

# CONTENUTO

## 4 PERCHÉ LA NAVIGAZIONE ASTRONOMICA

- 4 Strumenti e calcoli
- 7 Il sestante
- 8 Funzionamento del sestante
- 9 Come si usa il sestante
- 10 Il Punto subastrale PA
- 11 Esempi di relazione tra LHA, GHA e Longitudine ( $\lambda$ )
- 14 La declinazione

## 15 UNA GRANDE INTUIZIONE

- 15 La meridiana
- 18 La latitudine al passaggio del Sole al meridiano
- 19 Operazioni da seguire

## 23 DOVE SIAMO?

- 23 La longitudine al passaggio del Sole al meridiano
- 25 Operazioni da seguire

## 31 IL SOLE CI SCALDA E CI DÀ LA NOSTRA POSIZIONE

- 31 La retta d'altezza
- 34 Esempio pratico per la determinazione di una retta d'altezza di Sole



# IL SOLE CI SCALDA E CI DÀ LA NOSTRA POSIZIONE

## La retta d'altezza

Proviamo a considerare il Sole come la luce di un faro la cui base si trova, in un certo istante, in un punto della superficie terrestre. In navigazione costiera il Punto Nave si ottiene sempre dall'intersezione di almeno due luoghi di posizione, ad esempio: luogo di posizione di uguale azimut (rilevamento) e luogo di posizione di uguale distanza.

Se misuriamo con il sestante l'angolo tra la base e la sommità del faro, conoscendo l'altezza del faro, possiamo risalire alla distanza che ci separa da esso: distanza = altezza dell'oggetto (faro) moltiplicata per la cotangente dell'angolo osservato.

Più ci si avvicina al faro, più la sua altezza apparente aumenta; più ci si allontana, più essa diminuisce. Se si fa il giro del faro, osservandolo sempre alla stessa altezza, si descrive quello che si chiama un cerchio d'altezza e cioè un luogo di posizione di uguale distanza.

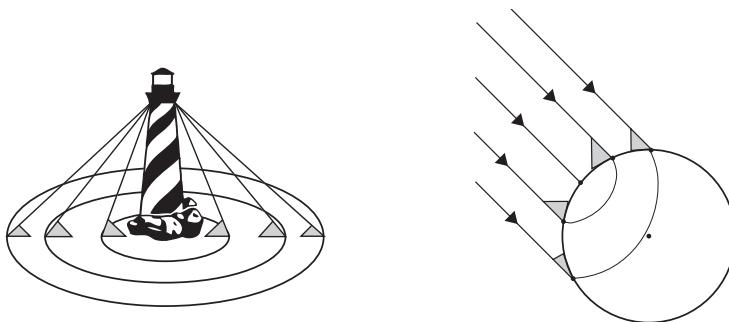


Figura 14 - Cerchio d'altezza



La stessa cosa accade se misuriamo l'altezza del Sole, con una piccola ma fondamentale differenza: il faro è un punto fisso, mentre il Sole si sposta continuamente per effetto dei movimenti terrestri. Dobbiamo pertanto "fissare" l'osservazione a un'ora ben precisa.

Supponiamo di misurare con il sestante, a una certa ora, un angolo di altezza  $h = 50^\circ$ ; ciò significa che ci troviamo a una distanza dal Punto subastrale (distanza zenitale  $Dz$ ) pari al complemento di altezza allo zenith:  $Dz = 90^\circ - 50^\circ = 40^\circ$

Se moltiplichiamo  $Dz$  di  $40^\circ$  per  $60'$  (ricordiamo:  $1' = 1$  miglio) otteniamo 2400 miglia che corrisponde alla distanza tra noi e il Punto subastrale in quell'ora precisa.

Il cerchio d'altezza che ne risulta è un cerchio enorme ed è impossibile tracciarlo sulla carta.

Nell'esempio riportato in precedenza ( $h = 50^\circ$ ) il raggio di 2400 miglia corrisponde a un cerchio di 15.072 miglia. Ma è proprio grazie alle sue grandi dimensioni che, per brevi tratti, possiamo considerarlo rettilineo e coincidente alla tangente al cerchio stesso nel punto in cui ci troviamo. Questa retta tangente si chiama retta d'altezza. Il problema però, è che non possiamo tracciare la retta d'altezza, in quanto non conosciamo la nostra posizione e soprattutto non è possibile misurare l'azimut (il rilevamento) del Punto subastrale (non è stampato sul mare). Il problema sembrerebbe senza via d'uscita ma, fortunatamente, c'è una soluzione grazie al procedimento messo a punto dall'ammiraglio Saint-Hilaire. Eccolo:

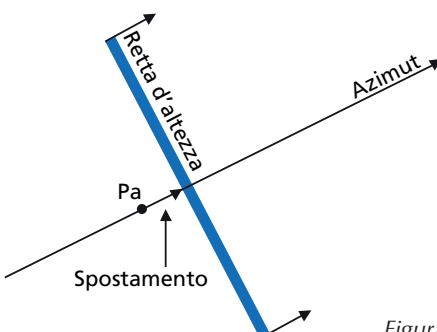


Figura 15 - Retta d'altezza



1. Stabiliamo sulla carta un Punto stimato arbitrario di riferimento detto Punto ausiliario (Pa), vicino al nostro Punto stimato (Ps).
2. Entrando nelle tavole americane H.O. 249 (vedremo più avanti come) con la latitudine del Punto ausiliario, il suo LHA (Angolo Orario Locale) e la declinazione del Sole, si determina l'altezza calcolata  $H_c$ , che corrisponde all'altezza che avremmo osservato se fossimo realmente lì e l'azimut che tracceremo passante per il Punto ausiliario.
3. Determiniamo la differenza tra l'altezza calcolata  $H_c$  e l'altezza vera  $H_v$ , quella cioè che abbiamo effettivamente osservato con il sestante.
4. Trasformiamo questa differenza in miglia (spostamento) e la riportiamo sull'azimut, verso il Sole se  $H_v$  è maggiore di  $H_c$ , via (lontano) dal Sole se  $H_v$  è minore di  $H_c$ .
5. Da questo punto D (punto determinativo) tracciamo la nostra retta d'altezza perpendicolare all'azimut. Noi ci troviamo da qualche parte su questa retta.
6. In questo modo abbiamo trovato un luogo di posizione. Per ottenere il Punto Nave sarà necessario calcolare una seconda retta d'altezza, dopo un certo periodo di tempo e trasportare (come per la navigazione costiera) la prima retta al tempo della seconda. Il punto d'incontro tra le due rette sarà la nostra posizione.

**Il principio della determinazione della retta d'altezza e del Punto Nave è dunque il seguente:**

stabiliamo sulla carta un Punto ausiliario rappresentativo della nostra posizione stimata.

Le tavole H.O. 249 ci forniscono l'azimut e l'altezza  $H_c$  del Sole come la vedremo da questo Punto ausiliario in quel determinato istante. Dato però che l'altezza osservata  $H_v$  sarà diversa da  $H_c$ , tracceremo una retta d'altezza perpendicolare all'azimut e distante dal Punto ausiliario di tante miglia quanta è la differenza tra  $H_c$  e  $H_v$ .



## Esempio pratico per la determinazione di una retta d'altezza di Sole (vedi tabella p. 43)

### 1. Determinazione dell'errore d'indice del sestante e prime osservazioni

- Mettiamo tutte le gradazioni a zero.
- Attraverso il cannocchiale osserviamo l'orizzonte e se le due immagini non combaciano, ruotiamo il nonio fino a farle combaciare.
- Leggiamo l'errore sul tamburo.
- Se l'errore è maggiore di 0 si deve sottrarre, se è minore si aggiunge.
- Annotiamo l'errore d'indice ( $E_i$ ) (essendo **+ 0',2** dovremo sottrarlo).
- Scegliamo i filtri adatti e attraverso il cannocchiale osserviamo il Sole.
- Muovendo l'alidada e il sestante portiamo il Sole fino a farlo appoggiare sull'orizzonte facendo oscillare il sestante, come un pendolo, per aumentare la precisione del contatto; quando il lembo inferiore lambisce l'orizzonte, diamo lo «stop!» a voce alta.
- Allo stop si legge l'ora sul cronometro, regolato sull'ora di Greenwich, partendo dai secondi. Se si è in due tanto meglio, allo stop chi non ha il sestante prende il tempo.

### 2. Introdurre i dati nella griglia di calcolo

- Ritiriamo sestante e cronometro e prendiamo le *Effemeridi*.
- Scriviamo la data: **05.05.2017** (casella 1).
- Annotiamo l'ora UTC di Greenwich dell'osservazione: **09<sup>h</sup> 21<sup>m</sup> 51<sup>s</sup>** (casella 2).
- Annotiamo l'altezza strumentale Hi: **58° 54',4** (casella 3).
- Annotiamo la correzione dell'errore d'indice ( $E_i + 0',2$ ); essendo positivo lo dobbiamo sottrarre, per cui lo inseriamo in casella col segno negativo (- 0',2) (casella 4).
- In fondo alle *Effemeridi*, alla sezione TAVOLE, troviamo i dati per correggere le altezze di Sole in funzione degli errori presenti (tabella Correzioni delle altezze di Sole):
  1. prima correzione (elevazione occhio:  $4m = 16',5$ );
  2. seconda correzione (parallasse e rifrazione: prendiamo il valore compreso tra  $56^{\circ} 11'$  e  $60^{\circ} 28'$  e leggiamo  $15',5$ );
  3. terza correzione (lembo inferiore:  $39',8$  per il mese di Maggio); la somma che otteniamo, dopo aver tolto  $1^{\circ}$  come indicato a fondo pagina, è: **+ 11',8** (casella 5).



