

la navigazione astronomica tradizionale

roberto iori

Lo scopo di questo breve manuale di navigazione astronomica tradizionale è quello di fornire, a chi si avvicina per la prima volta a questa affascinante materia, uno strumento il più possibile semplice ed essenziale.

La lunga esperienza acquisita dall'autore in un ventennio trascorso sul mare, quando ancora non era diffusa la navigazione con l'ausilio dei satelliti, lo ha portato ad evidenziare solo ciò che è realmente utile al navigante. Non sono stati pertanto presi in considerazione argomenti, che pur pertinenti, non trovano riscontro pratico. Tra questi possiamo ricordare tutto ciò che è strettamente legato a Luna e pianeti, in quanto questi corpi celesti non sono stati ritenuti rilevanti, dal navigante di professione, ai fini del calcolo del punto nave astronomico.

Naturalmente alle persone che hanno già dimestichezza con il carteggio nautico e che sono in possesso di patente nautica da diporto "senza limiti" risulterà più agevole consultare il manuale.

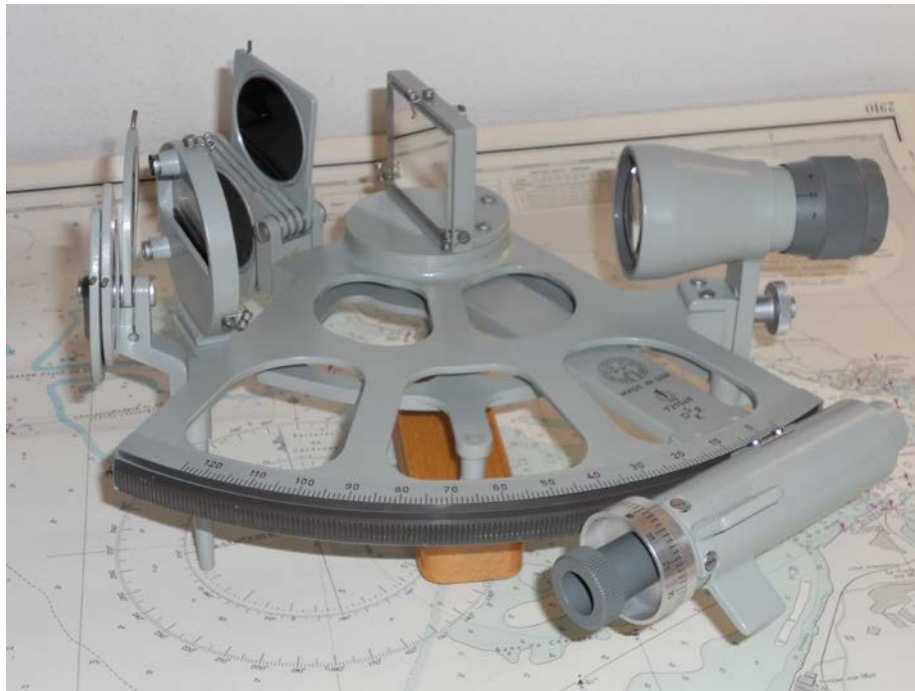
Per superare eventuali difficoltà, più che comprensibili, dovute ai calcoli di trigonometria sferica (calcoli che normalmente si eseguono con una semplice calcolatrice scientifica), si possono scaricare liberamente dal sito www.nauticalalmanac.it alcuni files, realizzati in excel, che risolvono ogni problema nel calcolo dell'altezza stimata e dell'azimut. In particolare con il file "formulas" si può verificare passo dopo passo lo sviluppo manuale delle formule.

Sullo stesso sito vengono distribuite annualmente, in versione freeware, le "Effemeridi Nautiche" sempre in formato excel.

l'autore

L'astronomia nautica ha avuto, sino alla fine degli anni '90, un ruolo di primaria importanza nella navigazione oceanica tradizionale. Poi, con l'avvento dei sistemi di navigazione satellitare, su tutte le navi è stato installato un ricevitore GPS. Di fatto questo sistema agli inizi consentiva di determinare la posizione della nave ogni due-tre ore poi, perfezionandosi, ha consentito di seguirla istante per istante. Questa viene visualizzata su un display correlata da una molteplicità di altre informazioni quali velocità, deriva, rotta vera, waypoints con distanze, "ETA" etc.

A tutt'oggi la STCW (*Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers*) prevede che Ufficiali e Comandanti debbano essere in grado di determinare la posizione mediante l'osservazione degli astri. La navigazione astronomica rimane pertanto oggetto di studio e di esami da parte degli Allievi e degli Aspiranti Capitani.



Nella pratica con il sestante si misura, in un preciso *istante*, l'altezza di un astro sull'orizzonte. Eccezion fatta per le "meridiane", di cui si tratterà più avanti, non si arriva mai a determinare la posizione geografica in mare con calcoli che si trasformano immediatamente in coordinate, ma si procede alla loro definizione solo dopo aver disegnato un semplice grafico.

Nella realtà si procede all'osservazione con il sestante in tre momenti particolari della giornata: durante i due crepuscoli (al mattino ed alla sera) per osservare le stelle (da 3 a 5) e nella parte centrale della giornata con due osservazioni di Sole, di cui una avviene generalmente quando il Sole raggiunge la massima altezza (al mezzogiorno), l'altra un paio di ore prima o dopo. Alle letture delle misurazioni effettuate si apportano una serie di correzioni per ottenere le altezze vere; successivamente si calcolano:

- le altezze stimate in base agli istanti astronomici esatti ed alla posizione stimata;
- le direzioni in cui si sono osservati gli astri.

In questo trattato le prime vengono calcolate utilizzando una semplice calcolatrice scientifica, le seconde con le Azimuth Tables (in appendice al testo).

Le differenze tra le altezze (vere e stimate) vengono infine riportate sulla carta nautica o su di un reticolato per la definizione delle coordinate del punto nave.

La volta celeste

Movimento apparente degli astri

Nel secondo secolo d.C. visse Claudio Tolomeo, noto astronomo e geografo greco. Tra le sue opere più importanti è senz'altro da citare l'Almagesto, dove perfezionò la teoria geocentrica, che poneva la Terra immobile al centro dell'universo, e che rappresentò per oltre un millennio un trattato astronomico di indiscusso ed apprezzato valore: si dovette aspettare sino al XVI secolo, con la rivoluzione copernicana (e, successivamente, con Galileo, Keplero e Newton), perché la teoria eliocentrica, all'inizio contrastata, rettificasse la costruzione tolemaica e stabilisse, ad esempio, che la Terra si muove su un'orbita ellittica all'interno del sistema solare, a sua volta parte dell'universo.

Tra tutti i moti (principali, millenari e galattici) a cui è soggetta la Terra, direttamente e non, quello del movimento di rotazione intorno al proprio asse determina un percorso quasi circolare degli astri sulla sfera celeste. Le coordinate di latitudine (dell'osservatore) e declinazione (dell'astro) determinano la traiettoria visibile dell'astro sulla volta celeste unitamente all'effetto del suo sorgere e del suo tramonto.

Tutti i corpi celesti, indipendentemente dalla località dove si trova l'osservatore, hanno un loro moto apparente, si muovono su un parallelo di "declinazione" in senso orario. La coordinata δ indica la distanza in arco di cerchio massimo tra l'equatore celeste e l'astro (fig. 1).

