

Esercizio 6

Ripetere l'esercizio 4 (dalla formula di Eulero in poi) considerando un punto stimato di $24^{\circ} 00,0' N 115^{\circ} 00,0' W$ e verificare graficamente che le rette di altezza coincidono, anche se i punti determinativi sono ovviamente diversi. Successivamente, con procedimento grafico, disegnare il triangolo di posizione relativo alle 05hh 56mm 55ss del 17 gennaio 2010 ora della Bassa California (t_c , cioè tempo del cronometro) con i dati degli esercizi 3, 4 e 5. Dopo avere verificato che sussistono le condizioni per il calcolo delle bisettrici d'altezza calcolare l'intersezione di queste ultime, sempre graficamente.

Calcolo di Azimut e h_s
con la formula di Eulero

Num.	$-\text{Sen } (289^{\circ} 43,4') = 0,94133$
Denom.	$\text{Tan } (38^{\circ} 47,5') \times \text{Cos } (24^{\circ}) - \text{Cos } (289^{\circ} 43,4') \times \text{Sen } (24^{\circ}) = 0,59703$
Azimut	$\text{Arctan } (0,00291 / -0,83061) = 058^{\circ}$
Se Den. < 0	Il Denom è positivo, l'azimut rimane 058°
h_s	$\text{Arcsen } [\text{Sen } (24^{\circ}) \times \text{Sen } (38^{\circ} 47,5') + \text{Cos } (24^{\circ}) \times \text{Cos } (38^{\circ} 47,5') \times \text{Cos } (289^{\circ} 43,4')] = 29^{\circ} 40,6'$

Calcolo di Δh ($h_c - h_s$)

h_c		30°	$22,9'$
h_s	-	29°	$40,6'$
Δh (va espresso in primi di grado)	=		$+42,6'$

Se il Δh è positivo si va verso l'astro, quindi si parte dal punto stimato e si va in direzione dell'Azimut per un numero di miglia pari al Δh espresso in primi, se è negativo si segue la direzione opposta.

