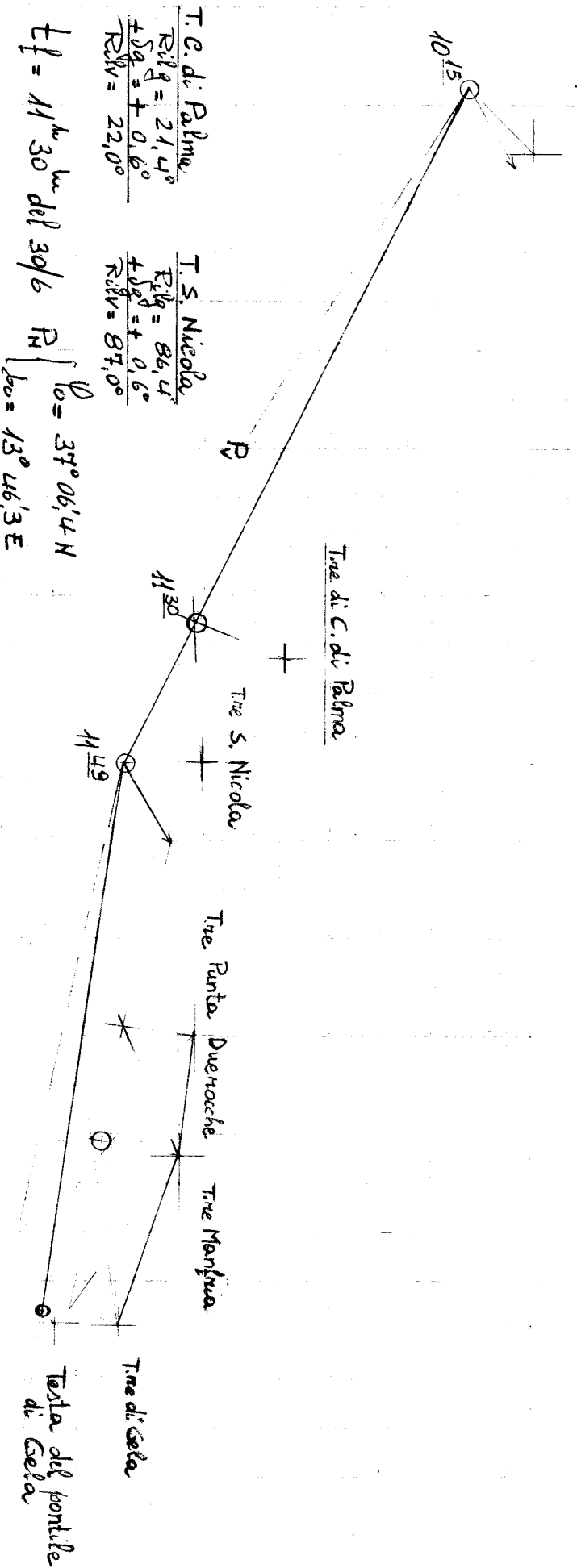
$$\begin{array}{r} P_v = 122^\circ \\ -d = - 0,6^\circ \\ \hline P_m = 121,4^\circ \\ -\delta = + 2,0^\circ \\ \hline P_b = 123,4^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} P_v = 122^\circ \\ -\delta_g = - 0,6^\circ \\ \hline P_g = 121,4^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{r} t_p = 10^h 15^m \text{ del } 30/6 \\ +\Delta t = 1^h 34^m \\ \hline ETA = 11^h 49^m \text{ del } 30/6 \end{array}$$

Questito D

Capo Rosello



PUNTO NAVE A VERTICE DI PIRAMIDE :

$\varphi_0 = 37^\circ 03,5' N$

$\lambda_0 = 14^\circ 07,6' E$

- Rilv limite di Torre Dueroche $\rightarrow 308^\circ$
 $\rightarrow 314^\circ$

- Rilv limite di Torre di Gela $\rightarrow 82^\circ$
 $\rightarrow 88^\circ$

Quesito D (Svolgimento Analitico)

Capo Rossello ($\varphi = 37^\circ 17' 5'' N$; $\lambda = 13^\circ 27' 0'' E$); $K_v = S 45^\circ W$ $m = 3$ mig.

$$\begin{array}{rcl} \Delta\varphi = m \cos K_v = 2' 1'' & & \Delta\lambda = m \sin K_v \sec \varphi_m = 2' 38'' \\ \varphi = + 37^\circ 17' 5'' & \varphi = + 37^\circ 15' 30'' & \lambda = + 13^\circ 27' 00'' \\ +\Delta\varphi = - & 2' 1'' & +\Delta\lambda/2 = - & 01' 03'' \\ \hline \varphi = + 37^\circ 15' 4'' N & \varphi_m = + 37^\circ 14' 27'' N & \lambda = + 13^\circ 24' 22'' E \\ \hline & & +\Delta\lambda = - & 02' 38'' \end{array}$$

Punto di Partenza ($\varphi = 37^\circ 15' 4'' N$; $\lambda = 13^\circ 24' 4'' E$)

Punto di Arrivo ($\varphi = 37^\circ 04' 2'' N$; $\lambda = 13^\circ 52' 0'' E$)

$$\begin{array}{rcl} \varphi' = + 37^\circ 04' 2'' & \varphi = + 37^\circ 15' 4'' & \lambda' = + 13^\circ 52' 0'' \\ -\varphi = - 37^\circ 15' 4'' & +\Delta\varphi/2 = - & 05' 6'' \\ \hline \Delta\varphi = - & 11' 2'' & \varphi_m = 37^\circ 09' 8'' \\ \hline & & \Delta\lambda = + & 27' 6'' E \end{array}$$

$$\tan K = \frac{\Delta\lambda \cos \varphi_m}{\Delta\varphi} = 1,963830367 ; K_v = S 63^\circ 00' 52'' E$$

$$R_v = 116^\circ 59' 08'' \approx 117^\circ$$

$$m = \Delta\varphi / \cos K_v = 24,68 \text{ mig} \approx 24,7 \text{ mig.}$$

$$\sin ldk = \frac{V_c}{V_p} \sin(Ac - R_v) = -0,083853324 ; ldk = -4,8^\circ ; -ldk = + 4,8^\circ$$

$$R_v = 117^\circ$$

$$R_v = 121,8^\circ$$

$$V_{eff} = \sqrt{V_p^2 + V_c^2 + 2 V_p V_c \cdot \cos(Ac - R_v)} = 15,76 \approx 15,8 \text{ nodi}$$

$$\tan S_g = - \frac{V_{eff} \cos R_v}{900 \cdot \cos \varphi} = 0,010013493 ; S_g = 0,6^\circ ; R_v = 121,8^\circ$$

$$-S_g = - 0,6^\circ$$

$$R_v = 121,8^\circ$$

$$P_g = 121,2^\circ$$

$$-d = - 0,6^\circ$$

$$P_m = 121,2^\circ$$

$$-S = + 2,0^\circ$$

$$\Delta t = \frac{24,7}{15,8} = 1^h 33^m 48^s \quad t_L = 10^h 15^m 00^s \text{ del } 30/6$$

$$+\Delta t = 1^h 33^m 48^s$$

$$t_L = 11^h 48^m 48^s \text{ del } 30/6$$

Torre di C. di Palma ($\varphi = 37^\circ 09' 4'' N$; $\lambda = 13^\circ 47' 7'' E$)

$$R_1 = 202^\circ$$

Torre S. Nicola ($\varphi = 37^\circ 06' 7'' N$; $\lambda = 13^\circ 52' 0'' E$)

$$R_2 = 267^\circ$$

$$\begin{aligned} \lambda_2 &= +13^\circ 52',0 \\ -\lambda_1 &= -13^\circ 47',7 \\ \hline (\lambda_2 - \lambda_1) &= 04',3 \\ \psi'_c &= +2400,72 & \Delta\lambda &= \Delta\psi \tan \psi = 1,5 \\ -\psi_e &= -2404,41 \\ \hline \Delta\psi_e &= -3',69 \end{aligned} \quad \psi_c = \frac{(\lambda_2 - \lambda_1) + \psi_e \tan R_1 - \psi_e \tan R_2}{(\tan R_1 - \tan R_2)} = 2400,72473$$

$$\begin{aligned} \psi_0 &= 37^\circ 06' 27'' N \\ \lambda &= +13^\circ 47',7 \\ +\Delta\lambda &= -1',5 \\ \hline \lambda_0 &= 13^\circ 46',2 E \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_1^p &= 10^h 15^m \text{ del } 30/6 \\ +\Delta t &= 1^h 15^m \\ \hline t_2^p &= 11^h 30^m \end{aligned} \quad \left. \begin{aligned} \psi_0 &= 37^\circ 06',4 N \\ \lambda_0 &= 13^\circ 46',2 E \end{aligned} \right\} R_H \quad M = (1^h 15^m) \cdot 15,8 = 19,75 \text{ mg}$$

$$\begin{aligned} \Delta\psi &= m \cos \psi = 9' & \Delta\lambda &= m \sin \psi \sec \psi_m = 22',0 \\ \psi &= +37^\circ 15',4 & \psi &= +37^\circ 15',4 & \lambda &= +13^\circ 24',4 \\ +\Delta\psi &= -09',0 & +\Delta\psi/2 &= -4',5 & +\Delta\lambda &= +22',0 \\ \hline \psi_3 &= +37^\circ 06',4 N & \psi_m &= 37^\circ 10',9 N & \lambda_3 &= +13^\circ 46',4 E \end{aligned}$$

(Non ci sono stati cambiamenti negli elementi della corrente)

Punto a SW della testa del pontile di Gela :

$$\begin{aligned} (\psi = 37^\circ 01',8 N ; \lambda = 14^\circ 15',0 E) ; m = 0,5 \text{ mg} ; \kappa_v = S 45^\circ W \\ \Delta\psi = m \cos \psi = 0',4 & \Delta\lambda = m \sin \psi \sec \psi_m = 0',4 \\ \psi = +37^\circ 01',8 & \psi = +37^\circ 01',8 & \lambda = +14^\circ 15',0 \\ +\Delta\psi = -0',4 & +\Delta\psi/2 = -0',2 & +\Delta\lambda = -0',4 \\ \hline \psi = +37^\circ 01',4 N & \psi_m = +37^\circ 01',6 N & \lambda = +14^\circ 14',6 E \end{aligned}$$

