Quesito A

$t_f = 11^h 37^m$ 07/06/2012

Posizione GPS : $\varphi = 46°27{,}0' N$ $\lambda = 009°33{,}0' W$

$P_b = 074°$ ($d = 3{,}5°W$, $\delta = +1{,}5°$)

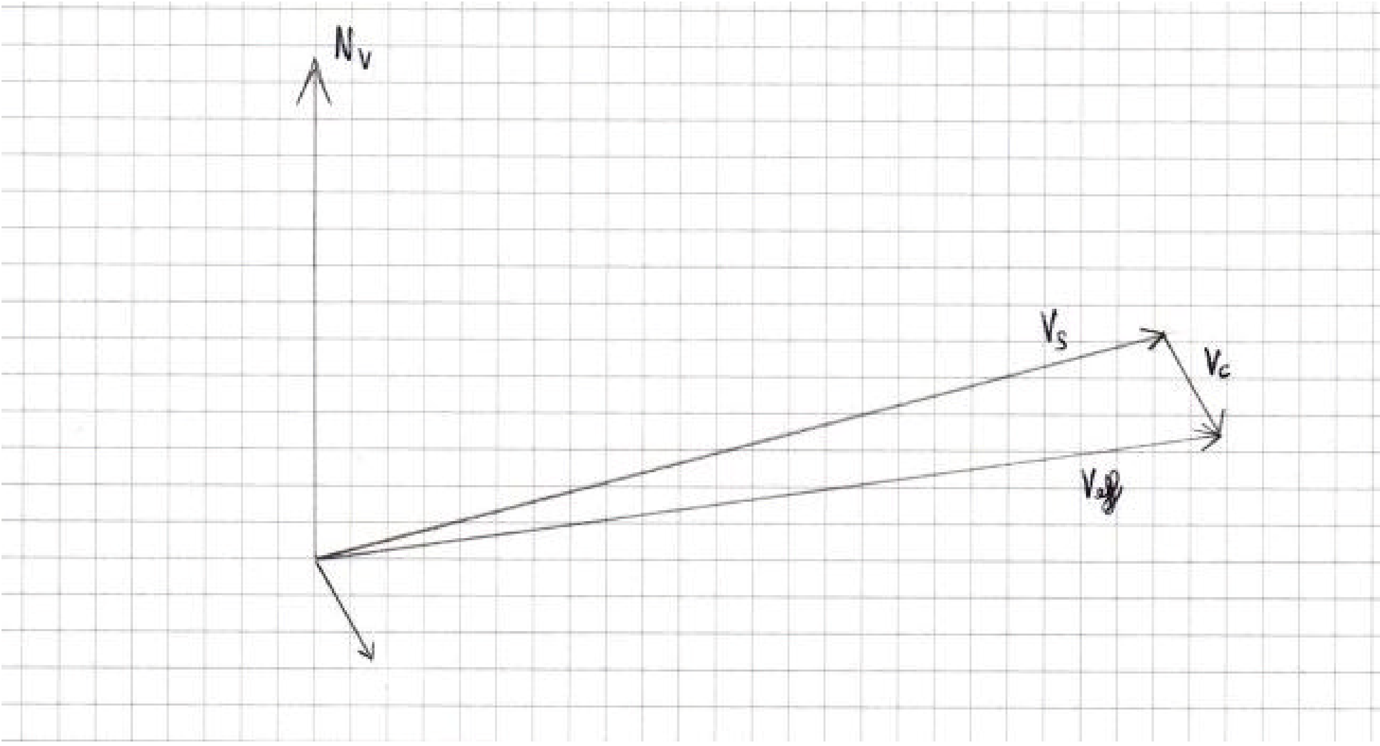
$V_S = 12$ kts

$a_C = 150°$ $V_C = 1{,}5$ kts

Si risolve innanzi tutto il problema delle correnti per ottenere la rotta vera, tenendo presente che riguardo al vento è già stimato l'angolo di scarroccio, per cui risulta immediato risalire alla rotta vera superficiale, inoltre si conosce già la velocità superficiale (si noti infatti che non è data la velocità di propulsione, bensì quella fornita dal solcometro elettromagnetico).

$P_V = P_b + \delta + d = 072°$

$R_{VS} = P_V + lsc = 075°$



Dal grafico: $R_V = 082°$ $V_{eff} = 12{,}5$ kts

Nota la rotta si può procedere alla determinazione del punto stimato per l'istante dell'osservazione degli astri, necessario anche per poter determinare la declinazione del Sole all'istante del tramonto, di poco precedente, al quale si effettua il controllo della bussola.