Calcolo trigonometrico del punto determinativo

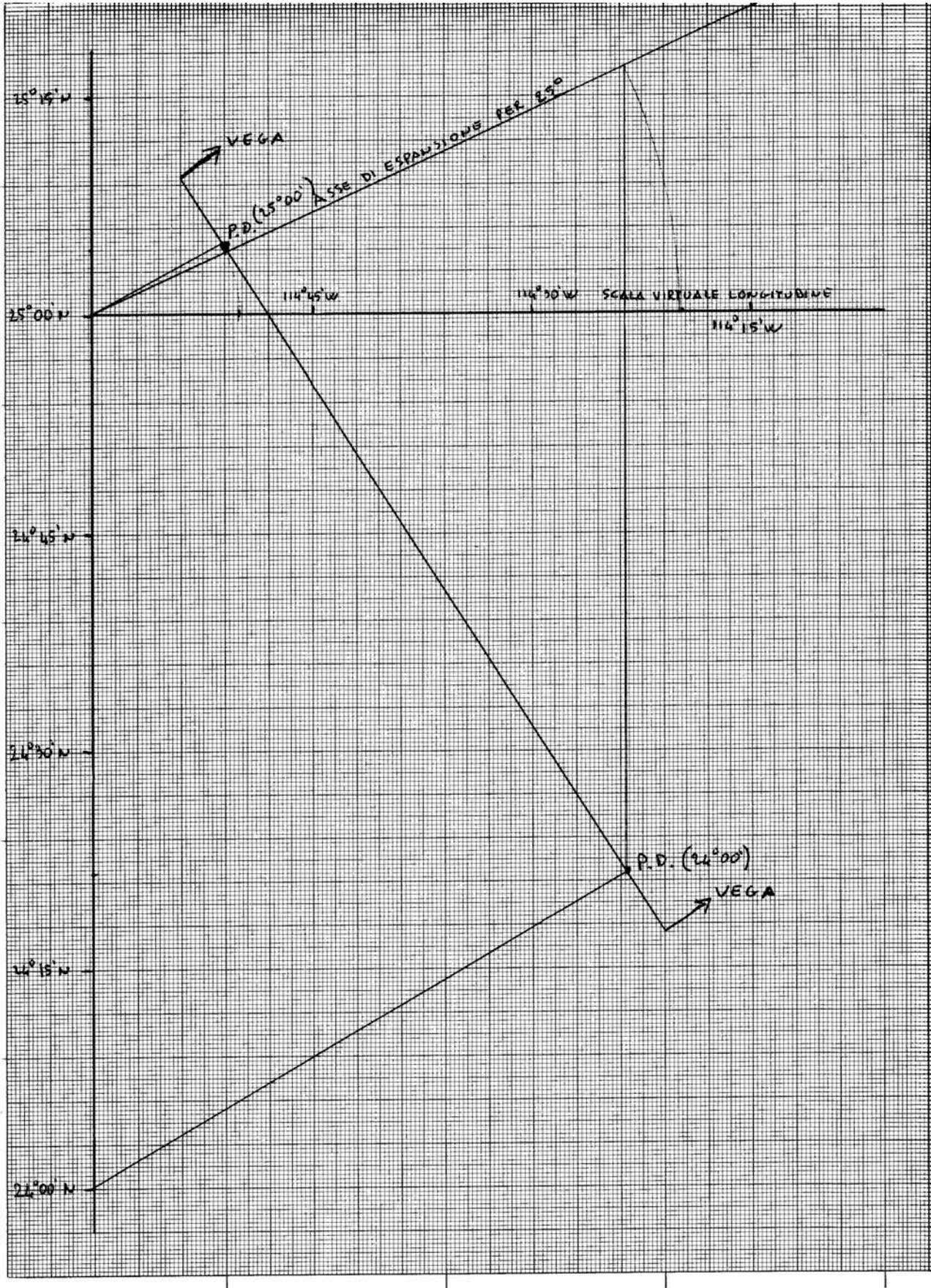
Latpd	$24^{\circ} + (42,6 \times \text{Cos } 58^{\circ}) / 60 = 24^{\circ} 22,6' N$
Longpd	$-115^{\circ} + (42,6 \times \text{Sen } 58^{\circ}) / (60 \times \text{Cos } 25^{\circ}) = 114^{\circ} 20,1' W$

La retta d'altezza è sempre perpendicolare all'azimut, è quindi orientata per $148^{\circ} - 328^{\circ}$.

Trasporto del punto determinativo

Spos (in nm)	$6 \times (8 \times 60 + 12) / 3600 = 0,82$
Latpd trasp.	$24^{\circ} 22,6' + (0,82 \times \text{Cos } 160^{\circ}) / 60 = 24^{\circ} 21,8' N$
Longpd trasp.	$-114^{\circ} 20,1' + (0,82 \times \text{Sen } 160^{\circ}) / (60 \times \text{Cos } 24^{\circ} 22,6') = 114^{\circ} 19,8' W$

Verificare graficamente che questa retta si sovrappone a quella dell'esercizio 4.



Punto nave e bisettrici d'altezza

Le tre altezze sono state misurate in un arco temporale inferiore a 15/20 minuti, quindi la prima condizione per il calcolo delle bisettrici è soddisfatta. L'azimut della prima vale 321° , l'azimut della seconda vale 058° , è allora possibile tracciare la bisettrice fra la prima e la seconda retta d'altezza, in quanto la differenza di azimut supera 60° (97°). Anche la differenza di azimut fra la seconda retta e la terza supera 60° (135°). Si possono quindi tracciare le bisettrici fra la prima retta e la seconda e fra la seconda e la terza. Disegnare il triangolo di posizione e le bisettrici d'altezza.

Le coordinate fra l'intersezione della prima retta d'altezza con la seconda, *trasportate all'istante dell'osservazione della terza*, sono: $24^\circ 47,3' N 114^\circ 38,1' W$ e la bisettrice vale $99^\circ - 279^\circ$.