Nelle immagini che seguono viene rappresentata la volta celeste di dimensioni infinite con al centro la Terra non rappresentata (puntiforme); le indicazioni Pn, Ps, equatore sono riferite alle proiezioni dei poli e dell'equatore sulla sfera celeste. Nelle vicinanze del Pn (che in effetti è il polo celeste Nord) trovasi la stella Polare.

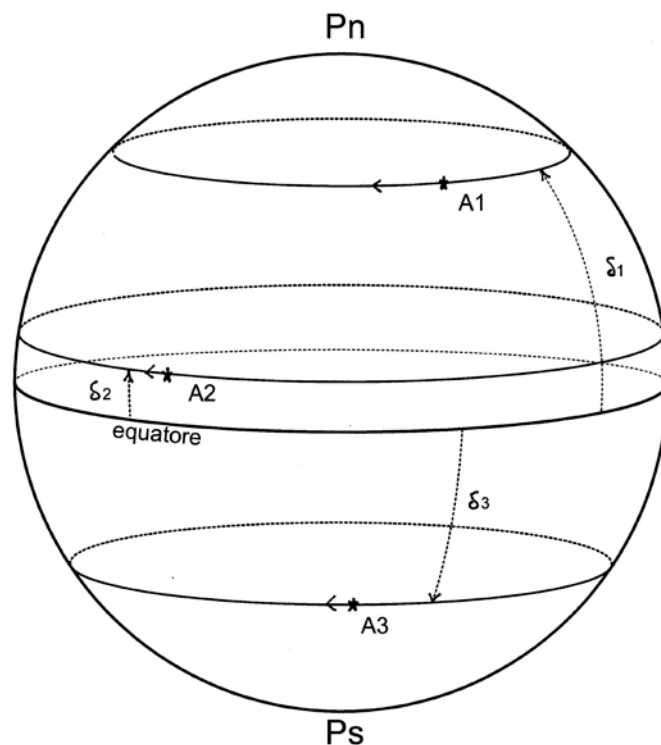


fig. 1 - le orbite che percorrono gli astri in funzione della loro declinazione δ

In particolare in fig. 1 l'astro A3 ha declinazione Sud mentre gli astri A1 ed A2 hanno declinazione Nord.

Più un corpo celeste è a noi vicino e più questo movimento ci appare irregolare e complesso, sia come velocità di percorrenza sulla sua orbita (sul parallelo) che come declinazione (tende a mutare con il passare del tempo); è il caso di Luna, Sole e pianeti.

Mentre le stelle mantengono la loro “velocità” pressoché costante e il parallelo di declinazione è quasi fisso (si notano solo piccole variazioni della declinazione e della coascensione retta, che verrà trattata in altro capitolo) per il Sole, i pianeti e la Luna si avranno delle differenze molto consistenti in declinazione e poco percettibili, ma esistenti, in velocità: non li osserviamo muoversi, ad esempio, su un parallelo fisso o quasi, la loro declinazione è variabile e la traiettoria non è più circolare, ma spiraliforme. Nel caso del Sole si ha una declinazione che oscilla tra i 23°26' Nord al solstizio d'estate (giugno) ed i 23°26' Sud al solstizio d'inverno (dicembre), mentre è 0° in corrispondenza degli equinozi di primavera e d'autunno (marzo/settembre).

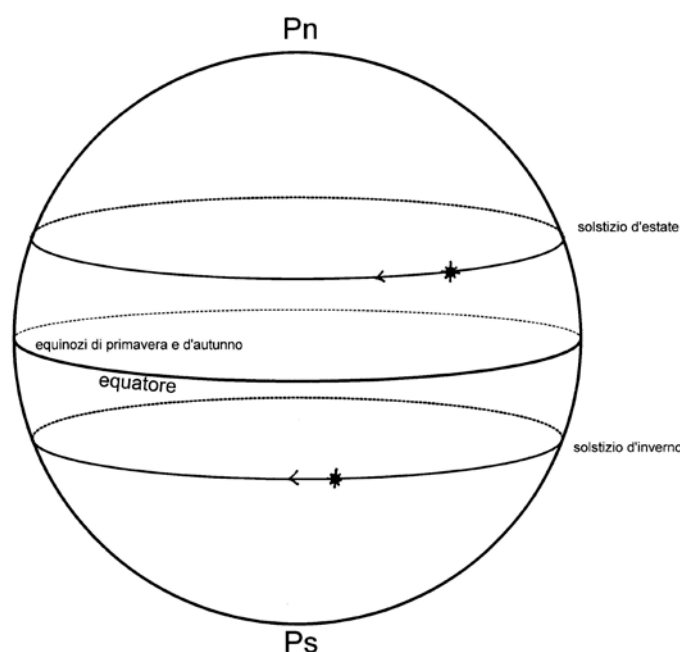


fig. 2 – le orbite che percorre il sole nei giorni degli equinozi e dei solstizi

Addirittura per alcuni corpi celesti in certi momenti è riscontrabile un movimento apparente anomalo: infatti, anziché procedere con il loro moto in senso orario sulla sfera celeste, all'improvviso sembrano invertire la direzione e notiamo allora il così detto fenomeno del “movimento retrogrado del pianeta”, come nel caso di Marte. Questo avviene a causa di una situazione prospettica dovuta alla concomitanza di eventi “favorevoli” come la relativa minor distanza tra la terra ed il pianeta: l'astro sembra “tornare indietro” con una direzione antioraria, per poi riprendere il suo movimento apparente in senso orario.

Nell'astronomia nautica ci si estranea da tutti i moti che coinvolgono la Terra e la galassia alla quale apparteniamo; si preferisce adottare la teoria tolemaica: la Terra sarà sempre al centro della volta celeste e gli astri si muovono ciascuno con un suo moto.

Vediamo ora come, nella realtà, sono visti dall'uomo gli astri in movimento.

Osservatore al polo Nord

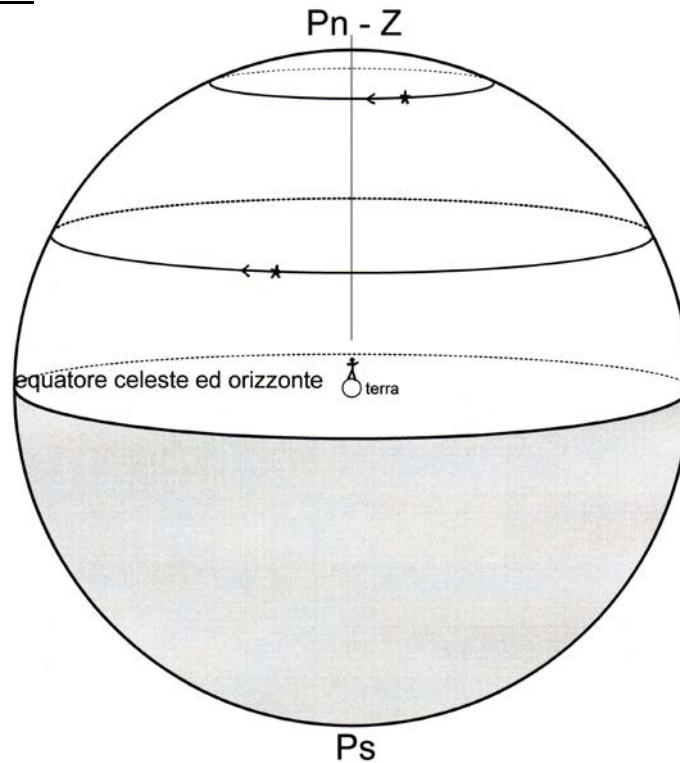


fig. 3 – osservatore al polo Nord
in grigio è tutta la parte di volta celeste che resta sempre al di sotto dell'orizzonte

L'osservatore vedrà tutti gli astri dell'emisfero celeste Nord (con declinazione Nord) ruotare ininterrottamente attorno a lui con orbite quasi circolari alle diverse altezze, astro per astro. Non ci saranno casi di sorgere e di tramonto. A seconda delle stagioni si avranno mesi con giorni nei quali il Sole non tramonterà (nessun'altra stella si vedrà perché la luce del Sole lo rende invisibile a noi) o non sorgerà mai. Quando il Sole si manterrà leggermente al di sotto dell'orizzonte si noterà il fenomeno del crepuscolo continuo.