Considerato il valore della longitudine la risoluzione dell'ambiguità del cronometro risulta immediata, per cui si considera l'istante delle $T_m = T_c + K = 21^h15^m$ dell'osservazione della polare. Data l'ora di partenza $t_f = 11^h37^m$ corrispondente a $T_m = 12^h37^m$ ($T_m = t_f - \lambda_f$), si ha:

$\Delta t = 21^h15^m - 12^h37^m = 8^h38^m$

$m = V_{eff} \cdot \Delta t = 107{,}9$ mg

$\Delta\varphi = m \cdot \cos r_V = 0°15{,}0'$ N

$\varphi_S = 46°42{,}0'$N

$\varphi_m = 46°34{,}5'$N

$$\Delta\lambda = \frac{m \cdot \sin r_V}{\cos \varphi_m} = 2°35{,}4 \text{ E}$$

$\Lambda_S = 006°57{,}6'$ W

Per la posizione trovata il tempo medio locale risulta $t_m = T_m + \lambda = 20^h\,47^m$ cioè, correttamente, in pieno crepuscolo nautico come da indicazione delle effemeridi per $\varphi = 45°$N (inizio $20^h\,21^m$, fine $21^h\,09^m$); l'ora del tramonto è invece $t_m = 19^h\,44^m$, per cui si può cercare la declinazione del sole per le $T_m = 20^h\,15^m$, cioè circa un'ora prima dell'ultima osservazione crepuscolare, senza introdurre sensibili errori vista anche la non eccessiva velocità della nave.

La declinazione del Sole così ricavata serve per calcolare l'amplitudine e quindi l'azimut:

δ	$22°50{,}7'$
+ pp	$0{,}1'$
δ	$22°50{,}8'$

$$\sin \text{ampl}_a = \frac{\sin\delta}{\cos\varphi} = 0{,}566135773$$

$\text{ampl}_a = 34{,}5°$ $\text{ampl}_m = \text{ampl}_a + c_a = \text{W}35{,}4°\text{N}$ (con $c_a = 0{,}9'$ da TAV 17 tavole nautiche)

$a_V = 305{,}4°$

essendo $a_b = 307{,}7°$, si ha: $V = a_V - a_b = -2{,}3°$

La variazione di 0,3' rispetto al valore precedente può essere dovuto ad una δ errata o all'intervenuta variazione della declinazione magnetica causata dallo spostamento geografico della nave.

Essendo già forniti i dati di Δh e azimut stimato di due dei 4 astri osservati rimane soltanto l'individuazione dell'astro X (ipotizziamo una stella) e il veloce calcolo della latitudine con la polare.

Astro X:

$T_m = T_c + K = 21^h\,10^m\,33^s$

T_S	211°39,5′
$+i_S$	2°38,7′
T_S	214°18,2′
$+\lambda$	− 6°57,6′
t_S	207°20,6’

Correzione dell’altezza:

h_i	61°58,5′
$+ \gamma$	− 1,5′
h_o	61°57,0′
$+ C_1$	13,9′
$+ C_2$	39,5′
	– 1°
h_V	61°50,4′

$\sin\delta = \sin\varphi \cdot \sin h + \cos\varphi \cdot \cos h \cdot \cos s \cdot \hat{Z} = 0{,}327309369$ $\quad \delta = 19°06{,}3′$ N

con $\hat{Z} = 166{,}2°$ E $\quad$ da $a_V = a_b - V = 168{,}5° - 2{,}3° = 166{,}2°$

$\cos\hat{P} = \dfrac{\sin h - \sin\varphi \cdot \sin\delta}{\cos\varphi \cdot \cos\delta} = 0{,}992884945$ $\quad \hat{P} = 6°50{,}3′$ E $\quad t = 353°09{,}7′$

$T = t - \lambda = 000°07{,}3′$

Dal valore della declinazione apparente l’astro sarebbe potuto anche essere Giove, ma il valore del tempo esclude questa eventualità; è certamente, come ipotizzato, una stella fissa, che si può individuare determinando il coα apparente: $\quad co\alpha = T_* - T_S = t_* - t_S = 145°49{,}1’$

Con i valori di δ e di coα si ricercano i valori sulle effemeridi, individuando in ARTURO l’astro incognito; a questo punto si determinano nuovamente le sue caratteristiche in modo preciso:

$t_* = t_S + co\alpha = 353°16{,}7’$ $\quad \hat{P} = 6°43{,}3′$ E $\quad \delta = 19°07{,}1’$ N

$\sin h = \sin\varphi \cdot \sin\delta + \cos\varphi \cdot \cos\delta \cdot \cos\hat{P} = 0{,}881897782$ $\quad h_S = 61°52{,}3′$

$\Delta_h = h_V - h_S = -1{,}9°$

$\tan\hat{Z} = \dfrac{\sin\hat{P}}{\tan\delta \cdot \cos\varphi - \sin\varphi \cdot \cos\hat{P}} = -0{,}241313325$ $\quad \hat{Z} = S\ 13°34′\ E$ $\quad a_S = 166{,}4°$

Si possono ora determinare gli elementi relativi all’osservazione della polare:

$T_m = T_c + K = 21^h 15^m$

T_S	211°39,5′
$+i_S$	3°45,6′
T_S	215°25,1′
$+\lambda$	− 6°57,6′
t_S	208°27,5′
+ coα	318°29,9′
t_*	166°57,4′

$\hat{P}$ = 166°57,4′

Correzione dell'altezza:

h_i	46°13,3′
+ γ	− 1,5′
h_o	46°11,8′
+ C_1	13,9′
+ C_2	39,5′
	– 1°
h_V	46°04,8′
+ I	1°37,5′
+II	1,0′
+III	1,4′
	– 1°
φ_V	46°44,7′

$\Delta_\varphi = \varphi_V - \varphi_S = 2{,}7'$

Si hanno ora tutti gli elementi per tracciare il grafico delle rette d'altezza; si decide di effettuare il trasporto analitico delle prime tre rette all'istante dell'ultima osservazione, utilizzando la seguente formula: $\Delta_h' = \Delta_h + m \cdot \cos(Rv - \alpha)$

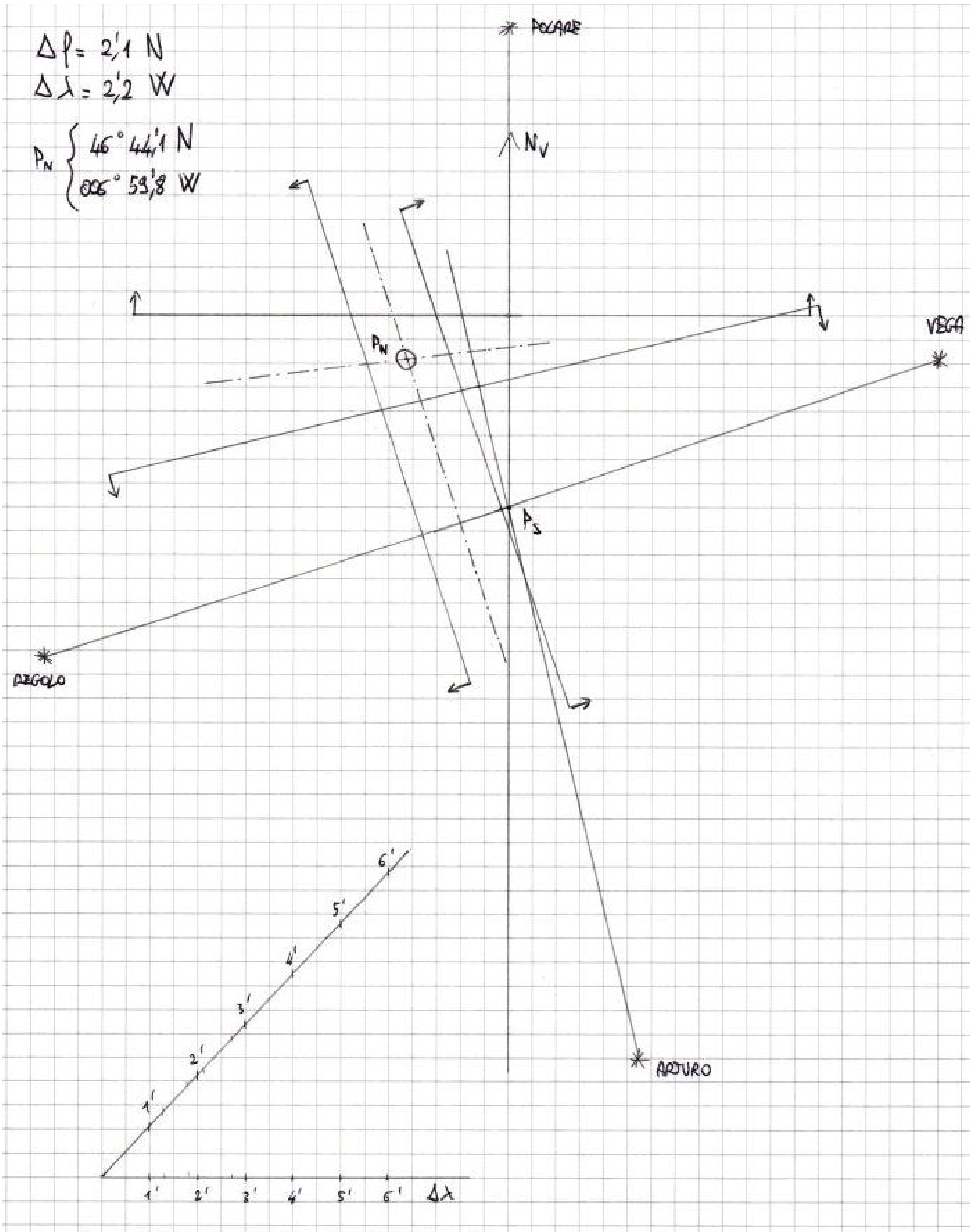
Servono quindi i cammini effettuati della nave relativamente alle tre osservazioni precedenti l'ultima:

$m_1 = V_{eff} \cdot \Delta t = 0{,}9$ mg

$m_2 = V_{eff} \cdot \Delta t = 0{,}6$ mg

$m_3 = V_{eff} \cdot \Delta t = 0{,}4$ mg

ASTRO	$\Delta h'$	azimut
Arturo	− 1,8′	166,4°
Vega	− 0,1′	071°
Regolo	+1,3′	252°
Polare	+2,7′ ($\Delta\varphi$)	000°



Il punto nave delle $t_f = 21^h15^m$ ($t_f = T_m + \lambda_f$) risulta essere, come mostra il grafico:

Pn $\varphi = 46°44,1' N$ $\lambda = 006°59,8' W$

È richiesto ora di calcolare gli elementi effettivi del moto a partire dall'ultimo punto noto con precisione (punto GPS); si può procedere con i calcoli della lossodromia brevi distanze:

$\Delta\varphi = 0°17,1' N$

$\Delta\lambda = 2°33,2' E$

$\varphi_m = 46°35,5' N$

$\tan r_v = \dfrac{\Delta\lambda \cdot \cos\varphi_m}{\Delta\varphi} = 6,156607901$ $r_v = N\ 80,77°\ E$ $R_v = 80,8°$

$m = \dfrac{\Delta\varphi}{\cos r_V} = 106,6$ miglia

Dunque:

$V_{eff} = \dfrac{m}{\Delta t} = 12,3$ kts

$ldr + lsc = R_V - P_V = + 8,8°$

Quesito B

Svolto su carta nautica allegata (copia).

L'esercizio è una semplice procedura di carteggio nautico; molto immediato sulla carta nautica, risultava un po' più lungo nel caso dell'utilizzo della carta di Mercatore approssimata da costruire su foglio protocollo, per via del posizionamento dei punti di riferimento che doveva avvenire in modo relativo.