Partenza a Sud di Torre S. Nicola ($\psi = 37^\circ 04',2 N ; \lambda = 13^\circ 52',0 E$)
 Arrivo ($\psi = 37^\circ 01',4 N ; \lambda = 14^\circ 14',6 E$)

$$\begin{aligned} \psi' &= +37^\circ 01',4 & \psi &= +37^\circ 04',2 & \lambda' &= +14^\circ 14',6 & \tan \kappa &= \frac{\Delta\lambda \cos \psi_m}{\Delta\psi} = \\ -\psi &= -37^\circ 04',2 & +\Delta\psi/2 &= -1',4 & -\lambda &= -13^\circ 52',0 & & \\ \hline \Delta\psi &= -2',8 & \psi_m &= +37^\circ 02',8 & \Delta\lambda &= +22',6 E & &= 6,44217096 \\ & & & & & & \kappa_v &= S 81^\circ 10' 36'' E ; R_v = 98^\circ 49' 24'' \end{aligned}$$

$$m = \Delta\varphi / \cos \mu = 18,25 \text{ mg.} \quad t_1 = 13^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}} \text{ del } 30/6$$

$$-t_2 = -11^{\text{h}} 48^{\text{m}} 48^{\text{s}} \text{ del } 30/6$$

$$\Delta t = 01^{\text{h}} 11^{\text{m}} 12^{\text{s}}$$

$$V_{\text{eff}} = \frac{18,25}{(01^{\text{h}} 11^{\text{m}} 12^{\text{s}})} = 15,37 \approx 15,4 \text{ nodi.}$$

$$A_c = 60,0^\circ$$

$$-R_v = -98,8^\circ$$

$$(A_c - R_v) = -38,8^\circ$$

$$V_p = \sqrt{V_{\text{eff}}^2 + V_c^2 - 2 V_{\text{eff}} \cdot V_c \cos(A_c - R_v)} = 14,26 \text{ nodi}$$

$$\cos \text{ldr} = \frac{(V_p^2 + V_{\text{eff}}^2 - V_c^2)}{2 \cdot V_p \cdot V_{\text{eff}}} = 0,997836105 ; \text{ldr} = -3,7^\circ$$

$$\tan \delta_g = -\frac{V_{\text{eff}} \cos R_v}{900 \cos \varphi} = 0,003289441 ; \delta_g = 0,188 \approx 0,2^\circ$$

$$R_v = 98,8^\circ$$

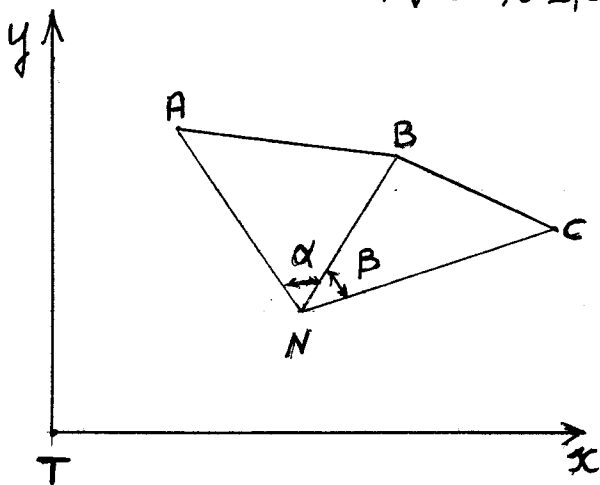
$$-\text{ldr} = + 3,7^\circ$$

$$P_v = 102,5^\circ$$

$$P_v = 102,5^\circ$$

$$-\delta_g = - 0,2$$

$$P_g = 102,3^\circ$$



Piano Nautico

punto di tangenza T ($\varphi = 36^\circ 58',8 \text{ N}$
 $\lambda = 14^\circ 00',0 \text{ E}$)

A \equiv T. Punta Duemocche
 B \equiv Torre Manfredia
 C \equiv Torre di Gela

Le coordinate sul piano nautico

$$A(\varphi_A = 7,7 ; \lambda_A = 2,476) ; B(\varphi_B = 7,2 ; \lambda_B = 6,550) ; C(\varphi_C = 5,2 ; \lambda_C = 12,063)$$

$\lambda_A = 2,476$	$\lambda_C = 12,063$	$\varphi_B = 7,2$	$\varphi_A = 7,7$	$\varphi_C = 5,2$
$-\lambda_B = -6,550$	$-\lambda_A = -2,476$	$-\varphi_C = -5,2$	$-\varphi_B = -7,2$	$-\varphi_A = -7,7$
$(\lambda_A - \lambda_B) = -4,074$	$(\lambda_C - \lambda_A) = 9,587$	$(\varphi_B - \varphi_C) = 2,0$	$(\varphi_A - \varphi_B) = 0,5$	$(\varphi_C - \varphi_A) = -2,5$

$$\begin{array}{rcl}
 x_c = 12,063 & x_B = 6,550 & \alpha = 60^\circ \\
 -x_B = -6,550 & -x_A = -2,476 & +\beta = 74^\circ \\
 \hline
 (x_c - x_B) = 5,513 & (x_B - x_A) = 4,074 & (\alpha + \beta) = 134^\circ = \alpha'
 \end{array}$$

$$(*) \operatorname{tag} \gamma = \frac{(x_A - x_B) \cot \alpha + (x_c - x_A) \cot \alpha' + (y_B - y_c)}{(y_A - y_B) \cot \alpha + (y_c - y_A) \cot \alpha' + (x_c - x_B)} = -1,1697059$$

$$\begin{array}{r}
 \gamma = 130,5276539^\circ \\
 + \alpha = + 60,0^\circ \\
 \hline
 (\gamma + \alpha) = 190,5276539^\circ
 \end{array}$$

$$(*) y = \frac{(x_B - x_A) + y_A \operatorname{tg} \gamma - y_B \operatorname{tg} (\gamma + \alpha)}{\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg} (\gamma + \alpha)} = 4,626017535 \approx 4,6$$

$$\begin{array}{rcl}
 \psi = 36^\circ 58',8 & y = 4,626017535 \\
 + y = + 4,6 & -y_A = -7,7 \\
 \hline
 \psi_0 = 37^\circ 03',4 N & (y - y_A) = -3,073982465
 \end{array}$$

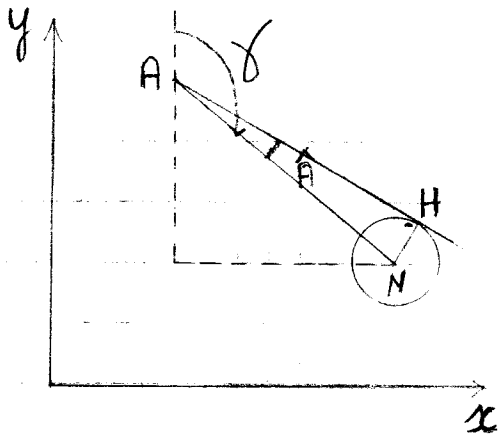
$$(*) x = x_A + (y - y_A) \operatorname{tag} \gamma = 6,071655423 \Rightarrow \Delta x = 7,6$$

$$\begin{array}{r}
 \lambda = 14^\circ 00',0 \\
 + \Delta x = + 7,6 \\
 \hline
 \lambda_0 = 14^\circ 07',6 E
 \end{array}$$

Questo problema riceve diversi nomi. I più usati sono: problema di Snellius, dal nome dell'astronomo olandese che per primo l'applicò al principio del secolo XVII;

problema di Pothénot, dal nome del geodeta francese che diede certe formule risolutive nel 1692; problema dell'intersezione all'andietro, come oggi viene comunemente indicato.

(*) Vedi Appendice nr 3



$$\overline{AN} = \sqrt{(y_A - y_N)^2 + (x_N - x_A)^2} = 4,75$$

$$\overline{AH} = \sqrt{\overline{AN}^2 - 0,3^2} = 4,74$$

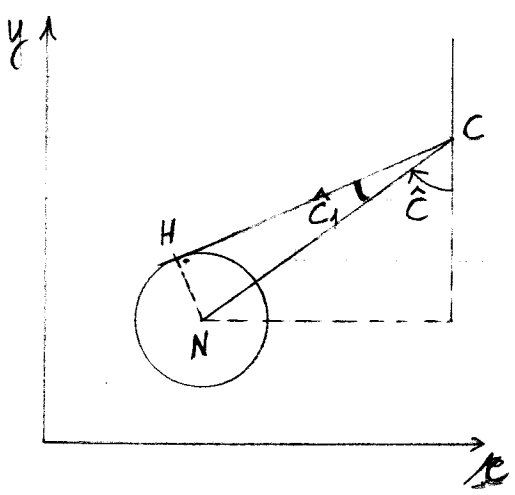
$$\text{tag } \hat{A} = \frac{0,3}{4,74} = 0,063291139$$

$$\hat{A} = 3,62148 \approx 3,62^\circ$$

Rilevamenti limite di Torre Duomoche :

$$(\gamma - \hat{A}) = (130,53^\circ - 3,62^\circ) = 126,91 \approx 127^\circ \rightarrow \text{Rilv} = 304^\circ$$

$$(\gamma + \hat{A}) = (130,53^\circ + 3,62^\circ) = 134,15 \approx 134^\circ \rightarrow \text{Rilv} = 314^\circ$$



$$\text{tag } \hat{C} = \frac{(x_C - x_N)}{(y_C - y_N)} = 9,985 ; \hat{C} = 84,28^\circ$$

$$\overline{CN} = \sqrt{5,991^2 + 0,6^2} = 6,021$$

$$\overline{CH} = \sqrt{6,021^2 - 0,3^2} = 6,014$$

$$\text{tag } \hat{C}_1 = \frac{0,3}{6,014} = 0,049883605$$

$$\hat{C}_1 = 2,8557^\circ$$

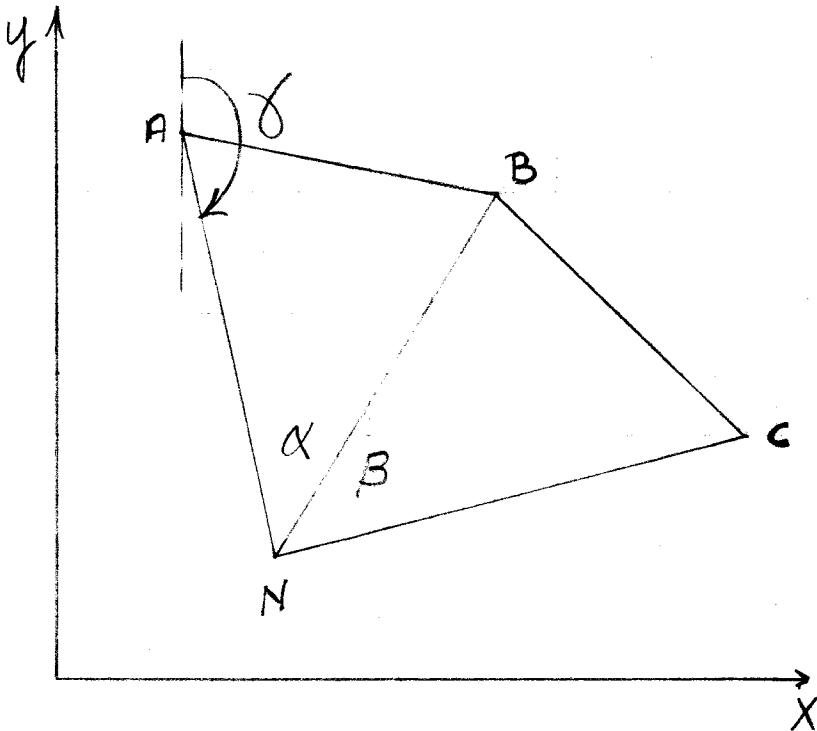
Rilevamenti limite di Torre di Gela :

$$180^\circ + \hat{C} - \hat{C}_1 = 180^\circ + 84,28^\circ - 2,85^\circ = 261,43^\circ \rightarrow \text{Rilv} \approx 81,5^\circ$$

$$180^\circ + \hat{C} + \hat{C}_1 = 180^\circ + 84,28^\circ + 2,85^\circ = 267,13^\circ \rightarrow \text{Rilv} \approx 87,0^\circ$$

(Anchor Watch ?)