Osservatore all'equatore

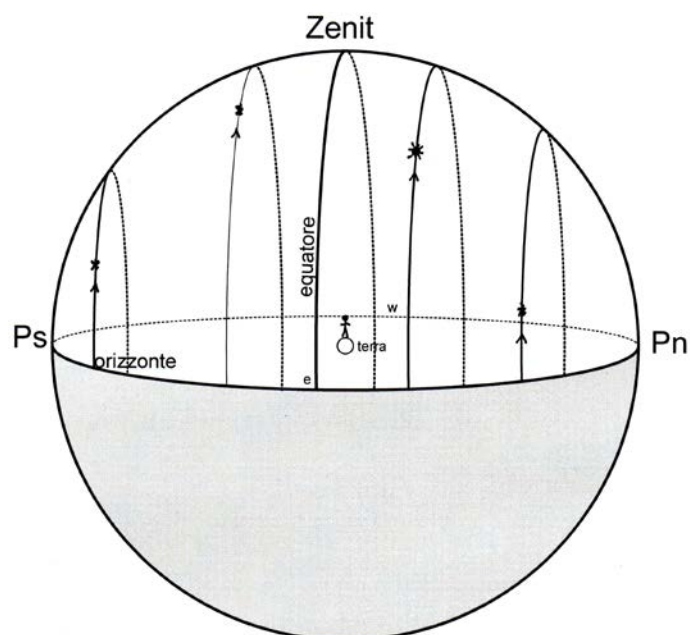


fig. 4 - osservatore all'equatore

Sull'orizzonte dell'osservatore verranno a trovarsi i due poli celesti Nord e Sud; solo in teoria si potrebbe vedere all'orizzonte la stella Polare. Sarà invece possibile vedere sorgere e tramontare tutti gli astri presenti in cielo; il giorno e la notte si alterneranno sempre con continuità.

In particolare il Sole, nei giorni dei equinozi di primavera e d'autunno (declinazione prossima a 0°), raggiungerà un'altezza massima sull'orizzonte prossima ai 90° .

Osservatore a medie latitudini

E' una situazione intermedia: il Sole (A1) sorge in "sr", raggiunge la sua massima altezza sull'orizzonte quando passa al meridiano dell'osservatore (Pn-Zenit-ms) e tramonta in "ss". Ci saranno astri che:

- sorgeranno e tramonteranno;
- si manterranno sempre al di sopra dell'orizzonte e saranno visibili solo durante le ore notturne (caso dell'astro A2): alle nostre latitudini è il caso della costellazione dell'Orsa Maggiore;
- altri non sorgeranno mai mantenendosi sempre sotto l'orizzonte. Ad esempio la Croce del Sud.

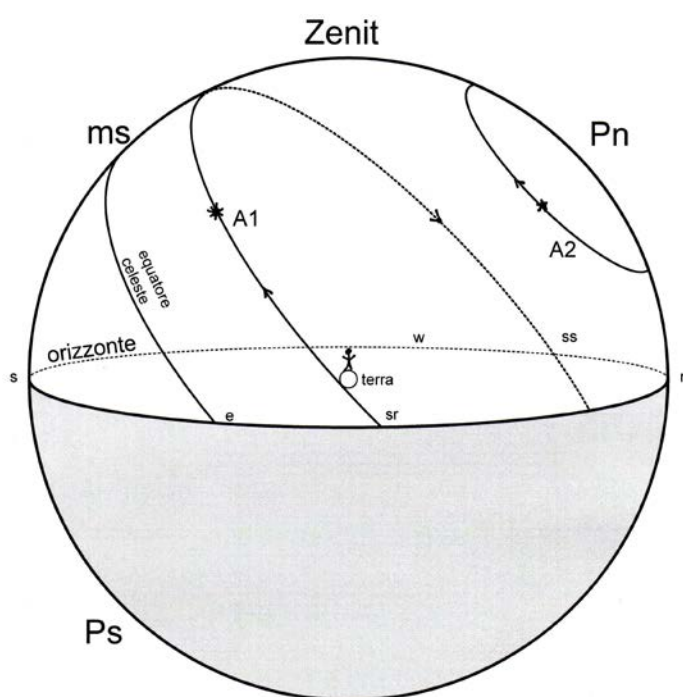


fig. 5 - osservatore alle nostre latitudini (circa 45° Nord)

Crepuscoli

Quando il Sole si trova al di sotto dell'orizzonte, ma nelle sue immediate vicinanze, quindi prima del sorgere e dopo il tramonto, sono possibili le osservazioni con le stelle negli istanti in cui si vede l'orizzonte marino e si vedono al contempo anche alcune stelle.

Si definiscono tre fasce crepuscolari quando il Sole ha una altezza "negativa" compresa tra :

- $0^\circ / -6^\circ$ crepuscolo Civile
- $-6^\circ / -12^\circ$ crepuscolo Nautico
- $0^\circ / -18^\circ$ crepuscolo Astronomico

Analizziamo, ad esempio, ciò che avviene quando il Sole tramonta ed ha le seguenti altezze :

- 0° il Sole tramonta, nessuna stella è ancora visibile;
- 3° l'orizzonte è perfetto, si possono vedere solo astri molto luminosi (es. Sirio con magnitudine -1,4, Giove e Venere);
- 6° l'orizzonte è sempre buono e si mantiene accettabile sino a quando il Sole non raggiunge i -12°, iniziano a vedersi bene le stelle, a partire da quelle di prima grandezza, poi di seconda;
- 12° l'orizzonte inizia a peggiorare sino al punto di impedire di fatto la misurazione con il sestante dell'altezza della stella sull'orizzonte stesso;
- 18° la linea dell'orizzonte non è più visibile e la volta celeste appare interamente.

La durata del crepuscolo è variabile: la sua lunghezza in termini di tempo dipende dalla latitudine dell'osservatore e dalla declinazione che il Sole ha in quel momento; tutte le effemeridi nautiche riportano gli orari di inizio e fine del crepuscolo nautico.

Appare evidente che le osservazioni con le stelle devono essere concentrate nella parte iniziale del crepuscolo nautico, dando precedenza, a parità di luminosità (magnitudine) delle stelle selezionate, a quelle che si trovano ad Est, poiché il Sole, tramontando ad Ovest, illuminerà maggiormente la parte a ponente rispetto a quella a levante; a Est la notte giunge prima, così come le stelle. Analogamente, al sorgere del Sole, saranno le stelle ad Est a scomparire per prime, e pertanto debbono essere queste oggetto della parte iniziale dell'osservazione astronomica.

Sicurezza della navigazione

Durante le osservazioni ai crepuscoli si tende a notare una diminuzione temporanea della visibilità. Nella fase che segue l'osservazione, e che consiste nello sviluppo dei calcoli, si deve sempre lasciare del personale valido di vedetta: le luci di via delle navi non si vedono perfettamente. Particolare attenzione deve essere riposta pertanto nel seguire ed individuare il traffico all'orizzonte: è molto facile trovarsi una nave nelle immediate vicinanze!