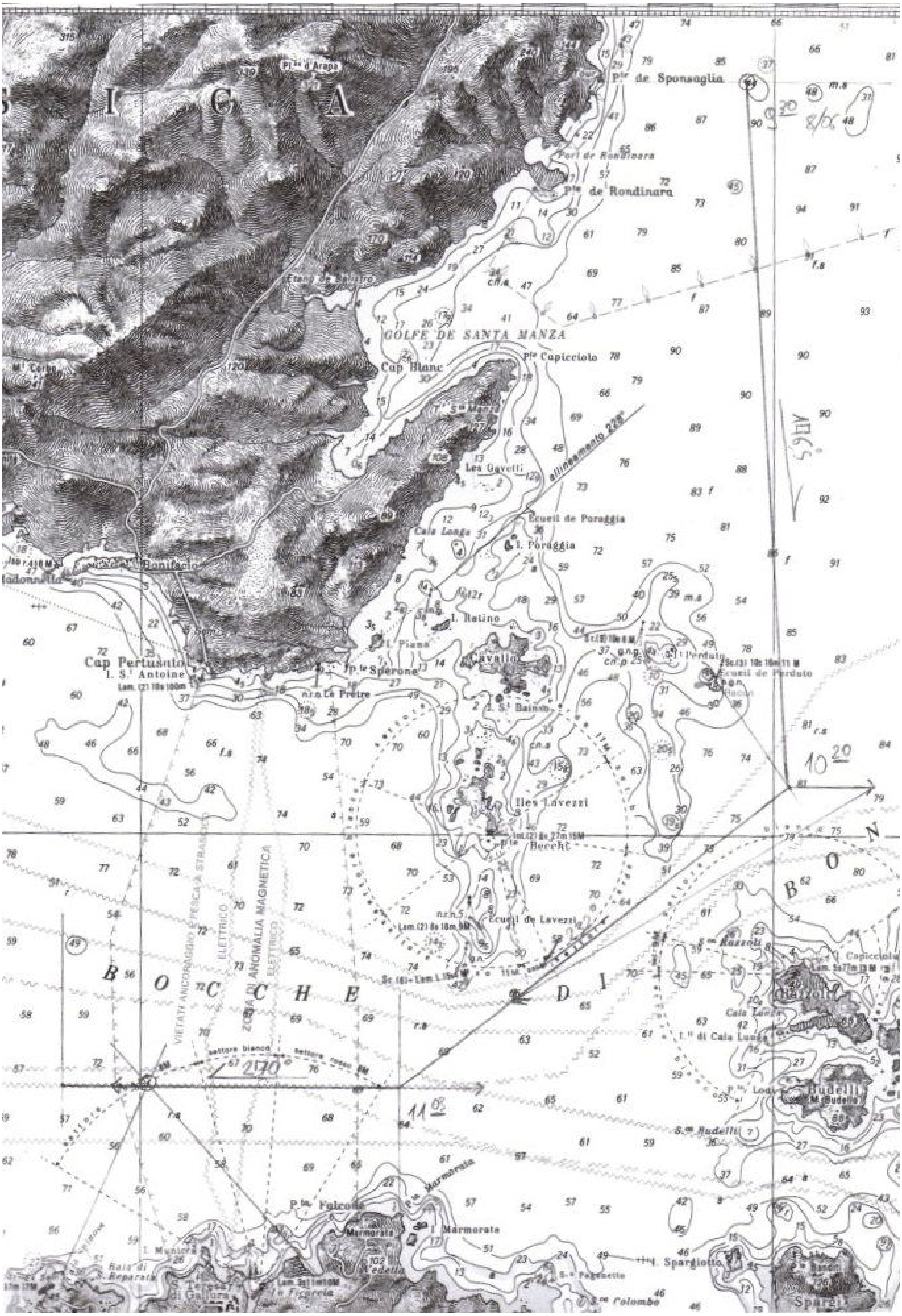
I risultati sono i seguenti:

1) $R_{V12} = 176,5° = P_{V12}$

   $R_{V23} = 232°$ $P_{V23} = 239°$
   $R_{V12} = 270°$ $P_{V34} = 270°$

2) ETA stimati
   $ETA_{WP2} = 10{:}20$
   $ETA_{WP3} = 11{:}03$
   $ETA_{WP4} = 11{:}33$

Con i dati di un punto vero nell'ultimo tratto si può determinare una corrente per E di poco più di 1 nodo (1,05 kts)


Pte de Sponsaglia
Port de Rondinara
Pte de Rondinara
GOLFE DE SANTA MANZA
Pte Capicciolo
Cap Blanc
Les Gavetti
allineamento 228°
Ecueil de Poraggia
I. Poraggia
Cala Longa
Bonifacio
Cap Pertusato
I. St Antoine
I. Ratino
I. Piana
Pte Sperone
Cavallo
I. St Bainzo
Iles Lavezzi
Pte Becchi
Ecueil de Lavezzi
Ecueil de Perduto
B O C C H E D I B O N
VIETATI ANCORAGGIO E PESCA A STRASCICO
ZONA DI ANOMALIA MAGNETICA
ELETTRICO
settore bianco
settore rosso
270°
10 20
11 08
N
Razzoli
Cala Lunga
I. di Cala Lunga
Budelli
S.ca Budelli
Pta Falcone
I. Marmorata
I. Spargiotto
Spargi
S. Teresa di Gallura

Quesito C

Svolto su plotting sheet allegato.