Le coordinate fra l'intersezione della seconda retta d'altezza con la terza, all'istante della terza, sono: $25^\circ 03,9' N 114^\circ 49,5' W$ e la bisettrice vale $170^\circ - 350^\circ$.

Le coordinate fra l'intersezione della prima retta d'altezza con la terza, all'istante della terza, sono: $24^\circ 33,2' N 114^\circ 57,1' W$ e la bisettrice vale $032^\circ - 212^\circ$.

Le coordinate fra l'intersezione delle bisettrici d'altezza sono: $24^\circ 48,5' N 114^\circ 46,5' W$ ed il raggio d'incertezza è di quasi 6 miglia nautiche. Possiamo ancora ritenere il punto affidabile, e consideriamo le coordinate ottenute con l'intersezione delle bisettrici come la posizione della nave al momento della terza osservazione. Indichiamo sul disegno questo punto nave col numero 1. I risultati sono in accordo col software Cielo, allegato a "Osservazioni Celesti e Navigazione Astronomica", che lavora con le circonferenze al posto delle rette: $24^\circ 48,6' N 114^\circ 46,6' W$.

Calcola **Coordinate:** **24°48,1'N 114°48,2'O** **Raggio d'incertezza:** **5,9 nm.**
 Alle 13 . 56 . 50

Coordinate con bisettrici d'altezza: **24°48,6'N 114°46,6'O**

Planetario Rotte Distanze lunari Esci

In alcune sedi di esame si preferisce ancora l'antica tecnica di trasportare la prima e la terza altezza al momento della seconda. In questo modo si riducono gli errori indotti dai trasporti, più brevi.

Tuttavia la maggiore precisione viene completamente annullata dal fatto che il punto è più vecchio. Se si volesse seguire questa tecnica basta utilizzare una velocità negativa per il trasporto della terza retta, lasciando invariata la rotta. Nel nostro caso velocità -6 nodi e rotta 160° .

Considerazioni

Come abbiamo visto, il raggio d'incertezza di quasi 6 miglia rendono il punto affidabile, ma non si può essere certi che le altezze e gli orari a cui sono state prese siano scure da errori. In tal senso, un'altezza di Gienah, che dalla nave, ad occhio, ha un azimut a Sud-Sud-Ovest ci avrebbe senz'altro aiutato, in quanto tale azimut renderebbe la bisettrice compatibile con tutte le altre tre osservazioni. Ma oramai è tardi, il Sole si è già levato e Gienah non è più visibile. Ecco perché la tecnica più appropriata è quella di osservare quattro astri, posti il più possibile a croce, tracciare le bisettrici solo fra le coppie di astri opposti e considerare il punto nave come l'intersezione delle due bisettrici. In questo caso sarebbe stato appropriato costruire la bisettrice fra Gienah e Vega per intersecarla con quella costruita fra Antares e Marte.

Se una delle quattro rette produce risultati molto distanti dal triangolo formato dalle altre tre ignorarla, e procedere come si è fatto in questo esercizio con le tre osservazioni rimanenti. Confrontare su questo argomento la pagina 78 della seconda edizione di "Osservazioni celesti e Navigazione Astronomica".

Ripetiamo ora l'esercizio aggiungendo un'altezza di Gienah di $40^{\circ} 53,0'$ alle 05hh 52mm 10ss del t_c , lasciando invariati il k , l'errore d'indice e l'elevazione. Stabilire se è meglio ignorare una delle quattro rette, ed eventualmente quale, o considerare come punto nave l'intersezione delle due bisettrici d'altezza costruite fra le rette (quasi) opposte.

Ora di osservazione

Il fuso del Messico (Bassa California) vale +8h, alla data non è presente l'ora legale, quindi la differenza è +8h. Il T_c è quindi 13hh 44mm 25ss.

T_c	(Greenwich)	13	hh.	52	mm.	10	ss.
k	+/-		hh.		mm.	-5	ss.
T_m	=	13	hh.	52	mm.	05	ss.