Coordinate astronomiche

Osservatore, poli ed astro

Sulla Terra la posizione geografica viene identificata con due coordinate :

- latitudine : arco di cerchio massimo (meridiano) compreso tra l'equatore e la località e misurato in gradi (da 0° a 90°) verso Nord o verso Sud. Nei calcoli astronomici la latitudine Nord è positiva e quella Sud è negativa;
- longitudine : arco di cerchio massimo (equatore) misurato da 0° a 180° a partire dal meridiano di Greenwich verso il meridiano della località in direzione Est o Ovest. Nei calcoli astronomici la longitudine Est è positiva e quella Ovest è negativa.

Dovendo definire la posizione di un astro ci si trova a dover utilizzare 2 sistemi di coordinate : uno riferito all'osservatore, l'altro riferito all'equatore ed al meridiano di Greenwich.

Per polo elevato si intende quello che dà il segno alla latitudine: nel nostro mare Mediterraneo, in Giappone, in Canada etc. è ovviamente il polo Nord.

Nella cartografia nautica tutti i punti geografici (zone di mare, sommità di monti, fondali etc.), anche se hanno altitudini o profondità diverse, vengono riportati su un piano unico e comune: la carta nautica. Per questo nell'astronomia nautica i soggetti vengono trasferiti tutti su di un'unica superficie: sulla Terra o sulla volta celeste. Visto che le distanze tra i punti sono tutte espresse in gradi, primi e secondi, non esiste nessuna differenza tra le due rappresentazioni.

I punti ben definiti sia sulla Terra che sulla volta celeste e oggetto delle nostre considerazioni sono fondamentalmente tre :

- sulla terra : l'osservatore (con latitudine e longitudine), il polo elevato ed il punto subastrale.

Il punto subastrale lo possiamo individuare così: immaginiamo di posizionarci al centro della Terra e tendere una cima tra noi e l'astro. Iniziamo quindi a recuperare il cavo e di conseguenza anche il corpo celeste: il punto subastrale non è altro che il punto di contatto dell'astro sulla Terra (la sua proiezione);

- sulla volta celeste : i punti sono rispettivamente lo Zenit, il polo celeste elevato e l'astro.

Lo Zenit è la proiezione dell'osservatore sul cielo, cioè il punto in cui l'asse, che ci attraversa dai piedi alla testa, incontra la volta celeste.

Sulla Terra un arco di cerchio massimo che misura un grado corrisponde ad una distanza di 60 miglia nautiche . Nel cielo non ha senso ricercare il corrispondente valore espresso in miglia relativo a punti che si trovano a distanze infinite (astri) o fittizie (lo Zenit ed i poli celesti Nord e Sud): si parlerà unicamente di una distanza di un grado. Molto spesso si omette, ad esempio, di specificare se il polo Nord di cui si parla è riferito alla Terra o al cielo (polo celeste Nord), perché di fatto non cambia il concetto di posizione se espresso in gradi.

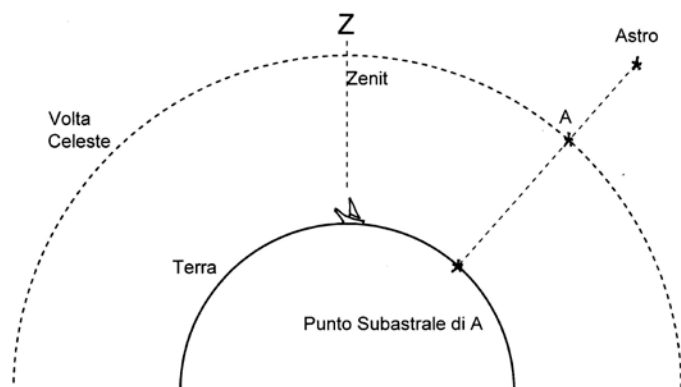


fig. 6 – il punto subastrale: l'astro proiettato sulla terra

Si suppone di essere in navigazione nel mar Tirreno tra le isole di Gorgona e di Capraia e che si possa disporre di un radar. La caratteristica più importante di questa apparecchiatura è quella di determinare con assoluta precisione le distanze. Se sul monitor individuiamo le distanze da queste isole possiamo stabilire con certezza di essere o nel punto A o nel punto B perché sono i soli due luoghi di posizione ad essere alle distanze radar riscontrate.

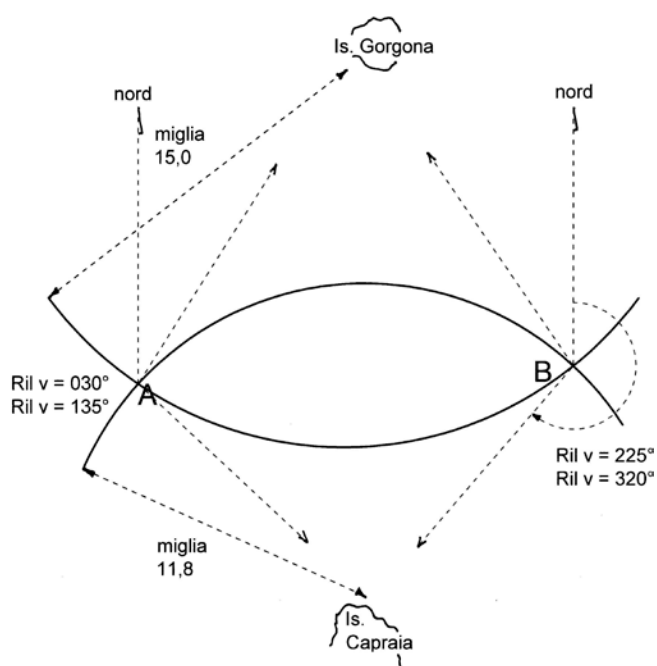


fig. 7

In teoria avremmo l'incertezza nel determinare quale, tra A e B, potrebbe essere la nostra posizione, ma nel carteggio nautico il problema dell'ambiguità non si pone perché in A potremo osservare la Gorgona con un Rilv = 030° e la Capraia di 135°, mentre in B i rilevamenti saranno rispettivamente di 320° e 225°.

Nell'astronomia nautica altro non si fa che sostituire le due isole con due astri e misurarne la distanza dallo Zenit con il sestante.

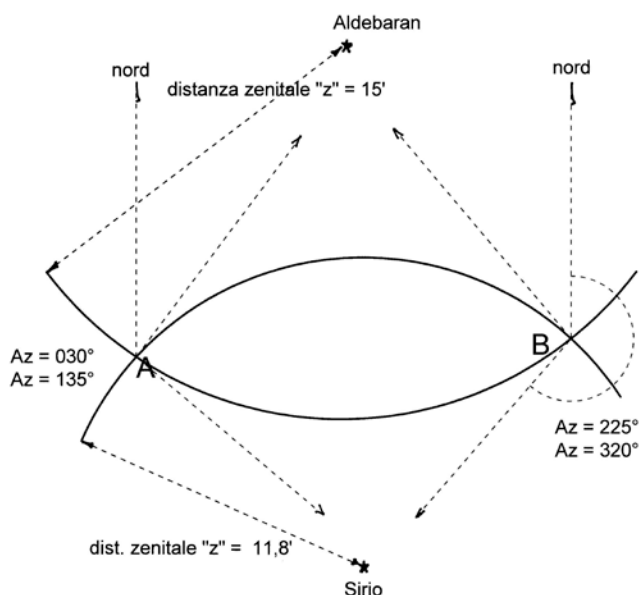


fig. 8

Sulla Terra questi saranno rappresentati dai loro punti subastrali; il punto A (o il B) sulla Terra è la posizione dell'osservatore (punto nave), sulla sfera celeste è lo Zenit.