Il primo bersaglio (LV), essendo fisso fornisce la rotta vera e velocità effettiva della nave propria (A), da cui si può immediatamente determinare la corrente risolvendo il IV problema, giungendo quindi alla definizione delle incognite relative ai primi due punti del problema; il secondo bersaglio è ritenuto in rotta di collisione e i suoi dati del moto vero si ricavano facilmente secondo i principi della cinematica;

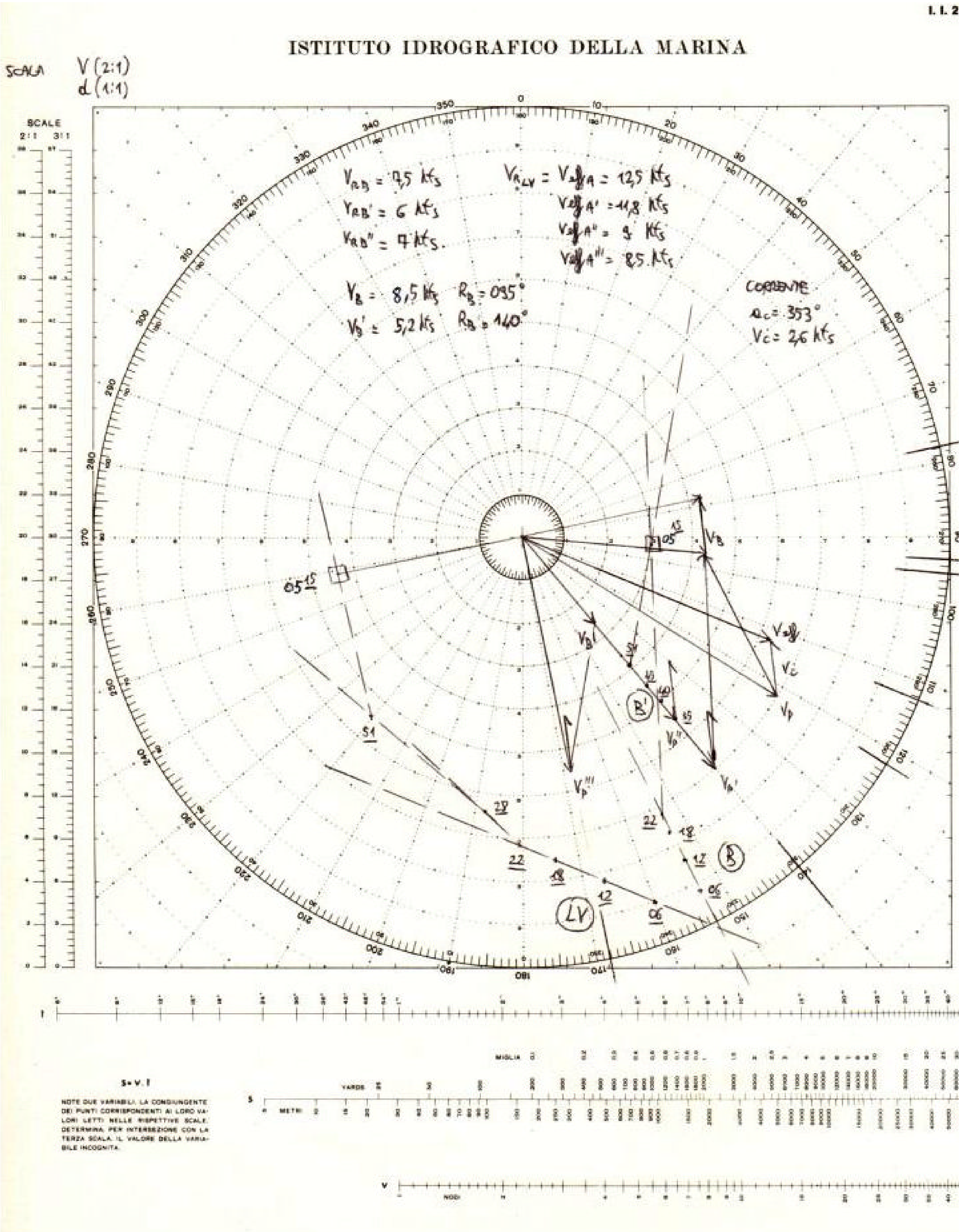
1) Corrente: a_C = 353°, V_C = 2,6 kts;
2) R_{VA} = 112,5° V_{effA} = 12,5 kts, necessari per determinare la corrente,
   R_{VB} = 078° V_{effB} = 8,5 kts, dati che in questo caso considereremo non essenziali in quanto lavorando in moto relativo e non essendo, presumibilmente, vicino a zone pericolose, l'effetto della corrente si può trascurare (entrambe le navi sono soggette allo stesso moto dell'acqua); la corrente va tenuta invece in grande considerazione per valutare le successive posizioni relative del LIGHT VESSEL, il quale è fisso: la sua indicatrice del moto dovrà essere sempre parallela alla rotta della nave A e non alla sua prora;