### Correzioni delle altezze di Sole

PRIMA CORREZIONE			SECONDA CORREZIONE			TERZA CORREZIONE		
m	m	Elevazione dell'occhio	m	m	Altezza osservata	m	m	
0.34	13.41		4 23	9 44				
0.43	18.9	13.72	13.5	4 26	5.2	9 56	10.7	
0.49	18.8	14.33	13.4	4 29	5.3	10 08	10.8	
0.58	18.7	14.63	13.3	4 32	5.4	10 20	10.9	
0.67	18.6	14.94	13.2	4 36	5.5	10 33	11.0	
0.76	18.5	15.54	13.1	4 39	5.6	10 46	11.1	
0.85	18.4	15.85	13.0	4 42	5.7	11 00	11.2	
0.98	18.3	16.46	12.9	4 46	5.8	11 14	11.3	
1.10	18.2	16.76	12.8	4 49	5.9	11 29	11.4	
1.22	18.1	17.37	12.7	4 53	6.0	11 45	11.5	
1.34	18.0	17.68	12.6	4 56	6.1	12 01	11.6	
1.49	17.9	18.29	12.5	5 00	6.2	12 18	11.7	
1.62	17.8	18.90	12.4	5 04	6.3	12 35	11.8	
1.72	17.7	19.20	12.3	5 08	6.4	12 54	11.9	
1.92	17.6	19.81	12.2	5 12	6.5	13 13	12.0	
2.10	17.5	20.42	12.1	5 16	6.6	13 33	12.1	
2.26	17.4	20.73	12.0	5 20	6.7	13 54	12.2	
2.44	17.3	21.34	11.9	5 24	6.8	14 16	12.3	
2.62	17.2	21.95	11.8	5 28	6.9	14 40	12.4	
2.80	17.1	22.56	11.7	5 32	7.0	15 04	12.5	
2.99	17.0	22.86	11.6	5 37	7.1	15 30	12.6	
3.20	16.9	23.47	11.5	5 41	7.2	15 57	12.7	
3.41	16.8	24.08	11.4	5 46	7.3	16 26	12.8	
3.63	16.7	24.69	11.3	5 51	7.4	16 56	12.9	
3.84	16.6	25.30	11.2	5 55	7.5	17 28	13.0	
4.05	16.5	25.91	11.1	6 00	7.6	18 02	13.1	
4.30	16.4	26.52	11.0	6 05	7.7	18 38	13.2	
4.54	16.3	26.82	10.9	6 11	7.8	19 17	13.3	
4.79	16.2	27.43	10.8	6 16	7.9	19 58	13.4	
5.03	16.1	28.04	10.7	6 21	8.0	20 42	13.5	
5.30	16.0	28.65	10.6	6 27	8.1	21 28	13.6	
5.58	15.9	29.26	10.5	6 32	8.2	22 19	13.7	
5.82	15.8	29.87	10.4	6 38	8.3	23 13	13.8	
6.13	15.7	30.78	10.3	6 44	8.4	24 11	13.9	
6.40	15.6	31.39	10.2	6 50	8.5	25 14	14.0	
6.71	15.5	32.00	10.1	6 56	8.6	26 22	14.1	
6.98	15.4	32.61	10.0	7 08	8.7	27 36	14.2	
7.28	15.3	33.22	9.9	7 09	8.8	28 56	14.3	
7.59	15.2	33.83	9.8	7 16	8.9	30 24	14.4	
7.92	15.1	34.44	9.7	7 23	9.0	32 00	14.5	
8.26	15.0	35.36	9.6	7 30	9.1	33 45	14.6	
8.56	14.9	35.97	9.5	7 37	9.2	35 40	14.7	
8.90	14.8	36.58	9.4	7 44	9.3	37 48	14.8	
9.27	14.7	37.19	9.3	7 52	9.4	40 08	14.9	
9.60	14.6	38.10	9.2	8 00	9.5	42 44	15.0	
9.97	14.5	38.71	9.1	8 08	9.6	45 36	15.1	
10.33	14.4	39.32	9.0	8 16	9.7	48 47	15.2	
10.70	14.3	40.23	8.9	8 25	9.8	52 18	15.3	
11.06	14.2	40.84	8.8	8 34	9.9	56 11	15.4	
11.46	14.1	41.45	8.7	8 43	10.0	60 28	15.5	
11.86	14.0	42.37	8.6	8 52	10.1	65 08	15.6	
12.22	13.9	42.89	8.5	9 02	10.2	70 11	15.7	
12.65	13.8	43.89	8.4	9 12	10.3	75 34	15.8	
13.05	13.7	44.50	8.3	9 23	10.4	81 13	15.9	
13.47	13.6	45.42	8.2	9 33	10.5	87 03	16.0	
			9 44	10.6	90 00		16.1	

*Le correzioni sono tutte positive , ma dall'altezza calcolata bisogna togliere 1° per avere l'altezza vera*

**Nota :**  
Se l'altezza osservata, o l'elevazione dell'occhio, corrisponde esattamente al valore della tavola, scegliere il valore superiore fra le due correzioni possibili.