Mentre le isole sono "ferme", i punti subastrali (in realtà gli astri) sono in continuo movimento ed è per questo che le altezze misurate con il sestante devono essere "legate" ad un preciso istante astronomico.

Le distanze radar (che in genere non superano le 40 miglia) saranno qui le distanze zenitali "z" (il complemento a 90° dell'altezza dell'astro misurata con il sestante sull'orizzonte espressa in gradi e primi).

Queste avranno dimensioni notevoli; ad esempio una distanza zenitale di 60° corrisponde a 3.600 miglia (1 grado è composto da 60 primi ed ogni primo corrisponde ad un miglio).

Per determinare il punto nave avremmo bisogno di un enorme mappamondo o immense carte nautiche sulle quali posizionare i punti subastrali che possono trovarsi in differenti emisferi e continenti. Successivamente con compassi giganteschi, aventi apertura pari alla distanza zenitale di ciascun astro, dovremmo andare a tracciare degli archi e ricercare l'intersezione con le altre distanze zenitali.

Come determinare allora il punto subastrale degli astri (la loro posizione geografica sulla Terra) ?

Sulle effemeridi nautiche vengono riportate istante per istante le coordinate celesti degli astri, seppur non espresse in latitudine e longitudine, ma con altre simili o equivalenti dopo una conversione.

Per poter procedere nello studio della navigazione astronomica è bene chiarire che la conoscenza e la relativa comprensione dei vari sistemi di coordinate sono indispensabili.

Le effemeridi forniscono fondamentalmente le coordinate degli astri; il navigante *deve saperle trasformare in coordinate di altro tipo* per poter effettuare i vari calcoli ed arrivare alla determinazione del punto nave.

In questa sezione si andranno a individuare e a definire alcuni sistemi di coordinate celesti. Questi sono di due tipi, perché legati o alla posizione dell'osservatore ed al polo Nord (coordinate locali altazimutali) o al polo Nord ed al meridiano di Greenwich (coordinate equatoriali).

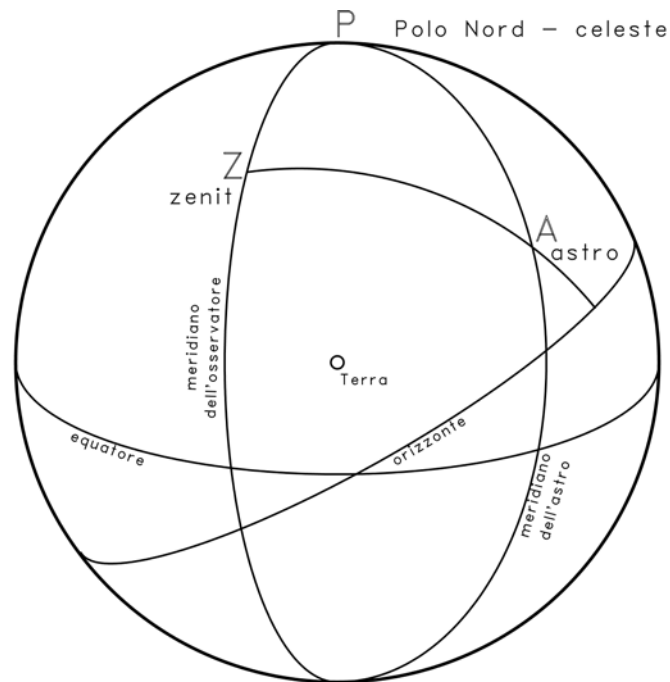


fig. 9 - la volta celeste – al centro dell'immagine si deve immaginare trovarsi la Terra

Coordinate locali altazimutali

In queste coordinate hanno un ruolo di primaria importanza l'osservatore ed il suo orizzonte.

Altezza "h" e distanza zenitale "z"

- L'**altezza "h"** viene definita come l'angolo sotteso tra l'orizzonte e l'astro (quello misurato con il sestante);
- la **distanza zenitale "z"** è l'angolo compreso tra la direzione dello Zenit e la direzione dell'astro (sulla Terra è la distanza tra l'osservatore ed il punto subastrale dell'astro, sulla volta celeste è la distanza sferica tra Zenit ed astro): non è altro che il complemento a 90° dell'altezza ($z=90^\circ-h$).

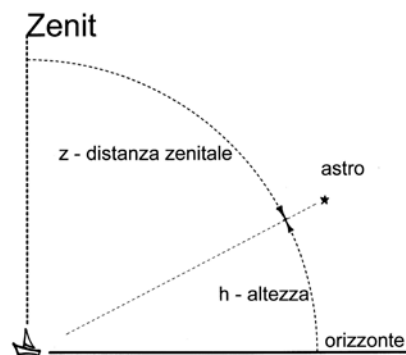


fig. 10 - nella realtà: l'altezza dell'astro "h" misurata con il sestante e la relativa distanza zenitale $z = 90^\circ - h$

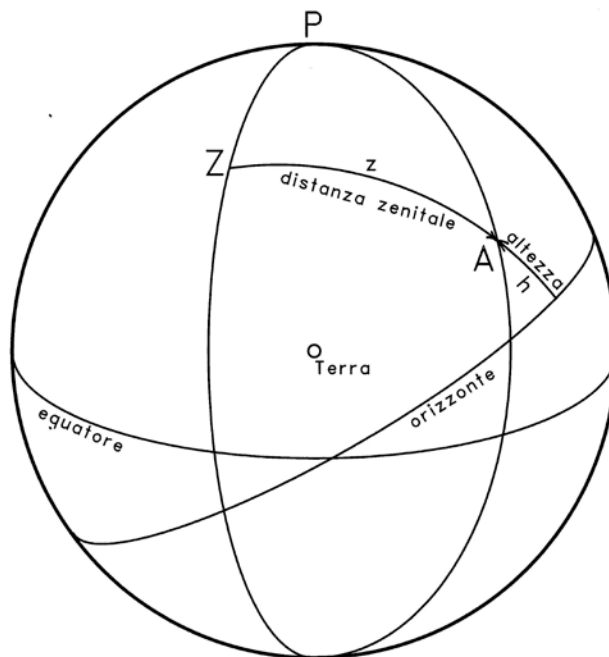


fig. 11 – astro (A), osservatore (Z) e polo (P) sulla volta celeste

Azimut “Az” e angolo zenitale “Z”

L'altra coppia di coordinate è rappresentata da :

- l'**azimut** “Az” o angolo azimutale : angolo misurato da 0° a 360° in senso orario sull'orizzonte tra il punto cardinale Nord (proiezione del Pn sull'orizzonte) ed il piede del verticale dell'astro (la direzione sull'orizzonte in cui si osserva l'astro). Nel carteggio nautico il suo equivalente è il Ril v (rilevamento vero, ad esempio di un faro);
- l'**angolo zenitale** “Z” è l'angolo misurato (da 0° a 180°) sull'orizzonte tra la direzione del cardine del polo elevato (punto cardinale Nord per osservatore in latitudine Nord) e la direzione dell'astro (verso il segno cardinale Est od Ovest più vicino).