Dopo la manovra regolamentare (rotte incrociate) la nave A si trova orientata su:

3) P_{VA} = 140°

Segue un momento di confusione in cui la nave A effettua un'ulteriore variazione del proprio moto riducendo la velocità, mentre la nave B, oltre a ridurre la propria velocità, effettua anche un'accostata a dritta, trovandosi di prua alla nave A, costringendo la stessa, ora raggiungente, ad una ulteriore manovra sulla dritta assumendo P_V = 168°.

4) quando il LV si trova al traverso (ore 05:15) la nave B sarà vista a sinistra su ρ = −75° (le posizioni evidenziate con un quadratino sul plotting sheet)
5) La regola 8 delle COLREG impone che la manovra sia eseguita con decisione ed ampio margine di tempo e debba essere abbastanza ampia da risultare evidente: la prima manovra effettuata da A è stata svolta con un buon anticipo (distanza di B al momento della manovra maggiore di 7 miglia), ma forse è stata poco decisa (meno di 20° nonostante il CPA di 3 mg per la scarsa differenza tra le prore iniziali delle due navi).


I. I. 2
ISTITUTO IDROGRAFICO DELLA MARINA
SCALA V (2:1)
d (1:1)
SCALE
2:1 3:1
V_RB = 7,5 kts
V_RB' = 6 kts
V_RB'' = 4 kts
V_RLV = V_afA = 12,5 kts
V_afA' = 11,8 kts
V_afA'' = 9 kts
V_afA''' = 8,5 kts
V_B = 8,5 kts R_B = 095°
V_B' = 5,2 kts R_B' = 140°
CORRENTE
Rc = 353°
Vc = 2,6 kts
MIGLIA
YARDS
METRI
NODI
S = V. T
NOTE DUE VARIABILI, LA CONGIUNGENTE DEI PUNTI CORRISPONDENTI AI LORO VALORI LETTI NELLE RISPETTIVE SCALE, DETERMINA, PER INTERSEZIONE CON LA TERZA SCALA, IL VALORE DELLA VARIABILE INCOGNITA.

Quesito D

$t_f = 21^h15^m$ 10/06/2012 V_p=12 kts

Posizione osservata $\varphi = 46°44{,}2' N$ $\lambda = 006°59{,}6' W$

Destinazione Nantes $\varphi = 47°13{,}0' N$ $\lambda = 001°35{,}0' W$

Lossodromia brevi distanze:

$\Delta\varphi = 0°28{,}8' N$

$\Delta\lambda = 5°24{,}6' E$

$\varphi_m = 46°58{,}6' N$

$$\tan r_v = \frac{\Delta\lambda \cdot \cos\varphi_m}{\Delta\varphi} = 7{,}690046106 \qquad r_v = N\ 82{,}59°\ E \qquad R_v = 82{,}6°$$

$$m = \frac{\Delta\varphi}{\cos r_V} = 223{,}34 \text{ miglia}$$

Risoluzione problema di marea e definizione giri dell'elica:

B = 8 m, T_m = 10 m, UKC = 1,5 m

Altezza della colonna d'acqua richiesta: T_m + UKC = 10 + 1,5 = 11,5 m

Altezza di marea: h = 11,5 – 8 = 3,5 m

Calcolo approssimato ETA con la velocità attuale:

$$\Delta t = \frac{m}{V_p} = 18{,}6\ h \Rightarrow \text{ETA } t_f \cong 16^h\ 11/06$$

Si sceglie allora il secondo flusso: LM = 3,27 m, T = 06^h06^m, A = 5,06 m, A/2 = 2,53 m

OH = h - LM = 0,23 m

$$\cos\alpha\ \frac{OH}{A/2} \Rightarrow \alpha = 84{,}8° \qquad \Delta t\ \frac{T\cdot\alpha}{180°} = 2^h52^m \Rightarrow \text{ETA } t_f = 17^h44^m\ \ 11/06$$