Appendice n° 3



Il metodo che vi propongo è quello di V. Galkiewicz che pubblicò nel 1936. Ho portato qualche variazione in modo tale da rendere le formule più idonee al calcolo con la calcolatrice.

$$\begin{cases} (y_A - y) = (x_A - x) \cot \gamma \\ (y_B - y) = (x_B - x) \cot(\gamma + \alpha) \\ (y_C - y) = (x_C - x) \cot(\gamma + \alpha + \beta) \end{cases}$$

Sistema nelle 3 incognite x, y, γ

Posto $(\alpha + \beta) = \alpha'$, e svolgendo $\tan(\gamma + \alpha)$ e $\tan(\gamma + \alpha')$, il sistema assume la forma:

$$1^a (x_A - x) = (y_A - y) \tan \gamma$$

$$2^a (x_B - x) = (y_B - y) \frac{\tan \gamma + \tan \alpha}{1 - \tan \gamma \tan \alpha} = (y_B - y) \frac{\tan \gamma + \frac{1}{\cot \alpha}}{1 - \tan \gamma \frac{1}{\cot \alpha}} = (y_B - y) \frac{\tan \gamma \cot \alpha + 1}{\cot \alpha - \tan \gamma}$$

$$3^a (x_C - x) = (y_C - y) \frac{\tan \gamma + \tan \alpha'}{1 - \tan \gamma \tan \alpha'} = (y_C - y) \frac{\tan \gamma + \frac{1}{\cot \alpha'}}{1 - \tan \gamma \frac{1}{\cot \alpha'}} = (y_C - y) \frac{\tan \gamma \cot \alpha' + 1}{\cot \alpha' - \tan \gamma}$$

Ricavando dalla 1^a equazione X e sottraendo il valore così trovato alla seconda e terza, si ha:

$$2^a) X_B - X_A + y_A \operatorname{tg} \gamma - y \operatorname{tg} \gamma = (y_B - y) \frac{\operatorname{tg} \gamma \cot \alpha + 1}{\cot \alpha - \operatorname{tg} \gamma}$$

$$3^a) X_C - X_A + y_A \operatorname{tg} \gamma - y \operatorname{tg} \gamma = (y_C - y) \frac{\operatorname{tg} \gamma \cot \alpha' + 1}{\cot \alpha' - \operatorname{tg} \gamma}$$

Libriamo le precedenti dai denominatori:

$$\begin{aligned} 2^a) X_B \cot \alpha - X_A \cot \alpha + y_A \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha - y \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha - X_B \operatorname{tg} \gamma + X_A \operatorname{tg} \gamma - y_A \operatorname{tg}^2 \gamma + y \operatorname{tg}^2 \gamma = \\ = y_B \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha + y_B - y \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha - y \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3^a) X_C \cot \alpha' - X_A \cot \alpha' + y_A \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha' - y \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha' - X_C \operatorname{tg} \gamma + X_A \operatorname{tg} \gamma - y_A \operatorname{tg}^2 \gamma + y \operatorname{tg}^2 \gamma = \\ = y_C \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha' + y_C - y \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha' - y \end{aligned}$$

Eliminiamo la y :

$$X_B \cot \alpha - X_B \operatorname{tg} \gamma - X_A \cot \alpha + X_A \operatorname{tg} \gamma + y_A \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha - y_A \operatorname{tg}^2 \gamma - y_B \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha - y_B =$$

$$= X_C \cot \alpha' - X_C \operatorname{tg} \gamma - X_A \cot \alpha' + X_A \operatorname{tg} \gamma + y_A \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha' - \operatorname{tg}^2 \gamma \cdot y_A - y_C \operatorname{tg} \gamma \cot \alpha' - y_C$$

$$\left[(y_A - y_B) \cot \alpha + (y_C - y_A) \cot \alpha' + (X_C - X_B) \right] \operatorname{tg} \gamma = (X_A - X_B) \cot \alpha + (X_C - X_A) \cot \alpha' + (y_B - y_C)$$

$$\operatorname{tg} \gamma = \frac{(X_A - X_B) \cot \alpha + (X_C - X_A) \cot \alpha' + (y_B - y_C)}{(y_A - y_B) \cot \alpha + (y_C - y_A) \cot \alpha' + (X_C - X_B)} \quad (1)$$

Sottraendo membro a membro la prima dalla seconda del sistema iniziale, si ha:

$$(X_B - X) - (X_A - X) = (y_B - y) \frac{\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} \alpha} - (y_A - y) \operatorname{tg} \gamma$$

$$(X_B - X_A) = y_B \frac{\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} \alpha} - y \frac{\operatorname{tg} \gamma + \operatorname{tg} \alpha}{1 - \operatorname{tg} \gamma \operatorname{tg} \alpha} - y_A \operatorname{tg} \gamma + y \operatorname{tg} \gamma$$

$$(X_B - X_A) = y_B \operatorname{tg}(\gamma + \alpha) - y_A \operatorname{tg} \gamma - y \operatorname{tg}(\gamma + \alpha) + y \operatorname{tg} \gamma$$

$$X_B - X_A + y_A \operatorname{tg} \gamma - y_B \operatorname{tg}(\gamma + \alpha) = [\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg}(\gamma + \alpha)] \cdot y$$

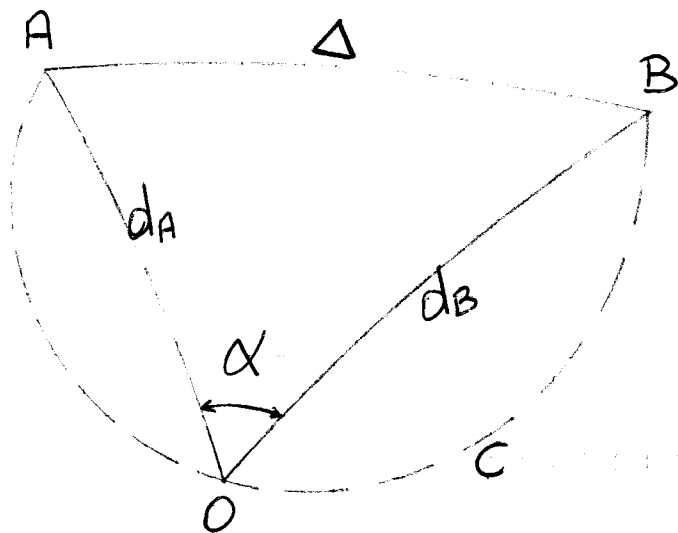
$$y = \frac{(X_B - X_A) + y_A \operatorname{tg} \gamma - y_B \operatorname{tg}(\gamma + \alpha)}{\operatorname{tg} \gamma - \operatorname{tg}(\gamma + \alpha)} \quad (2)$$

Infine dalla prima del sistema iniziale si ricava il valore di X :

$$X = X_A + (y - y_A) \operatorname{tg} \gamma \quad (3)$$

La (1), (2) e (3) risolvono interamente il problema.

Equazione del luogo di posizione per angoli sottesi a due punti noti.



Il luogo di posizione relativo all'angolo misurato tra le direzioni a due noti punti della costa (angolo indicato con la lettera α) è una curva detta curva di uguale differenza di rilevamento o di azimut; da ogni suo punto si misura

lo stesso angolo tra le direzioni ai due punti noti. A e B rappresentano i due punti alla distanza Δ , la curva di uguale differenza d'azimut è segnata con tratteggio, curva C.

Si consideri su questa il punto generico Q; dal triangolo sferico AOB si ricava:

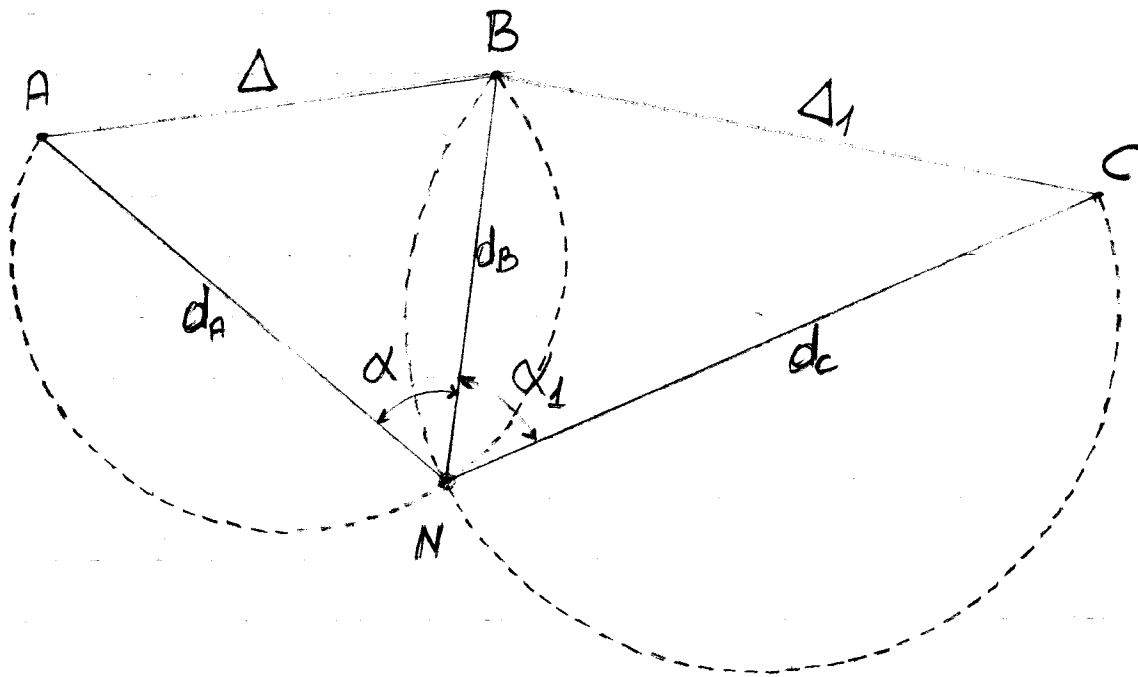
$$\cos \Delta = \cos da \cos db + \sin da \sin db \cos \alpha$$

relazione che rappresenta l'equazione della curva in argomento, con Δ ed α costanti e da e db variabili (distanze di Q dai due punti).

se le distanze da , db e Δ (quest'ultima detta base) sono piccole, caso della navigazione costiera, l'equazione della curva di uguale differenza d'azimut (per piccole distanze) può ricavarsi

applicando la formula di Carnot al triangolo piano $A\hat{O}B$:

$$\Delta^2 = d_A^2 + d_B^2 - 2 d_A d_B \cos \alpha$$



Per la determinazione del punto nave occorrono due cerchi capaci, cioè risolvere il seguente sistema di equazioni :

$$\begin{aligned} \Delta^2 &= d_A^2 + d_B^2 - 2 d_A d_B \cos \alpha \\ \Delta_1^2 &= d_B^2 + d_C^2 - 2 d_B d_C \cos \alpha_1 \end{aligned}$$

Lascio agli studenti, sotto la guida dei colleghi, il piacere della trasformazione del sistema in funzione delle coordinate del punto nave da determinare (Ψ, λ) .