Esempio di osservatore in latitudine Nord ed astro osservato ad Est :

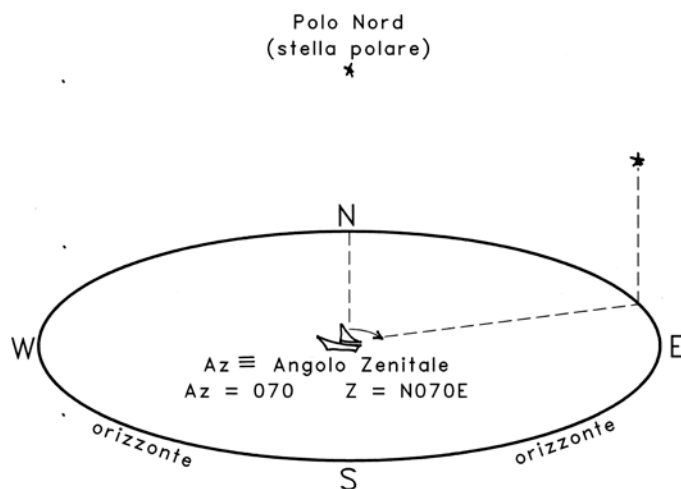


fig. 12 – azimut ed angolo zenitale coincidono: azimut Az = 070°, angolo zenitale Z = N070°E

Esempio di osservatore in latitudine Nord ed astro osservato ad Ovest :

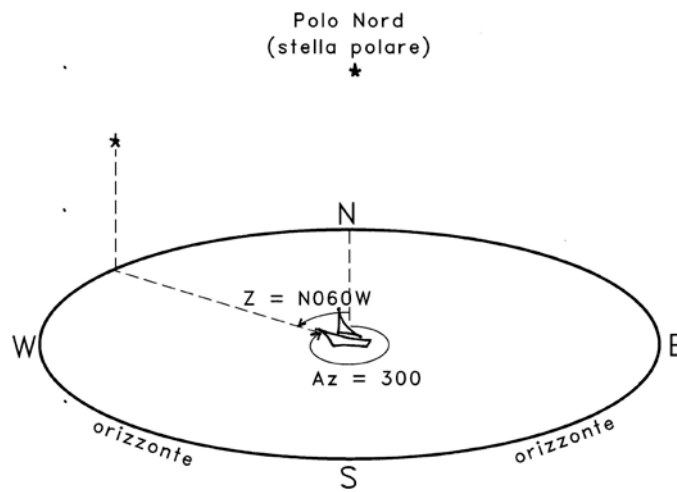


fig. 13 - angolo zenitale $Z = N060^{\circ}W$ - azimut $Az = 300^{\circ}$

Esempio di osservatore in latitudine Sud ed astro osservato ad Est :

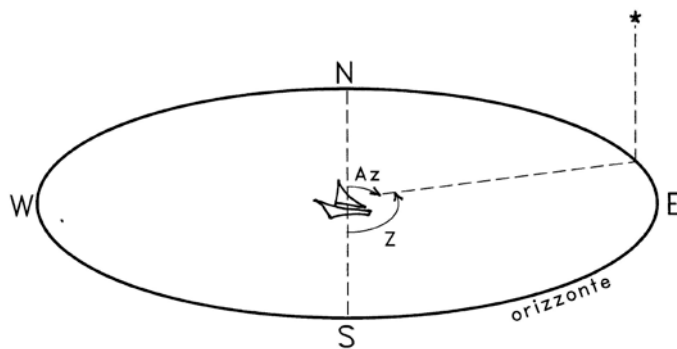


fig. 14 - angolo zenitale $Z = S110^{\circ}E$ - azimut $Az = 070^{\circ}$

Esempio di osservatore in latitudine Sud ed astro osservato ad Ovest :

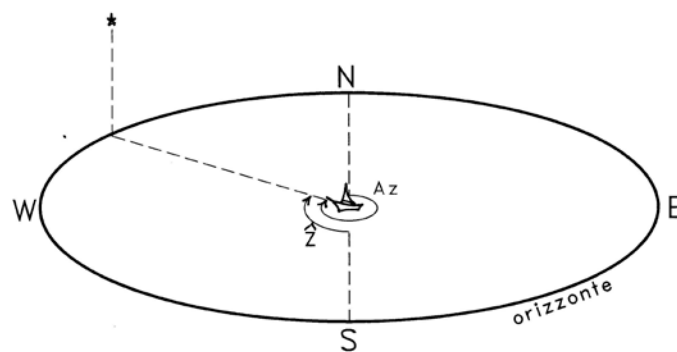


fig. 15 - angolo zenitale $Z = S120^{\circ}W$ - azimut $Az = 300^{\circ}$

Riassunto delle relazioni che regolano la trasformazione di Z in Azimut:

Angolo Zenitale Z	N xxx° E	Az = Z
Angolo Zenitale Z	N xxx° W	Az = 360° - Z
Angolo Zenitale Z	S xxx° E	Az = 180° - Z
Angolo Zenitale Z	S xxx° W	Az = 180° + Z

Coordinate equatoriali

Il polo e l'equatore sono al centro di questo sistema e l'osservatore viene chiamato in causa solo marginalmente.

E' necessario introdurre un punto "cospicuo" che assomiglia al punto cardinale Nord del sistema di coordinate locali altazimutali: il mezzocielo. Questo è rappresentato dalle due intersezioni del meridiano dell'osservatore con l'equatore. Quella vicina al polo elevato (dell'osservatore) prende il nome di *mezzocielo superiore* *Ms*, quella lontana *mezzocielo inferiore* *Mi*. Al navigante è di interesse solo il *Ms* (il meridiano nella fig. 16 è quello di un osservatore situato a Londra).

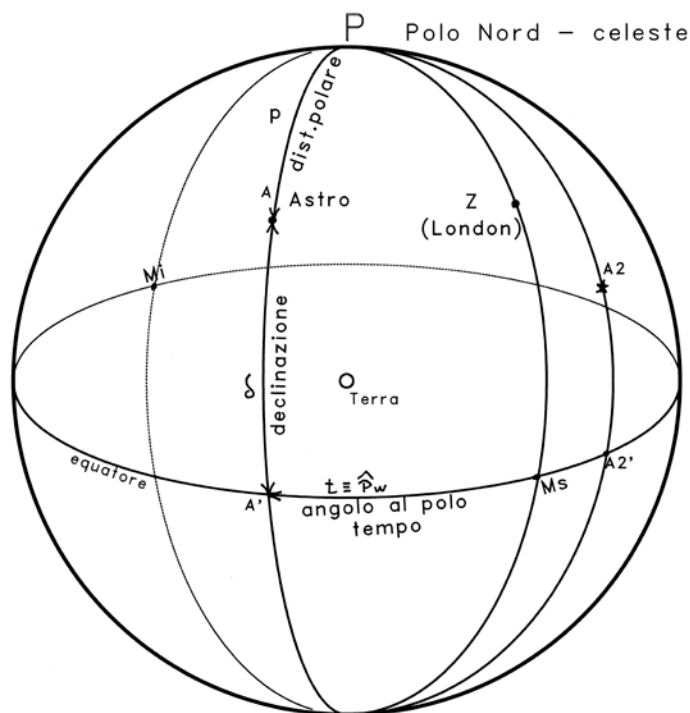


fig. 16 - mezzocielo superiore (*Ms*) ed inferiore (*Mi*) – declinazione “ δ ” e distanza polare “*p*”

Declinazione “ δ ” e distanza polare “*p*”

La **declinazione** “ δ ” è l'arco di cerchio massimo compreso tra l'equatore celeste e l'astro; si misura a partire dall'equatore verso il polo più vicino all'astro (0° - 90°). E' accompagnata dal simbolo del polo Nord o Sud e nei calcoli assume valore positivo se Nord, negativo se Sud. Possiamo tranquillamente affermare che la declinazione è la “latitudine dell'astro”.