Durata traversata: $20{,}48^h$

Serve dunque una velocità di: $V_p = \dfrac{233{,}34}{20{,}48} = 10{,}9$ kts = 20,1868 Km/h = 336,45 m/min

Avanzo: $A = P - R = 5{,}94 - (0{,}20 \cdot 5{,}94) = 4{,}75$

Numero di giri: $N_g = \dfrac{336{,}45}{4{,}75} = 70{,}8$ giri / min

Risoluzione dei quesiti A , B, C, D a cura del Prof. di Navigazione Riccardo Antola dell'ITN di Camogli

Quesito E

Appunti estratti da dispensa dell'Accademia Marina Mercantile di Genova su consumi e velocità.

Si dice "velocità *go home*" la velocità ridotta a cui si deve raggiungere la destinazione con il combustibile residuo presente nei depositi. Il calcolo di tale velocità si può effettuare in due modi, a seconda che si disponga delle curve velocità-consumi oppure no.

Nel primo caso si divide la rimanenza nei depositi per le miglia residue da percorrere e, noto così il consumo per miglio che ci si può permettere, si entra con questo valore nel diagramma e si legge il corrispondente valore di velocità *go home*, sempre che la curva arrivi fino a tale velocità, verosimilmente molto ridotta.

In caso contrario si deve risolvere il problema con le formule viste a pagina 2. Cioè, sapendo di avere a bordo una certa quantità *M* di combustibile e di dover percorrere un tratto *d* di rotta, il calcolo della velocità *go home W* si effettua uguagliando il tempo di navigazione al tempo di consumo di tale quantità di combustibile:

$$\frac{\text{spazio}\left[\text{miglia}\right]}{\text{velocità}\left[\text{miglia/h}\right]} = \frac{\text{quantità in massa}\left[\text{kg}\right]}{\text{consumo orario di combustibile}\left[\text{kg/h}\right]}$$

in simboli: $\frac{d}{W} = \frac{M}{G}$ cioè: $\frac{W}{d} = \frac{k\,W^3}{M}$ da cui: $\frac{1}{d} = \frac{k\,W^2}{M}$ e infine: $W = \sqrt{\frac{M}{k\,d}}$

ove la costante *k* deve essere stata prima determinata da una nota relazione velocità-consumi e il risultato dell'intero calcolo va preso, essendo molto approssimato, con la dovuta cautela.

Nel nostro caso abbiamo i seguenti dati:

tratta residua:	d = 1800 miglia
bunker residuo:	M = 140 tonnellate = 140 000 kg
vecchia velocità:	W = 12,5 nodi
relativo consumo:	G = 30 t/giorno = 1250 kg/h

Con 12,5 nodi, il tempo sarebbe 1800:12,5 = 144 ore = 6 giorni

e la massa consumata sarebbe 30 × 6 = 180 tonnellate

Quindi non ci siamo, per cui si deve ovviamente ridurre l'andatura.

Non disponendo della curva velocità/consumi, non resta che fare il sopra citato calcolo matematico teorico (per quello che vale).

Dalla relazione $G = k\,W^3$ al regime noto calcoliamo la costante k:

$1250 = k\,(12{,}5)^3$ da cui: $k \approx 0{,}64$

dalla relazione scritta negli appunti calcoliamo poi la velocità go-home:

$$W = \sqrt{\frac{M}{k\,d}} = \sqrt{\frac{140\,000}{0{,}64 \times 1800}} \approx 11 \text{ nodi}$$

Ma un bravo Comandante avrebbe dovuto immaginarlo a istinto (in ogni caso bastava fare una prova per qualche ora!).

Facciamo comunque un calcolo di verifica.

nuovo consumo a 11 nodi: $G = k\,(11)^3 \approx 852$ kg/h

nuovo tempo di arrivo: $t = 1800 : 11 \approx 163{,}6$ ore

massa di bunker consumata: $M = 852 \times 163{,}6 \approx 139\,318$ kg ≈ 140 t

Risoluzione del quesito E a cura del Prof. Ing. Luciano Ferraro docente dell'Accademia Italiana Marina Mercantile di Genova

PS: A seguito della pubblicazione su un noto quotidiano della discutibile risoluzione del V quesito, i Professori Giovanni Puzzo e Domenico Seidita dell'ITN di Palermo suggeriscono la loro risoluzione che sostanzialmente concorda con quella sopra riportata.