Risposta - Quesito E (P.S.)

Punto di partenza - P_1 - ($\varphi_1 = 35^\circ 20' 0'' S$; $\lambda_1 = 020^\circ 30' 0'' E$)
Punto di arrivo - P_2 - ($\varphi_2 = 35^\circ 30' 0'' S$; $\lambda_2 = 135^\circ 10' 0'' E$)

Terra Sferica

$$\begin{array}{rcl} \varphi_1 = -35^\circ 30' 0'' & \varphi_{2c} = -2281,03 & \lambda_2 = +135^\circ 10' 0'' \\ -\varphi_1 = +35^\circ 20' 0'' & -\varphi_{1c} = +2268,75 & -\lambda_1 = -020^\circ 30' 0'' \\ \hline \Delta\varphi = -00^\circ 10' 0'' & \Delta\varphi_c = -12,28 & \Delta\lambda = +114^\circ 40' 0'' \end{array}$$

$$\tan \mu = \frac{\Delta\lambda}{\Delta\varphi_c} = 560,2605863 ; \mu_v = S 89^\circ 53' 52'' E ; R_v = 90^\circ 06' 08''$$

$$m = \frac{\Delta\varphi}{\cos \mu} = 5605,02 \text{ mq.}$$

$$\cotg R_i = \frac{\tg \varphi_2 \cos \varphi_1 - \text{sen} \varphi_1 \cos \Delta\lambda}{\text{sen} \Delta\lambda} = -0,905930883 ; R_i = N 132^\circ 10' 28'' E$$

$$\cos d = \text{sen} \varphi_1 \text{sen} \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 \cos \Delta\lambda = 0,058661261 ; d = 5198,2 \text{ mq.}$$

$$\cos \varphi_v = \cos \varphi_1 \text{sen} R_i = 0,604593688 \quad \varphi_v = 52^\circ 48' 01'' S$$

$$\cotg \Delta\lambda_v = \text{sen} \varphi_1 \tg R_i = 0,638383677$$
$$\begin{array}{l} \Delta\lambda_v = +57^\circ 26' 47'' \\ +\lambda_1 = +20^\circ 30' 00'' \\ \hline \lambda_v = +77^\circ 56' 47'' E \end{array}$$

(*)

$$\tan \varphi_v = \frac{\sqrt{\tg^2 \varphi_1 + \tg^2 \varphi_2 - 2 \tg \varphi_1 \tg \varphi_2 \cos \Delta\lambda}}{\text{sen} \Delta\lambda} = 1,317468612$$

$$\cos \Delta\lambda_v = \tg \varphi_1 \cotg \varphi_v = 0,538089034$$

$$\begin{array}{l} \varphi_v = 52^\circ 48' 01'' S \\ \Delta\lambda_v = +57^\circ 26' 47'' \\ +\lambda_1 = +20^\circ 30' 00'' \\ \hline \lambda_v = +77^\circ 56' 47'' E \end{array}$$

(*) Vedi Appendice n. 4

$$\begin{aligned} \underline{1^o \text{ Punto}} : \lambda_1 = +020^{\circ} 30' 0'' \quad \lambda_V = +77^{\circ} 56' 47'' \\ +\Delta\varphi = +06'' \quad \overline{\lambda}_1 = -26^{\circ} 30' 00'' \\ \overline{\lambda}_1 = +26^{\circ} 30' 0'' \text{ E} \quad \overline{\Delta\lambda}_1 = +51^{\circ} 26' 47'' \text{ E} \end{aligned}$$

$$1) \operatorname{tg} \overline{\varphi}_1 = \cos \overline{\Delta\lambda}_1 \operatorname{tg} \varphi_V = -0,821105395 ; \quad \overline{\varphi}_1 = 39^{\circ} 23' 23'' \text{ S}$$

$$\begin{aligned} \underline{2^o \text{ Punto}} : \overline{\lambda}_1 = +26^{\circ} 30' 0'' \quad \lambda_V = +77^{\circ} 56' 47'' \\ +\Delta\varphi = +06'' \quad \overline{\lambda}_2 = -32^{\circ} 30' 00'' \\ \overline{\lambda}_2 = +32^{\circ} 30' 0'' \text{ E} \quad \overline{\Delta\lambda}_2 = +45^{\circ} 26' 47'' \text{ E} \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} \overline{\varphi}_2 = \cos \overline{\Delta\lambda}_2 \operatorname{tg} \varphi_V = -0,924301998 ; \quad \overline{\varphi}_2 = 42^{\circ} 44' 50'' \text{ S}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Partenza } (\varphi = 35^{\circ} 20' 00'' \text{ S} ; \quad \lambda = 020^{\circ} 30' 0'' \text{ E}) \\ \text{ Arrivo } (\varphi = 39^{\circ} 23' 23'' \text{ S} ; \quad \lambda = 026^{\circ} 30' 0'' \text{ E}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \varphi' = -39^{\circ} 23' 23'' \quad \varphi_c = -2575,10 \quad \Delta\lambda = 6'' \text{ E} \\ -\varphi = +35^{\circ} 20' 00'' \quad -\varphi_c = +2268,75 \quad (360') \\ \Delta\varphi = -04^{\circ} 03' 23'' \quad \Delta\varphi_c = -306,35 \end{aligned}$$

$$\operatorname{tg} \pi = \frac{\Delta\lambda}{\Delta\varphi} = 1,175126489 ; \quad \mu_V = 549^{\circ} 36' 11'' \text{ E} ; \quad R_V = 130^{\circ} 23' 49''$$

$$m = \Delta\varphi / \cos \pi = 375,5 \text{ mig.}$$

$$3) \operatorname{sen} \rho_{dk} = \frac{V_c}{V_p} \operatorname{sen} (Q_c - R_V) = -0,049441516 ; \quad \rho_{dk} = -2,8^{\circ}$$

$$\begin{aligned} R_V = 130,4^{\circ} \quad V_{eff} = \sqrt{V_p^2 + V_c^2 + 2 \cdot V_p \cdot V_c \cdot \cos(Q_c - R_V)} = 19,2 \text{ nodi} \\ -\rho_{dk} = +2,8^{\circ} \\ P_V = 133,2^{\circ} \quad \operatorname{tg} \delta_q = -\frac{V_{eff} \cdot \cos R_V}{900 \cdot \cos \varphi} = 0,016948439 ; \quad \delta_q = 0,97^{\circ} \approx 1^{\circ} \\ -\delta_q = -1,0^{\circ} \\ P_q = 132,2^{\circ} \end{aligned}$$

$$\Delta t = \frac{375,5}{19,2} = 19^{\text{h}} 33^{\text{m}} 26^{\text{s}}$$

$$t_0 = 00^{\circ} 00' 0'' (+360^{\circ})$$

$$- \gamma = -20^{\circ} 30' 0''$$

$$T_0 = 339^{\circ} 30' 0''$$

$$(V=+2,5) - T' = -336^{\circ} 31' 3''$$

$$I_0 = 02^{\circ} 58' 7''$$

$$-pp = -0,5$$

$$I_0' = 02^{\circ} 58' 2''$$

$$T_m' = 18^{\text{h}} 00^{\text{m}} 00^{\text{s}} \text{ del } 1/7/2013$$

$$I_m = 11^{\text{h}} 53^{\text{s}}$$

$$T_m = 18^{\text{h}} 11^{\text{m}} 53^{\text{s}} \text{ del } 1/7/$$

$$+ \Delta t = 19^{\text{h}} 33^{\text{m}} 26^{\text{s}}$$

$$T_m = 13^{\text{h}} 45^{\text{m}} 19^{\text{s}} \text{ del } 2/7/$$

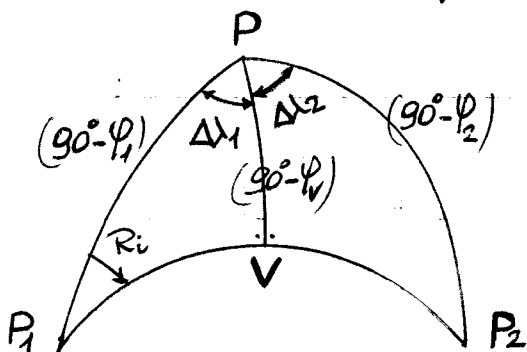
$$+ \gamma = +2^{\text{h}}$$

$$ETA = 15^{\text{h}} 45^{\text{m}} 19^{\text{s}} \text{ del } 2/7/$$

Appendice n° 4

La Conversazione n° 14 del 10.01.2011 porta, tra l'altro, le formule che permettono la conoscenza delle coordinate del vertice senza il precalcolo della R_i .