La **distanza polare** “*p*” è il naturale complemento a 90° della declinazione.

Tempo o angolo orario “ t ” e angolo al polo “ P ”

Il **tempo o angolo orario “ t ”** è l’arco di equatore compreso tra il mezzocielo superiore e il piede del meridiano dell’astro (intersezione sull’equatore), o, più semplicemente, l’angolo compreso tra i “meridiani” dell’osservatore e dell’astro. Si misura in senso orario da 0° a 360°. In fig. 16 è rappresentato dall’arco Ms-A’; l’osservatore si trova casualmente a Londra sul meridiano di Greenwich.

L’**angolo al polo “ P ”** è una derivazione del “tempo”, perché misurato in modo leggermente diverso. E’ sempre l’angolo compreso tra i “meridiani” dell’osservatore e dell’astro, ma si misura da 0° a 180° verso Est (astro al sorgere) o verso Ovest (astro al tramonto). Il suo simbolo sarà pertanto Pe o Pw e la corretta descrizione di un angolo al polo di 50° sarà Pe 50° se al sorgere, Pw 50° se al tramonto.

Nell’esempio di fig. 16 tempo ed angolo al polo coincidono (Ms-A’ o angolo compreso tra i meridiani PZMs e PAA’) e l’astro si trova a ponente (W) del meridiano dell’osservatore (in questo caso Londra). L’angolo è di circa 50° pertanto definiremo le coordinate del tempo in $t = 050^\circ$ e angolo al polo Pw 050°. Nel caso dell’astro A2, che trovasi ad Est del meridiano dell’osservatore, il tempo è l’arco di equatore passante per i punti Ms-A’-Mi-A2’: $t = 340^\circ$ circa; l’angolo al polo è l’arco Ms-A2’ : Pe 20° circa.

Se potessimo posizionarci al di sopra della volta celeste (in questo esempio di fig.17) vedremmo :

il polo Nord (celeste) al centro del cerchio di circonferenza Ms-W-Mi-E (equatore celeste), lo zenit in Z e la posizione dell’astro in “ a ”. Il meridiano dell’osservatore è il raggio tratteggiato Pn-Z-Ms, il meridiano dell’astro invece è il raggio Pn-a;

a sinistra un astro nella fase del sorgere:il tempo (o angolo orario) è di circa 290°, l’angolo al polo Pe = 70°;

a destra un astro quasi al tramonto: il tempo (o angolo orario) coincide con l’angolo al polo (in questo caso Pw) ed è di circa 135°.

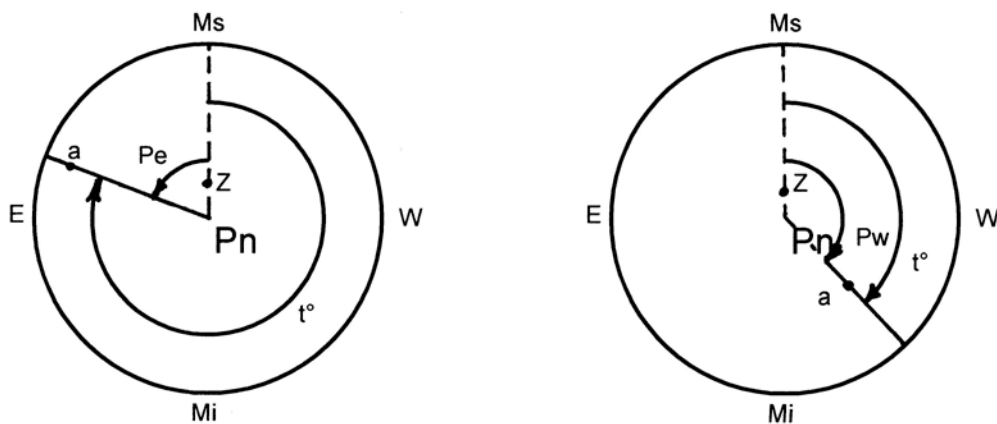


fig. 17

Nella pratica ci si troverà sempre a dover effettuare la conversione per passare dalla coordinata “tempo” o “angolo orario” alla coordinata “angolo al polo”, pertanto si devono memorizzare le relazioni che regolano queste due coordinate :

tempo compreso tra 0° e 180° l’angolo al polo è Ovest : $t < 180^\circ \quad Pw = t$
 tempo compreso tra 180° e 360° l’angolo al polo è Est : $t > 180^\circ \quad Pe = 360^\circ - t$

Sulle effemeridi nautiche, come si vedrà più avanti, i valori dei tempi sono riferiti al meridiano di Greenwich, le declinazioni all’equatore celeste e gli istanti al GMT (Greenwich Mean Time).

E’ convenzione attribuire la sigla T (in maiuscolo) al tempo riferito a Greenwich, t (in minuscolo) a quello riferito a località con longitudine diversa da 0°. Nello specifico si indicherà con Tv il tempo “vero” del Sole, con tv il tempo locale, sempre del Sole (T* e t* per gli astri).

Per ottenere la coordinata del tempo locale (riferita a località diversa da Greenwich) dovrà essere sommata algebricamente la longitudine al valore del tempo (riferito a Greenwich):

$$\begin{aligned} t_v &= T_v + \lambda \text{ (longitudine algebrica)} && \text{per il Sole} \\ t^* &= T^* + \lambda \text{ (longitudine algebrica)} && \text{per una stella} \end{aligned}$$

Senza voler anticipare il contenuto delle prossime pagine ma per fare un semplice esempio, prendiamo in considerazione le effemeridi del giorno 1 marzo 2025. Per le ore 10.00 di Greenwich la coordinata del tempo del Sole è $T_v = 326^\circ 56,0'$. Per un osservatore in longitudine 15° Est la coordinata del “tempo locale” (“ t_v ”) del Sole riferita alla propria località è :

$$t_v = (T_v + \lambda) = 341^\circ 56,0'$$

Effemeridi nautiche

Le effemeridi nautiche forniscono al navigante la posizione che gli astri hanno nello spazio nel corso dell'anno ad ogni istante e ad un orario di riferimento " universale ". Le coordinate degli astri sono infatti espresse e riferite ad orari di Greenwich: alle ore, minuti e secondi si pospone la sigla UT (Universal Time) o GMT (Greenwich Mean Time). Il cronometro di bordo, tenuto conto della correzione K, indica appunto l'ora UT/GMT e non è altro che ciò che viene indicato sulle effemeridi con Tm (Tempo medio). Il Tm differisce dalla nostra "ora" italiana di 60 min. (in estate di 120 min. per la presenza dell'ora legale). Ci si riferisce ad un giorno medio (costituito da 24 ore, 00 minuti, 00 secondi), perché all'uomo è necessario avere a disposizione riferimenti costanti nel corso delle stagioni e degli anni. E' come se si considerasse il Sole muoversi con moto costante, cosa che in realtà non avviene; astronomicamente la durata di un giorno è variabile. Il Sole non raggiunge quasi mai la sua massima altezza (evento detto "passaggio al meridiano superiore" o pms) a mezzogiorno in punto, ma un poco prima o un poco dopo, e ciò avviene perché il Sole si muove lungo l'eclittica con velocità variabile. La differenza tra l'istante di questo evento che si verifica sul meridiano di Greenwich e le ore 12.00.00 GMT è chiamata " equazione del tempo ": è un dato che viene sempre riportato sulle effemeridi nei dati giornalieri perché di interesse al navigante, e può raggiungere valori intorno ai 16 minuti (in anticipo o in ritardo); può essere indicato in modo esplicito come equazione del tempo o può essere dedotto se viene riportato l'orario del passaggio al meridiano. Ad esempio, un orario di Tm-pms di 12h 05m 20s equivale all'equazione del tempo di + 5m 20s: tradotto nella pratica vuol dire che un osservatore che si trova a Londra e sul meridiano di Greenwich osserverà il Sole raggiungere la massima altezza alle 12h 05m 20s GMT.