Orario a Greenwich dell'astro (T) Stelle

T_s per <u>13</u> hh 00 mm 00 ss		311°	$50,8'$
Incremento del T_s per <u>52</u> mm <u>05</u> ss	+	13°	$03,4'$
Coascensione Retta ($360 - \alpha$)	+	175°	$54,8'$
T per il T_m	=	140°	$49,0'$

Declinazione

(suggerimento: per la declinazione non usare Nord e Sud, ma + e -)

Dec. per <u>13</u> hh 00 mm 00 ss		-17°	$35,9'$
Pp dovuta a d	+/-		
Dec. per il T_m	=	-17°	$35,9'$

orario locale dell'astro (t) e angolo al Polo P

T		140°	49,0'
Longstim	+	-115°	00,0'
t = T + Longstim	=	25°	49,0'

Calcolo di Azimut e h_s
con la formula di Eulero

Num.	$-\text{Sen } (025^\circ 49,0') = -0,43549$
Denom.	$\text{Tan } (-17^\circ 35,9') \times \text{Cos } (25^\circ) - \text{Cos } (025^\circ 49,0') \times \text{Sen } (25^\circ) = -0,66791$
Azimut	$\text{Arctan } (0,00291 / -0,83061) = 033^\circ$
Se Den. < 0	$033^\circ + 180^\circ = 213^\circ$
h_s	$\text{Arcsen } [\text{Sen } (25^\circ) \times \text{Sen } (-17^\circ 35,9') + \text{Cos } (25^\circ) \times \text{Cos } (-17^\circ 35,9') \times \text{Cos } (025^\circ 49,0')] = 40^\circ 32,0'$

Calcolo dell'altezza corretta dell'astro

(per il calcolo della seconda correzione
entrare nella tavola col valore di h_o)

h_i		40°	53,0'
γ	-		-2,0'
h_o	=	40°	55,0'
I correzione	+		16,5'
II correzione	+		38,9'
III correzione	+		0,0'
Sottrazione di un grado	-	1°	
h_c	=	40°	50,4'

Calcolo di Δh ($h_c - h_s$)

h_c		40°	50,4'
h_s	-	40°	32,0'
Δh (va espresso in primi di grado)	=		+18,4'

Se il Δh è positivo si va verso l'astro, quindi si parte dal punto stimato e si va in direzione dell'Azimut per un numero di miglia pari al Δh espresso in primi, se è negativo si segue la direzione opposta.

Calcolo trigonometrico del punto determinativo

Le coordinate del punto determinativo sono (al Δh , espresso in primi di grado, cioè in miglia nautiche, va conservato il suo segno, in quanto può essere negativo):

Latpd	$25^\circ + (18,4 \times \text{Cos } 213^\circ) / 60 = 24^\circ 44,6' \text{ N}$
Longpd	$-115^\circ + (18,4 \times \text{Sen } 213^\circ) / (60 \times \text{Cos } 25^\circ) = 115^\circ 11,1' \text{ W}$

La retta d'altezza è sempre perpendicolare all'azimut, è quindi orientata per $123^\circ - 303^\circ$.

Trasporto del punto determinativo

Spos (in nm)	$6 \times (4 \times 60 + 45) / 3600 = 0,47$
Latpd trasp.	$24^\circ 44,6' + (0,47 \times \text{Cos } 160^\circ) / 60 = 24^\circ 44,2' \text{ N}$
Longpd trasp.	$-115^\circ 11,1' + (0,47 \times \text{Sen } 160^\circ) / (60 \times \text{Cos } 24^\circ 44,6') = 115^\circ 10,9' \text{ W}$

L'orientamento della retta d'altezza non è influenzato dal trasporto rimane quindi $123^\circ - 303^\circ$.