Qui dimostro le formule (altre) indicate nel riquadro.



$$\cos \Delta_1 = \text{tg } \varphi_1 \cotg \varphi_v ; \cos \Delta_2 = \text{tg } \varphi_2 \cotg \varphi_v$$

$$\sin \Delta_1 = \sqrt{1 - \cos^2 \Delta_1} = \sqrt{1 - \text{tg}^2 \varphi_1 \cotg^2 \varphi_v}$$

$$\sin \Delta_2 = \sqrt{1 - \cos^2 \Delta_2} = \sqrt{1 - \text{tg}^2 \varphi_2 \cotg^2 \varphi_v}$$

$$\Delta\lambda = (\Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2)$$

$$\cos \Delta\lambda = \cos(\Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2) = \cos \Delta\lambda_1 \cos \Delta\lambda_2 - \sin \Delta\lambda_1 \sin \Delta\lambda_2$$

$$\cos \Delta\lambda = \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{cotg} \varphi_v \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{cotg} \varphi_v - \left(\sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v} \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v} \right)$$

$$\sin \Delta\lambda = \sin(\Delta\lambda_1 + \Delta\lambda_2) = \sin \Delta\lambda_1 \cos \Delta\lambda_2 + \cos \Delta\lambda_1 \sin \Delta\lambda_2$$

$$\sin \Delta\lambda = \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v} \cdot \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{cotg} \varphi_v + \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{cotg} \varphi_v \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v}$$

$$\begin{aligned} \sin^2 \Delta\lambda = & (1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v) \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v + \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v (1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v) + \\ & + 2 \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v} \sqrt{1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sin^2 \Delta\lambda = & (1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v) \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v + \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v (1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v) + \\ & + 2 \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v (\operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v - \cos \Delta\lambda) \end{aligned}$$

$$\sin^2 \Delta\lambda = \operatorname{cotg}^2 \varphi_v \left[\operatorname{tg}^2 \varphi_2 - \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v \operatorname{tg}^2 \varphi_2 + \operatorname{tg}^2 \varphi_1 - \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v + 2 \operatorname{tg}^2 \varphi_2 \operatorname{tg}^2 \varphi_1 \operatorname{cotg}^2 \varphi_v - 2 \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 \cos \Delta\lambda \right]$$

$$\sin^2 \Delta\lambda = \operatorname{cotg}^2 \varphi_v \left[\operatorname{tg}^2 \varphi_1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_2 - 2 \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 \cos \Delta\lambda \right]$$

$$\operatorname{tg} \varphi_v = \frac{\sqrt{\operatorname{tg}^2 \varphi_1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_2 - 2 \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{tg} \varphi_2 \cos \Delta\lambda}}{\sin \Delta\lambda} \quad \text{O.V.P.}$$

Infine dal triangolo sferico rettangolo $P_1 \hat{V} P$, si ha:

$$\cos \Delta\lambda_v = \operatorname{cotg}(90^\circ - \varphi_1) \operatorname{cotg} \varphi_v \quad ; \quad \underline{\cos \Delta\lambda_v = \operatorname{tg} \varphi_1 \operatorname{cotg} \varphi_v}$$

Esempio n. 1Tipologia A**1) Il candidato illustri i criteri per una corretta sistemazione delle merci a bordo di una nave.**

Stivare una merce significa disporla all'interno di una nave con dei criteri tecnici in modo da assicurarne la buona conservazione senza compromettere le qualità e la solidità della nave stessa, in maniera da realizzare lo scopo primario che è la sicurezza della navigazione.

Le operazioni richieste per lo stivaggio del carico variano da nave a nave, ma per tutte le navi è necessario soddisfare ad alcune condizioni generali di base:

- 1) rispetto delle linee di massimo carico;
- 2) giusto assetto, tenendo altresì presente l'eventualità di giungere even-keel, per limitazione di fondale;
- 3) adeguata stabilità statica e dinamica;
- 4) sollecitazioni contenute nei limiti ammissibili;
- 5) buon comportamento nei riguardi dei movimenti a cui è assoggettata la nave durante la navigazione;
- 6) rischi derivanti da eventuali spostamenti del carico ridotti al minimo.

2) Il candidato tratti delle informazioni occorrenti per la pianificazione della traversata.

Il PIANO DI NAVIGAZIONE si articola in quattro distinte fasi: Valutazione; Pianificazione; Esecuzione; Controllo.

La valutazione è il processo di raccolta di tutte le informazioni pertinenti la navigazione prevista: a) le carte generali e particolari; b) correnti; c) maree; d) pescaggio della nave nei vari momenti della navigazione; e) consigli e raccomandazioni date nei portolani; f) fari (caratteristiche, portata, arco di visibilità e previsto momento di avvistamento); g) punti preminenti (distanza prevista di avvistamento al radar o ad occhio); h) schemi di separazione del traffico; i) radio-aiuti; l) avvisi per la navigazione per l'area interessata; m) dati climatologici dell'area interessata; n) dati della manovrabilità della nave.

3) Il candidato illustri il ruolo e la funzione della navigazione astronomica oggi.

La navigazione astronomica ha assunto attualmente un ruolo secondario per quanto riguarda il controllo della posizione della nave. Rimane tuttavia un sistema insostituibile qualora risultino inutilizzabili le moderne tecniche radioelettriche impiegate a bordo per la determinazione del punto nave.

Utilizzare gli astri per la determinazione della posizione significa, infatti, disporre di una tecnica completamente autonoma, senza infrastrutture, né a terra, né a bordo; gli astri, poi, sono "gratuitamente a disposizione di tutti ed immuni da qualsiasi manipolazione".

La navigazione astronomica continua, però, ad avere un ruolo preminente nel controllo della bussola, sia essa magnetica sia giroscopica.

Tale operazione può avere sia carattere di controllo periodico che essere eseguita quando si ha ragione di ritenere che le indicazioni delle bussole non siano esatte, che infine, costituire un vero e proprio giro di bussola.

4) Il candidato illustri il principio di funzionamento del radar.

Il principio di funzionamento del radar (Radio Detection And Ranging = rivelazione e misura di distanza radio) è il seguente: un trasmettitore irradia una successione di impulsi di energia a radiofrequenza mediante un'antenna molto direttiva; se questi incontrano un ostacolo, esso produce una diffusione dell'energia inducente in tutte le direzioni, per cui un'aliquota di essa torna comunque indietro come "eco" a radio frequenza, che, raccolto dalla stessa antenna trasmittente e inviato ad un ricevitore, può essere utilizzato per estrarre le informazioni di posizione del bersaglio.

Esempio n. 1

Tipologia B

1) Definizione ed uso dei luoghi di posizione in navigazione.

Qualunque problema per la determinazione della posizione della nave trova la sua soluzione nell'impiego dei luoghi di posizione.

In senso puramente geometrico essi sono i luoghi geometrici di punti che godono tutti di una determinata proprietà nello stesso istante; in senso nautico bisogna aggiungere che tale proprietà deve poter essere accertabile a mezzo di misura.

2) Errori sul punto nave e strategie per ridurne gli effetti.

Gli errori di misura inficiano i luoghi di posizione: di qui le loro rispettive incertezze e quella, poi, della posizione ottenuta. L'influenza della componente accidentale (aleatoria) può con speciali accorgimenti (l'impiego della statistica; tecnica di Gauss dei minimi quadrati) essere ridotta ma mai eliminata al contrario di quella sistematica, che può essere corretta o eliminata, essendone quasi sempre nota la causa o la legge secondo la quale viene generata (bisettrice d'altezza; GPS Differenziale).

3) Organizzazione delle operazioni relative all'atterraggio.

Il processo di atterraggio si articola nei seguenti periodi:

- periodo di ricerca preventiva degli elementi della costa da avvicinare (carta nautica, Portolano, Radioservizi alla navigazione);
- periodo di identificazione della costa;
- periodo di misurazione degli elementi (Rilevamento e distanza);
- check-list sulle attrezzature di coperta per l'ormeggio ed il tonneggio.

4) Parametri da valutare per un corretto stivaggio delle merci.

Per poter compilare un piano di carico, preventivo o definitivo bisogna, in generale, determinare o verificare i seguenti elementi : portata; assetto; marche di bordo libero; stabilità; sollecitazioni; caratteristiche chimico-fisiche ed eventuali incompatibilità delle merci.

5) Imbarco di carichi pericolosi: precauzioni ed organizzazione dei servizi.

Un caricatore che intende imbarcare merce pericolosa deve presentare domanda all'Autorità Marittima del porto di imbarco. L'autorizzazione viene concessa sulla base di specifici accertamenti eseguiti dal RINA in relazione al viaggio da compiere e alla natura della merce da imbarcare.

Durante le operazioni di imbarco, bisogna inalberare la bandiera B del codice internazionale dei segnali o accendere la luce rossa di notte. L'equipaggio deve essere opportunamente istruito dal comandante su come comportarsi in caso di emergenza.

6) Principio di funzionamento ed uso del Sonar Doppler.

Si consideri una nave in moto con velocità V e, sotto lo scafo due trasduttori generanti ultrasuoni di pari frequenza f_F secondo due direzioni ,inclinate rispetto alla chiglia dell'angolo α , una dal lato di prora e l'altra dal lato di poppa: ultrasuoni che sono riflessi dal fondo del mare e subiscono l'effetto Doppler.

I segnali vengono riflessi e ritornano ai trasduttori ; si dimostra che:

$$V = \frac{C}{2f} \Delta f$$

(nel caso di $\alpha=60^\circ$)

dove C è la velocità delle onde ultrasonore in acqua di mare e Δf la variazione di frequenza. Questo prodotto della tecnologia avanzata è uno strumento veramente versatile perché consente contemporaneamente misure di velocità, cammino e di profondità.

7) L'uso del radar in navigazione costiera.

Nella navigazione costiera è opportuno usare il radar in banda x perché questa banda consente di avere una maggiore definizione dei contorni degli oggetti rilevati; di scoprire più facilmente bersagli bassi sull'orizzonte (boe, coste basse, ecc.).

Tenendo, però, presente le deformazioni e le variabilità della rappresentazione radar della carta, i "punti nave" devono essere fatti preferibilmente nell'ordine, con dati: di distanza, ottici (rilevamenti), direzioni radar sicure.

8) Definizione di vento geografico.

Vento che spira parallelamente ad isobare rettilinee, nel caso che non vi sia attrito, e vi sia equilibrio fra la forza del gradiente orizzontale di pressione e la forza deviante di Coriolis.

Tipologia C	Discipline coinvolte (massimo quattro)
Quesiti a risposta multipla 1. Il triangolo di posizione ha per vertici: [A] Zenit - Polo - Nave [B] Polo - Astro - Nave <input checked="" type="checkbox"/> [C] Zenit - Polo - Astro [D] Polo - Nave - Zenit	- Navigazione
2. Il luogo di posizione che si ottiene da un rilevamento radiogoniometrico preso da una nave è: [A] Un'ortodromia [B] Una iperbole sferica [C] Una ellisse sferica <input checked="" type="checkbox"/> [D] Una curva isoazimutale	- Navigazione

<p>3. L'altezza metacentrica di una nave è la distanza tra:</p> <p>[A] Il centro di gravità ed il centro di carena</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [B] Il centro di gravità ed il falso metacentro</p> <p>[C] Il centro di carena ed il falso metacentro</p> <p>[D] Il centro di carena ed il piano di galleggiamento</p>	<p>- Arte Navale</p> <p>- Elementi di Teoria della Nave</p>
<p>4. La carta gnomonica rettifica:</p> <p>[A] Le lossodromie</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [B] Le ortodromie</p> <p>[C] Le curve isoazimutali</p> <p>[D] Le iperboli sferiche</p>	<p>- Navigazione</p>
<p>5. Un astro culmina allo zenit quando latitudine e declinazioni sono:</p> <p>[A] uguali e dello stesso segno</p> <p>[B] uguali e di segno opposto</p> <p>[C] complementari e di segno opposto</p> <p>[D] complementari e dello stesso segno</p>	<p>- Navigazione</p>
<p>6. La correzione di Givry è trascurabile:</p> <p>[A] Per rilevamento preso di notte</p> <p>[B] Per trasmettitore e ricevitore sullo stesso parallelo</p> <p>[C] per le medie latitudini</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [D] per piccole distanze</p>	<p>- Navigazione</p> <p>- Radioelettronica</p>
<p>7. Lo psicrometro misura:</p> <p>[A] la temperatura in scala Celsius</p> <p>[B] la pressione atmosferica</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [C] l'umidità relativa</p> <p>[D] l'umidità assoluta</p>	<p>- Meteorologia</p>

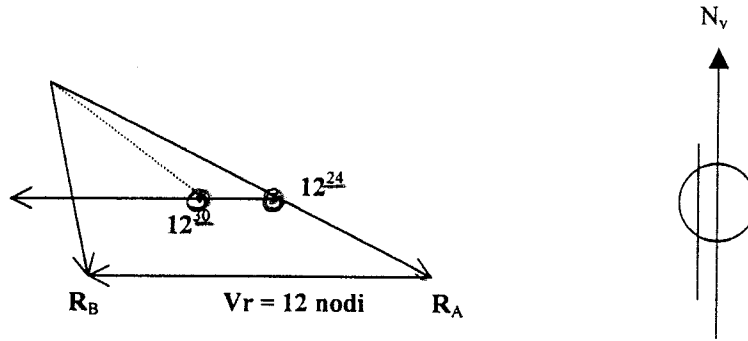
<p>8. All'equatore magnetico è nulla:</p> <p>[A] La declinazione magnetica</p> <p>[B] La deviazione magnetica</p> <p>[C] La componente orizzontale del campo magnetico terrestre</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [D] La componente verticale del campo magnetico terrestre</p>	<p>– Navigazione</p>
<p>9. Per l'imbarco di un peso sul punto neutro prodiero, l'immersione media varia:</p> <p>[A] Solo a poppa</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [B] Solo a prora</p> <p>[C] A poppa la metà di quanto varia a prora</p> <p>[D] A prora la metà di quanto varia a poppa</p>	<p>– Arte Navale</p> <p>– Elementi di Teoria della Nave</p>
<p>10. La parallasse (diurna) di un astro è:</p> <p>[A] L'angolo sotto cui dalla Terra è visto l'astro</p> <p>[B] L'angolo sotto cui dall'astro è vista la Terra</p> <p>[C] L'angolo sotto cui dalla Terra è visto il semidiametro dell'astro</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [D] L'angolo sotto cui dall'astro è visto il semidiametro terrestre</p>	<p>– Navigazione</p>

Esempio n. 1

Tipologia D

1. Una nave A, in navigazione con Rotta vera = 120° e velocità 16 nodi, rileva alle $t_r = 12^h 24^m$ la nave B per: $\rho = 000^\circ$, $d = 5\text{mg}$.
 Dopo 6^m il rilevamento da: $\rho = 008^\circ$, $d = 4\text{mg}$.
 Il candidato determini gli elementi del moto della nave B.

Scala distanze 1:1
 Scala velocità 2:1



Moto assoluto:

$$R_{VB} = 167^\circ \quad V_B = 8,2 \text{ nodi}$$

2. Una nave a murate dritte, con :

D(dislocamento) = 40.000 Ton

r-a (altezza metacentrica) = 0,72 m

Du (dislocamento unitario) = 25 Ton/cm

imbarca un peso di 75 Ton a 2m al di sopra del piano di galleggiamento.

Il candidato determini l'aumento di immersione media e la nuova altezza metacentrica.

$$\text{(Aumento di immersione)} \quad \Delta I = \frac{p}{D} = \frac{75}{25} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{(Nuova altezza metacentrica)} \quad (r' - a') = (r - a) - \frac{p \cdot z}{D};$$

$$(r' - a') = 0,72 - \frac{75 \cdot 2}{40.000} = 0,72 - 0,00375 = 0,71625 \text{ m.}$$

Esempio n. 1

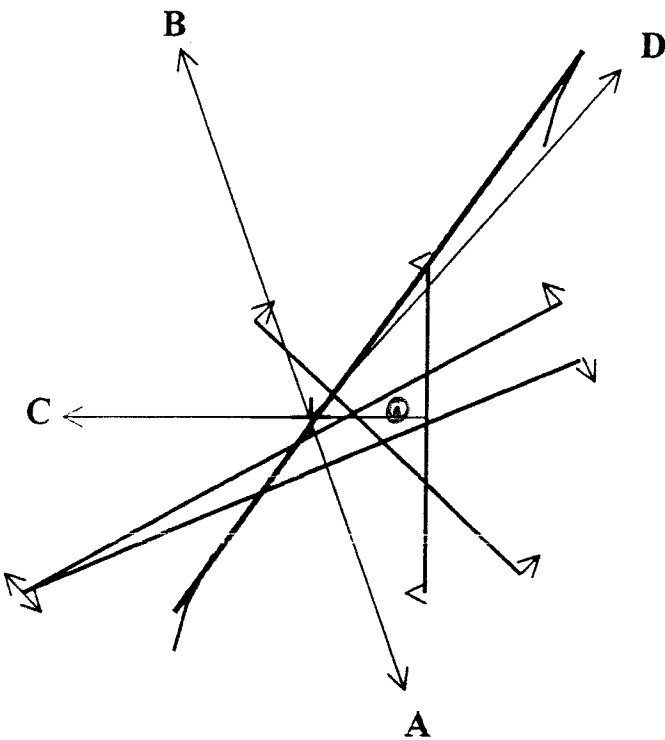
Tipologia E

1. Il candidato determini le coordinate del punto nave astronomico tracciando il grafico relativo ai dati di seguito riportati, esprimendo un giudizio sulla bontà del punto ottenuto:

Astro	t_r	azimut	Δh
A	17 ^h 10 ^m	160°	+1'.4
B	17 ^h 12 ^m	335°	-0'.7
C	17 ^h 13 ^m	271°	-2'.5
D	17 ^h 14 ^m	042°	+0'.8

Il punto stimato ha per coordinate: $\varphi = 46^\circ 45'S$; $\lambda = 127^\circ 25'W$
 La velocità della nave è di 15 nodi, la prora vera di 36° .

Trasporti:	Astro A	Astro B	Astro C
	$\Delta h = +1'.4$	$\Delta h = -0'.7$	$\Delta h = -2'.5$
	$+C = -0'.5$	$+C = +0'.2$	$+C = -0'.1$
	$\Delta h = +0'.9$	$\Delta h = -0'.5$	$\Delta h = -2'.6$



$$\begin{aligned}
 &1' \varphi_c = 1 \text{ cm} \\
 &1' \lambda = 0.68 \text{ cm} \\
 &\varphi_s = -46^\circ 45' \\
 &+\Delta\varphi = 0' \\
 \hline
 &\varphi_o = 46^\circ 45'.0 \text{ S} \\
 \\
 &\lambda_s = -127^\circ 25' \\
 &+\Delta\lambda = +03' \\
 \hline
 &\lambda_o = 127^\circ 22' \text{ W}
 \end{aligned}$$

Gli errori sono diversi sia in valore sia nel segno. Esiste, cioè, un errore accidentale medio $\epsilon_n = \pm 0.9$ mg. Per queste ragioni il punto nave non è sufficientemente attendibile. E' difficile stabilire la condizione che ha portato a questo risultato: errore di lettura del sestante? Orizzonte poco netto in un determinato settore? solo l'osservatore può valutarlo.

2. In una nave, con pescaggi: $I_1 = 6,55$ m, $I_2 = 6,35$ m, si imbarca un peso $p = 110$ Ton, avente il baricentro nel piano diametrale a 40 m a poppavia del baricentro del galleggiamento. Il candidato determini i valori dei nuovi pescaggi, noti:
 $M_c = 120$ Ton x m; $D_c = 20$ Ton/cm; $L_1 = 60$ m; $L_2 = 65$ m

$$L = L_1 + L_2 = 60 + 65 = 125 \text{ m.}$$

$$I'_1 = I_1 + \frac{p}{100 D_c} - \frac{L_1}{L} \frac{p * x}{100 M_c} = 6,55 + \frac{110}{100 * 20} - \frac{60}{125} \frac{110 * 40}{100 * 120} =$$

$$= 6,55 + 0,055 - 0,176 = 6,429 \cong 6,43 \text{ m.}$$

$$I'_2 = I_2 + \frac{p}{100 D_c} + \frac{L_2}{L} \frac{p * x}{100 M_c} = 6,35 + 0,055 + 0,1906 = 6,596 \cong 6,60 \text{ m.}$$

Esempio n. 2**Tipologia A****1) Il candidato illustri il significato di altezza metacentrica.**

Con riferimento ad una nave in equilibrio in posizione dritta, siano Z_M e Z_{M1} le altezze del metacentro trasversale e di quello longitudinale sulla linea di costruzione. Usando simboli noti, si ha:

$$Z_M = Z_c + r \quad Z_{M1} = Z_c + R$$

Prende il nome di altezza metacentrica trasversale la differenza:

$$Z_M - Z_G = Z_c + r - Z_G = r - (Z_G - Z_c) = (r - a),$$

Che ovviamente risulta positiva se M (chiamato anche piccolo metacentro) sta sopra a G (centro di gravità). Questo parametro si usa assumere, nella pratica, come misura della stabilità della nave. Infatti le condizioni di stabilità dell'equilibrio potranno così essere espresse: $(r - a) > 0$ = equilibrio stabile; $(r - a) < 0$ = equilibrio instabile; $(r - a) = 0$ = equilibrio stabile, instabile o indifferente (per avere ulteriori indicazioni occorre esaminare l'andamento dell'evolva metacentrica nell'intorno della posizione dritta).

Analogamente l'altezza metacentrica longitudinale sarà $Z_{M1} - Z_G = R - a$.

Dato l'elevato valore del raggio metacentrico longitudinale, l'altezza metacentrica longitudinale di una nave è positiva in qualsiasi condizione di carico, perciò si può senz'altro affermare che una nave non è mai instabile in relazione alle inclinazioni longitudinali.

2) Il candidato illustri il principio di funzionamento della girobussola.

La girobussola è uno strumento che fornisce in ogni istante la direzione del meridiano vero. Si consideri, ad esempio, un girostato zavorrato a 3 gradi di libertà posto in latitudine Nord. L'asse è orientata secondo la linea est - ovest. A causa della rotazione terrestre, l'asse del giroscopio acquista due moti apparenti: uno in altezza e l'altro in azimut. Il primo fa nascere sul giroscopio una precessione in azimut a causa della forza di gravità terrestre. La punta del pendolo giroscopio, pertanto, ha moto risultante dei due moti armonici componenti, uno in altezza ed uno in azimut (differenza algebrica dei due moti indicati sopra), per conseguenza dei quali essa descrive un'ellisse di oscillazione. A causa degli inevitabili attriti e per la resistenza dell'aria, dopo una serie di oscillazioni, smorzandosi lentamente, l'asse del giroscopio finirà per orientarsi stabilmente in meridiano.