Disegniamo ora la retta d'altezza di Gienah. Il triangolo che forma con le rette di Antares e Marte è notevolmente più piccolo. Possiamo quindi supporre che l'osservazione di Vega contenesse qualche errore, e consideriamo quindi come punto nave l'incontro fra le bisettrici ottenute con Gienah, Antares e Marte. Tale punto cade fuori il triangolo formato dalle tre rette, ma questo non è un errore. Il raggio d'incertezza vale poco più di un miglio. Il punto nave così ottenuto ha coordinate $24^\circ 36,2' \text{ N } 114^\circ 55,0' \text{ W}$. Indichiamo sul disegno questo punto nave col numero 2. Confrontate il risultato col valore fornito dal software Cielo, mostrato più avanti.

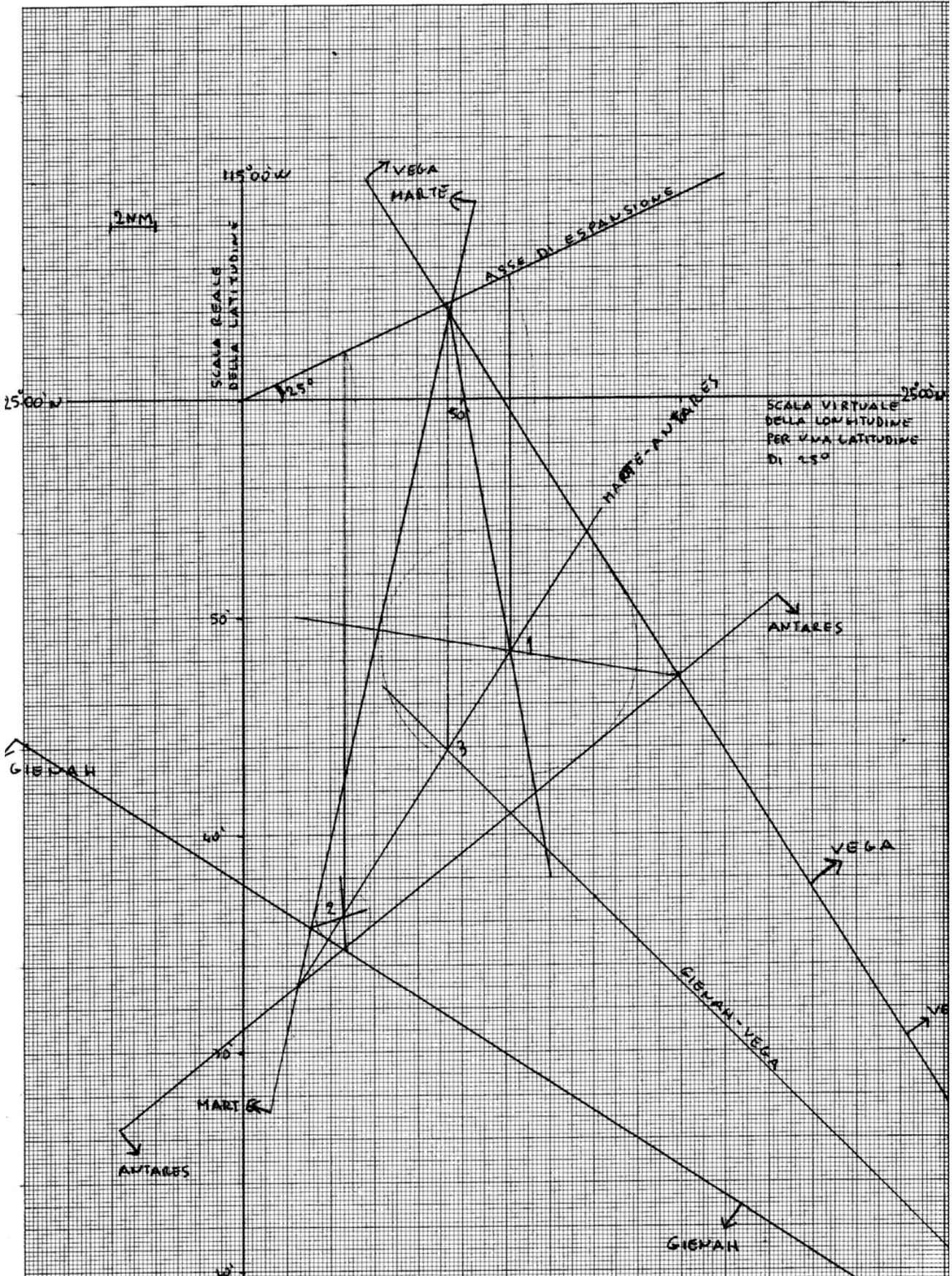
Intersechiamo ora le bisettrici ottenute da Gienah-Vega e Marte-Antares. Otteniamo un punto nave di coordinate $24^\circ 44,2' \text{ N } 114^\circ 49,4' \text{ W}$. Indichiamo sul disegno questo punto nave col numero 3.