3) Il candidato esponga i criteri di scelta degli astri nella determinazione del punto nave astronomico.

Per rendere minimo l'errore sul punto nave bisogna seguire i sotto elencati criteri.

1° caso errore accidentale maggiore di quello sistematico.

- a) Punto con due rette di sole: le due osservazioni siano effettuate in differenza d'azimut il più possibile vicino a 90° , mai inferiore a 30° .
- b) Osservazioni ai crepuscoli (con più astri): gli azimut degli astri che si osservano devono essere distribuiti uniformemente per tutto l'orizzonte (teoria dei minimi quadrati).

2° caso errore sistematico maggiore di quello accidentale.

- a) Con due osservazioni simultanee o quasi (sia di giorno, sia ai crepuscoli) conviene che la differenza degli azimut sia minore di 90° (e non maggiore) benché prossima a 90° .
- b) Osservazioni ai crepuscoli:
 - con tre astri: si avrà cura di sceglierli in modo da realizzare la massima differenza d'azimut possibile: 120° (bisettrici d'altezza).
 - con quattro astri: osservando quattro altezze in azimut successivi differenti l'uno dall'altro di 90° , o quasi (bisettrici d'altezza).

4) Che cos'è il GMDSS e quale è la sua funzione nella moderna navigazione?

Il sistema GMDSS, acronimo di "Global Maritime Distress Safety System", si prefigge lo scopo di una diffusione tempestiva, prioritaria degli avvisi di soccorso e di ogni altra notizia urgente interessante la sicurezza della navigazione. Un sistema basato dunque sulla introduzione di:

- a) satelliti per comunicazioni marittime;
- b) sistemi di chiamate digitali selettive;
- c) sistemi di stampa diretta o automatici per la trasmissione di avvisi ai naviganti, bollettini meteorologici e informazioni urgenti alle navi (NAVTEX).

Inoltre è stato pianificato un sistema basato su satelliti in orbita polare, in grado di identificare con precisione il punto di provenienza di un radiosegnale automatico di richiesta di soccorso (COSPAS-SARSAT).

Nella cosiddetta navigazione moderna il sistema GMDSS ha una funzione preminente: basti pensare al ruolo determinante che assume nel sistema "Safety Management System (Gestione della Sicurezza a Bordo e della Prevenzione dell'inquinamento Marino provocato dalle navi).

Si vuol qui far rilevare come l'individuazione di regole orientate al miglioramento della sicurezza della navigazione debba inevitabilmente comportare una riduzione delle libertà dei naviganti ed è, anche per questo, ancora molto forte la riluttanza ad accettare le limitazioni prodotte sia pure a beneficio di migliorati margini di sicurezza.

Esempio n. 2

Tipologia B

1) Quali errori possono influenzare una retta d'altezza?

Quando si porta sulla carta nautica una retta d'altezza, si commettono due errori di natura diversa:

- un errore dovuto al metodo di Marcq: in quale misura si può assimilare la curva di altezza ad una retta e qual è l'errore commesso?
- un errore sulle misure: quali sono rispettivamente le influenze degli errori
 - su l'ora
 - sulla misura dell'altezza
 - sul trasporto della retta?

2) Quali sono le caratteristiche della carta gnomonica orizzontale?

Le carte gnomoniche hanno l'importante proprietà, per il navigante, di rettificare il circolo massimo (C.M.)

Proiezione gnomonica orizzontale: punto di vista è il centro della sfera rappresentativa unitaria; il piano di proiezione è tangente alla sfera in un punto scelto di latitudine φ_t (compreso tra il polo e l'equatore). I meridiani sono rappresentati da rette uscenti dal punto rappresentativo del polo. I paralleli sono rappresentati da: rami di ellisse per $\varphi > 90^\circ - \varphi_t$; rami di parabola per $\varphi = 90^\circ - \varphi_t$; rami di iperbole per $\varphi < 90^\circ - \varphi_t$. Non essendo né isometrica né equivalente né isogona, la caratteristica fondamentale di questa proiezione è quella di rappresentare con rette perpendicolari al meridiano di tangenza, sulla carta, tutti i circoli massimi della sfera, perpendicolari al meridiano di tangenza, sulla sfera.

3) Che cos'è lo stabilimento medio del porto?

L'istante dell'alta marea non coincide quasi mai con l'ora del passaggio della Luna al meridiano superiore di una località; in generale la marea ritarda. Si chiama intervallo lunitidale il tempo che intercorre tra l'ora del passaggio della Luna al meridiano superiore e l'ora in cui si verifica la successiva prima alta marea. Questo intervallo lunitidale si compone di una parte variabile che è l'ineguaglianza di fase - i - (positiva nel secondo e quarto ottante, negativa nel primo e terzo ottante); e di una parte costante denominata stabilimento medio del porto. Lo stabilimento è il ritardo costante dovuto all'attrito ed alla configurazione della costa. Lo stabilimento del porto medio è definibile anche come la media degli intervalli lunitidali in 29,5 giorni: in tale periodo la media delle " i " è infatti zero.

4) Che cos'è il C.O.W. e come si esegue?

Il Crude Oil Washing (C.O.W.) è un metodo che prevede il lavaggio delle cisterne del carico mediante pompaggio del crudo da una qualunque cisterna, irrorando le superfici della cisterna da lavare attraverso macchine di lavaggio fisse. L'effetto di pulizia deriva dall'azione solvente del crudo sui residui di petrolio depositati sulle superfici della cisterna. Per ragioni di sicurezza il C.O.W. va eseguito con le cisterne inertizzate (Inert Gas System - IGS). Questo sistema consente di inviare nelle cisterne del carico un gas od una miscela di gas così deficiente in contenuto di ossigeno da rendere inerte, ossia incapace di propagare la fiamma, l'atmosfera all'interno delle cisterne.

5) Cosa si intende per sicurezza passiva di una nave e come la si realizza?

La sicurezza passiva è quel complesso di norme ad accorgimenti tecnici che tendono a far sì che situazioni di pericolo non abbiano a manifestarsi a bordo delle navi. Essa si realizza attraverso questi elementi: robustezza strutturale dello scafo, potenza dell'apparato di propulsione, mezzi collettivi ed individuali di salvataggio, sistemi di costruzione antincendio, compartimentazione di galleggiabilità, apparati radioelettrici previsti da norme Internazionali e Nazionali.

6) Che cos'è la riserva di spinta?

Si chiama volume di uno scafo il volume del solido racchiuso tra la superficie superiore del ponte principale e la superficie esterna dello scafo ad essa sottostante.

Se W è questo volume, per ogni carena di volume fuori tutto V' si dice che la nave ha una riserva di spinta data da: $\omega (W-V')$, in cui ω è il peso specifico dell'acqua su cui la nave galleggia. La riserva di spinta rappresenta quindi la differenza tra due dislocamenti, l'uno corrispondente allo scafo supposto limitato al ponte principale, completamente chiuso e completamente immerso, l'altro alla carena secondo cui la nave è immersa.

La riserva di spinta che presenta una nave in determinata condizione di galleggiamento influisce notevolmente, per ragioni che ben si comprendono, sulla sua sicurezza durante la navigazione. Cade qui in acconcio osservare che uno degli scopi principali che si prefigge il regolamento del bordo libero è proprio quello di far sì che la riserva di spinta di una nave non scenda in condizioni normali al di sotto di valori compatibili con la sicurezza.

7) Che cos'è il gradiente di pressione e a che serve conoscerlo?

In ogni punto del campo barico dello spazio, rappresentato dalle varie superfici isobariche, esiste un gradiente di pressione G , che è la diminuzione della pressione nell'unità di distanza lungo la normale alla superficie isobarica in quel punto. Il gradiente è dunque un vettore e come tale può essere scomposto lungo gli assi dello spazio: gradiente barico verticale e gradiente barico orizzontale. Il gradiente di pressione dello spazio ha un significato puramente fisico-teorico, quello verticale ha la sua importanza in termodinamica particolarmente per il calcolo delle altezze e quello orizzontale si usa nella meteorologia sinottica per lo studio dei movimenti orizzontali dell'aria, cioè dei venti.

8) Che cos'è la salinità dell'acqua di mare e come si misura?

La salinità, nell'accezione comune, rappresenta il quantitativo di "sali" contenuto in un campione di acqua di mare. In realtà nell'oceanografia, la definizione di salinità è stata per molto tempo uno dei problemi più ardui. M. Knudsen ha dato questa definizione:

$S = 1,805Cl + 0,030$; S è la salinità in g/Kg e Cl la clorinità (pure definita in g/Kg e intesa come il complesso degli alogeni, determinati come cloro). La salinità può essere misurata con altri metodi. Si può misurare la densità dell'acqua ad una data temperatura e si deduce la salinità con apposite tabelle. Si può misurare l'indice di rifrazione o la conducibilità elettrica ad una data temperatura o anche utilizzando apparecchiature appositamente ideate e dette "Salinometri".

ESEMPIO N. 2

<u>Tipologia C</u>	<i>Discipline coinvolte (massimo quattro)</i>
Quesiti a risposta multipla	
1. La misura dell'azimut al sorgere od al tramonto di un astro si effettua per: [A] Controllare la posizione della nave [B] Controllare la velocità della nave <input checked="" type="checkbox"/> [C] Controllare la deviazione della bussola [D] Controllare lo scarroccio della nave	- Navigazione
2. La Navigazione Iperbolica è la navigazione che: [A] Si effettua lungo un ramo di iperbole <input checked="" type="checkbox"/> [B] Utilizza luoghi di posizione iperbolici [C] Utilizza il radar come ausilio principale [D] Si effettua con misuratori di differenza di tempo	- Navigazione
3. La riserva di galleggiabilità di una nave è: [A] Un peso [B] Una superficie <input checked="" type="checkbox"/> [C] Una distanza [D] Un volume	- Arte Navale - Elementi di Teoria della Nave
4. Il piano nautico è: [A] Una carta di Mercatore <input checked="" type="checkbox"/> [B] Una proiezione gnomonica orizzontale [C] Una proiezione stereografica orizzontale [D] Una proiezione conica tangente	- Navigazione
5. L'altezza meridiana di un astro: [A] Non è affetta da errore accidentale <input checked="" type="checkbox"/> [B] È esente dall'errore sul cronometro [C] È esente dall'errore di depressione astronomica [D] Non è affetta da errore accidentale	- Navigazione

<p>6. Un carico liquido a superficie libera:</p> <p>[A] Riduce la riserva di spinta</p> <p>[B] Aumenta la resistenza al moto</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [C] Riduce la stabilità</p> <p>[D] Riduce la riserva di galleggiabilità</p>	<p>– Elementi di Teoria della Nave</p> <p>– Arte Navale</p>
<p>7. Il cerchio capace è un luogo di posizione</p> <p>[A] Di uguale distanza</p> <p>[B] Di uguale profondità</p> <p>[C] Di uguale differenza d'azimut</p> <p>[D] Di uguale differenza di distanza</p>	<p>– Navigazione</p>
<p>8. La sbarra di Flinders</p> <p>[A] Compensa il magnetismo prodotto da ferri duri longitudinali</p> <p>[B] Compensa il magnetismo prodotto da ferri duri trasversali</p> <p>[C] Compensa il magnetismo prodotto da ferri dolci verticali trasversali</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [D] Compensa il magnetismo prodotto da ferri dolci verticali longitudinali</p>	<p>– Navigazione</p>
<p>9. La cardioide è:</p> <p>[A] Il luogo di posizione che si ottiene con rilevamenti radiogoniometrici</p> <p>[B] Il diagramma delle deviazioni del radiogoniometro</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [C] Il diagramma dell'intensità di ricezione di un segnale radiogoniometrico</p> <p>[D] Il diagramma degli errori sul rilevamento dovuti alla ionizzazione atmosferica.</p>	<p>– Navigazione</p> <p>– Radioelettronica</p>
<p>10. Lo spostamento verticale di un peso a bordo di una nave, produce:</p> <p>[A] Variazione di assetto</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> [B] Variazione di stabilità</p> <p>[C] Variazione di riserva di spinta</p> <p>[D] Variazione di riserva di galleggiabilità</p>	<p>– Arte Navale</p> <p>– Elementi di Teoria della Nave</p>

ESEMPIO N. 2

Tipologia D

Problemi a soluzione rapida

1. Il candidato determini l'altezza della marea dal Datum, per le ore 14 di tempo medio del fuso, in riferimento ai seguenti dati:

Bassa marea: $t_f = 11^h 22^m$ $h = 6,35 \text{ m}$
Alta marea: $t_f = 17^h 18^m$ $h = 7,15 \text{ m}$

$$\begin{array}{r} t_{HAM} = 17^h 18^m \\ - t_{BOM} = -11^h 22^m \\ \hline T = 5^h 56^m \end{array} \quad \begin{array}{r} t_f = 14^h 00^m \\ - t_{BOM} = -11^h 22^m \\ \hline \Delta t = 2^h 38^m \end{array} \quad \begin{array}{l} D = (h_{AM} - h_{BM}) = \\ = (7,15 - 6,35) = \\ = 0,80 \text{ m.} \end{array}$$

$$x = D \operatorname{sen}^2 \frac{90^\circ \Delta t}{T} = 0,33 \text{ m.}$$

$$h = h_{BM} + x = 6,35 + 0,33 = 6,68 \text{ m.}$$

2. Spostando un peso verso poppa di una distanza $x = 40 \text{ m}$, l'immersione aumenta di 30 cm .
Il candidato calcoli l'entità del peso spostato e la corrispondente diminuzione dell'immersione prodiera, sapendo che:
 $L_1 = 55 \text{ m}$, $L_2 = 45 \text{ m}$, $M_c = 80 \text{ Tonxm}$.

$$L = L_1 + L_2 = 55 + 45 = 100 \text{ m}$$

$$p = \frac{100 \cdot \Delta I_{PD} \cdot L \cdot M_c}{x \cdot L_2} = \frac{100 \cdot 0,30 \cdot 100 \cdot 80}{40 \cdot 45} = 133,3 \text{ tonn.}$$

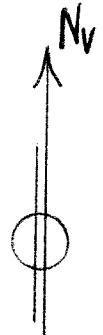
$$\Delta I_{PV} = \frac{L_1}{L_2} \Delta I_{PD} = \frac{55}{45} \cdot 0,30 = 0,3\bar{6} \approx 0,37 \text{ m.}$$

Tipologia E

Casi pratici e professionali

1. Una nave A, in navigazione con $R_v = 124^\circ$ e velocità $v = 16$ nodi, rileva al radar una nave B per rilevamento polare $\rho = -46^\circ$ e distanza $d = 9$ mg. Dopo 6^m un nuovo rilevamento dà: $\rho = -45^\circ,5$; $d = 8$ mg.

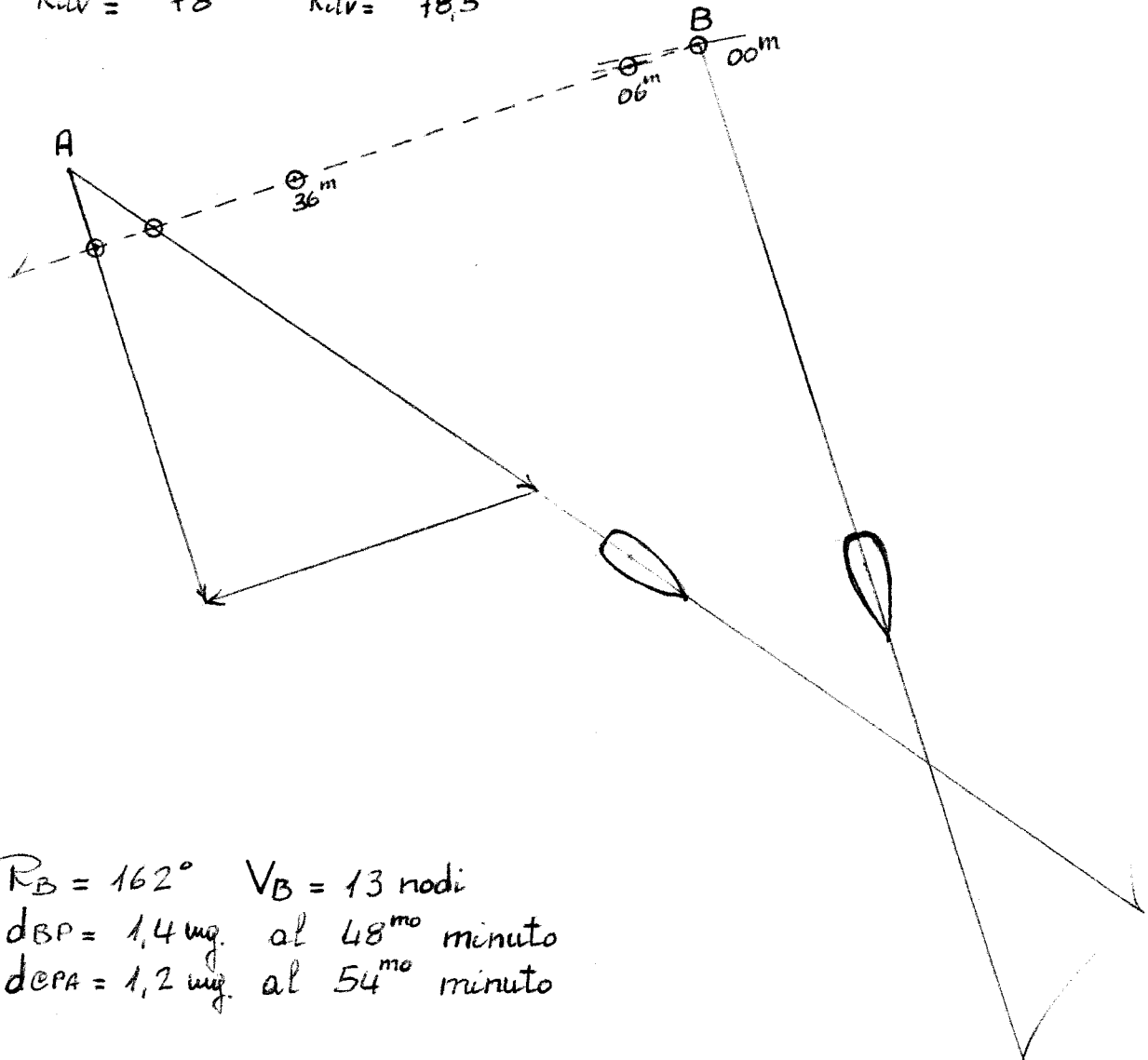
Il candidato, dopo aver valutato la situazione cinematica, preveda i possibili comportamenti della nave A in conseguenza alle decisioni della nave B.



$$\begin{array}{l} R_v = 124^\circ \\ + P = -46^\circ \\ \hline R_{rlv} = 78^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} R_v = 124^\circ \\ + P = -45,5^\circ \\ \hline R_{rlv} = 78,5^\circ \end{array}$$

$$\begin{array}{l} d = 1:1 \\ V = 2:1 \end{array}$$



$$\begin{array}{l} R_B = 162^\circ \quad V_B = 13 \text{ nodi} \\ d_{BP} = 1,4 \text{ mg. al } 48^{mo} \text{ minuto} \\ d_{CPA} = 1,2 \text{ mg. al } 54^{mo} \text{ minuto} \end{array}$$

Possibili comportamenti della nave A

Dalle velocità tenute dalle due unità si evince che in zona non esiste limitazione di visibilità. Ciò premesso è logico supporre che, in buone condizioni meteo marine, passando la nave B a mg. 1,4 di prua alla nave A, la situazione cinematica non dovrebbe presentare alcuna difficoltà, nel senso che le navi dovrebbero mantenere immutati gli elementi di moto.

Nel caso di cattive condizioni meteo marine il CPA di mg. 1,2 potrebbe essere del tutto insufficiente e tale da consigliare la nave B di compiere un'ampia accostata a dritta per lasciare libera la rotta alla nave A.

Nell'ipotesi che tale manovra non venga eseguita dalla nave B, la nave A, a distanza di sicurezza, potrebbe accostare a dritta, compiendo un'evoluzione di 360° che la porterebbe sicuramente libera dalla nave B.

2. Su una nave con dislocamento di 12.000 Ton si sposta in senso orizzontale longitudinale verso poppa e per 100m un peso di 40 Ton.
Il candidato calcoli le variazioni delle coordinate del baricentro della nave e le variazioni dei pescaggi, sapendo che:
L=120m, R=160m e che il baricentro del piano di galleggiamento cade a metà distanza tra le perpendicolari ($L_1=L_2=\frac{1}{2}L$)

$$M_C = \frac{D \cdot R}{100 L} = \frac{12.000 \cdot 160}{100 \cdot 120} = 160 \text{ tonm} \times \text{m}$$

$$\Delta I_1 = \Delta I_2 = \frac{\Delta I}{2} = \frac{p \cdot x}{200 M_C} = \frac{40 \cdot 100}{200 \cdot 160} = 0,125 \text{ m.}$$

$$\Delta X_G = \frac{p \cdot x}{D} = \frac{40 \cdot 100}{12.000} = 0,3 \text{ m.}$$

$$\Delta Y_G = 0 \quad ; \quad \Delta Z_G = 0$$