Da un punto di vista formale il punto 3 sarebbe da considerarsi più preciso del 2, in quanto frutto di quattro osservazioni. E' il punto che sceglierei se stessi svolgendo una prova d'esame, dove le osservazioni sono da considerarsi tutte con lo stesso grado di precisione. Per esempio, l'esame per la patente nautica per navi da diporto prevede che il punto sia l'intersezione di due bisettrici ottenute da coppie di osservazioni differenti, quindi da quattro osservazioni in croce. Ma se stessi navigando in mare aperto farei molto più affidamento sul punto 2, in quanto so bene che un'osservazione può essere meno precisa delle altre tre, ed in questo caso il disegno rende subito chiaro che la retta costruita con Vega ha forti probabilità di contenere un'anomalia.

Di seguito il disegno. Per la spiegazione dell'asse di espansione fare riferimento ad "Osservazioni Celesti e Navigazione Astronomica". Nell'Appendice del libro troverete l'illustrazione del PPP, ossia del punto più probabile, ottenuto graficamente dall'intersezione delle simediane, ed analiticamente col metodo dei minimi quadrati.

Nota importante

Non mi stancherò di ripetere, come scritto sul libro, che le bisettrici vanno tracciate tra le frecce (che indicano gli azimut) che divergono o che convergono!



Sestante di Claudio Facciolo <http://www.navigazioneastronomica.it>

Cielo

Programma di Navigazione Astronomica di Claudio Facciolo

Dati iniziali

Numero osservazioni: 1 2 3

Latitudine stimata gradi: primi: Nord Longitudine stimata gradi: primi: Ovest

Prua vera, mantenuta: Velocità propria (nodi): Corrente (direzione verso cui va): Velocità corrente:

Prima osservazione		Seconda osservazione		Terza osservazione	
Tipo di orizzonte		Tipo di orizzonte		Tipo di orizzonte	
<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale		<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale		<input checked="" type="radio"/> Orizzonte naturale	
<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale diretto (a bolla o giroscopico)	
<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)		<input type="radio"/> Orizzonte artificiale riflesso (bacinella)	
Astro osservato		Astro osservato		Astro osservato	
Antares (alfa Scorpri)		Gienah (gamma Corvi)		Marte	
Anno	Mese	Giorno	Ora	Minuti	Sec.
2010	1	17	13	44	20
2010	1	17	13	52	5
2010	1	17	13	56	50
Altezza dell'astro		Altezza dell'astro		Altezza dell'astro	
26 Gradi		40 Gradi		23 Gradi	
21 Primi		53 Primi		30 Primi	
Pressione in hPa.: 1013		Pressione in hPa.: 1013		Pressione in hPa.: 1013	
Temperatura in C°: 15		Temperatura in C°: 15		Temperatura in C°: 15	
Errore d'indice in primi: -2		Errore d'indice in primi: -2		Errore d'indice in primi: -2	
Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 4		Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 4		Elevazione sul proprio orizzonte in m.: 4	

Calcola Coordinate: **24°34,5'N 114°56,2'O** Raggio d'incertezza: **1,1 nm.**
 Alle 13 . 56 . 50

Coordinate con bisettrici d'altezza: **24°36,2'N 114°55,1'O**

Interpolazioni e Calcoli di Rotte di Claudio Facciolo <http://www.navigazioneastronomica.it>