Come si è visto esaminando i vari tipi di coordinate il " tempo " di un astro è pari a zero gradi (come del resto anche l'angolo al polo) quando questo transita al meridiano, ossia quando raggiunge la massima altezza sull'orizzonte.

C'è uno stretto legame tra orario GMT, che può essere riferito a Greenwich o al meridiano della località dove si trova l'osservatore, ed il tempo inteso come coordinata dell'astro. Questo collante è rappresentato dalla longitudine.

Tutti gli eventi astronomici, a parità di latitudine, differiscono infatti, nell'orario in cui si manifestano, per la longitudine.

Una differenza di longitudine di 180° provoca uno sfasamento di 12 ore; una differenza di 15° corrisponde ad un anticipo dell'evento astronomico di un'ora se l'osservatore si trova più ad Est o ad un ritardo, sempre di un'ora, se la longitudine è più ad Ovest.

Si immagini infatti un osservatore posto all'equatore sul meridiano di Greenwich in data 1 luglio 2025.

Dalla corrispondente pagina delle effemeridi nautiche si evince che :

il Sole sorge alle 06.00 GMT, passa al meridiano alle 12h 3m 57s GMT, tramonta alle 18.08 GMT.

Un altro osservatore, situato sempre sull'equatore, ma in longitudine 15° Est vedrà:

il Sole sorgere alle 05.00 GMT, passare al meridiano alle 11h 3m 57s GMT, tramontare alle 17.08 GMT. Questo secondo osservatore vedrà questi eventi astronomici verificarsi esattamente un'ora prima rispetto al primo osservatore. Il tutto è indipendente dall'ora che essi vedranno sul loro orologio di bordo (potranno infatti adottare o meno l'ora legale, avere gli orologi non regolati sul fuso etc.) ma le ore che i cronometri di bordo indicheranno, ad esempio, al tramonto del Sole saranno rispettivamente le 18.08 e le 17.08. Se la prima persona potesse telefonare alla seconda alle ore 18.08 GMT, direbbe: "Qui sta tramontando il Sole." e sentirebbe rispondere: "Qui è già tramontato esattamente già da un'ora."; ecco che i complessivi 360° di longitudine non sono altro che 24 ore o 360° di tempo astronomico.

Pertanto, ogni qualvolta si vorrà determinare l'orario espresso in GMT di un evento astronomico in una località con longitudine diversa da quella di Greenwich, sarà necessario sottrarre algebricamente la longitudine espressa in ore, minuti, secondi all'orario in Tm in cui l'evento si verifica al meridiano di Greenwich:

$$Tm' = Tm - \lambda$$

sottrazione algebrica di longitudine espressa in ore, minuti, secondi – dove con Tm' s'intende l'orario al quale si verifica l'evento nella diversa località

Nelle mappe dei fusi orari viene rappresentata la Terra suddivisa in 24 settori circolari ciascuno dei quali ampio 15° di longitudine e corrispondente ad un'ora. In particolare quello che comprende l'Italia è il fuso A, indicato talvolta come -1, perché per ottenere l'ora di Greenwich si deve sottrarre un'ora.

Nella pratica ci si ricorderà che 1° di longitudine più ad Est si concretizza in un anticipo dell'evento astronomico di 4 minuti, 10° in 40 minuti, 30° in due ore e così via.

Le effemeridi riportano, in funzione di un orario h,m,s GMT (o U.T.) :

- le coordinate dei corpi celesti (declinazione e tempo o angolo orario) sempre riferite al meridiano di Greenwich e all'equatore celeste;
- gli orari, sempre in U.T., del verificarsi di alcuni eventi astronomici (passaggio al meridiano, sorgere, tramonto e crepuscoli).

Come emerge dalle descrizioni fatte per le varie coordinate celesti possiamo, entro certi limiti, paragonare la declinazione alla latitudine terrestre e il tempo o angolo orario alla longitudine terrestre (questo però misurato dal meridiano di Greenwich in senso orario da 0° a 360° e non da 0° a 180° verso E o verso W).

In particolare si potranno extrapolare dati relativi a:

- Sole
- Luna
- pianeti
- punto gamma (γ) o di Ariete per il tempo sidereo (trattato in altro capitolo)
- stelle

Sulle effemeridi tradizionali (edite dai vari istituti idrografici) vengono riportate nelle pagine principali tempi e declinazioni riferiti alle ore intere; per gli intervalli di minuti e secondi dovranno essere utilizzate le pagine di interpolazione tenendo presente che per Sole e pianeti i 60 min. vengono riproporzionati su un arco medio percorso di 15° 00.0', per la Luna su di un arco di 14° 19.0', per il punto γ su di un arco di 15° 02.5'. Nel caso di Sole, pianeti e Luna in fondo alla colonna dei T (tempi) troviamo un valore " v " che, se diverso da zero, ci indica che il corpo celeste in effetti non ha nell'ora considerata una velocità pari a 15° 00.0' o 14° 19.0', ma è leggermente più lento o veloce. Di questo se ne deve tenere assolutamente conto andando ad apportare un piccolo elemento correttivo in funzione dei minuti e del valore " v " che, se non presente sulle effemeridi, deve essere calcolato semplicemente controllando la differenza di T nelle due ore (tra ora in esame e quella successiva). Stessa cosa dicasi per il valore " d " (in fondo alla colonna della declinazione).

Le pagine per le interpolazioni presentano 3 colonne (per Sole e pianeti, punto gamma o Ariete e Luna) unitamente ad un altro campo da utilizzare per gli elementi correttivi " t " (per il tempo) e " d " (per le declinazioni).

Sole

T = tempo o angolo orario riferito a Greenwich (su alcuni testi è anche indicato come Tv o T☉);

Decl. = declinazione;

S.D. = semidiametro - valore espresso in primi da aggiungere o sottrarre al valore di altezza strumentale misurata con il sestante (positivo se sull'orizzonte abbiamo portato a collimare il lembo inferiore, negativo per il lembo superiore);

v = è la differenza tra l'arco percorso effettivamente dal Sole rispetto a quello medio (di 15° 00.0') riportato sulle pagine di interpolazione (dovuto al fatto che nella realtà le velocità angolari non sono sempre costanti). Per il Sole il valore di " v " oscilla tra +/- 0.3' corrispondenti ad un arco di 15° 00.3' e 14° 59.7';

d = incremento o diminuzione della declinazione tra le due ore. Per determinare (non mentalmente) il valore effettivo è necessario extrapolarlo sulle tavole di interpolazione in funzione di " d " e dei minuti (senza i secondi).

Pianeti

Non previsto il semidiametro, compare accanto al nome del pianeta un valore indicante la luminosità (magnitudine).

T = tempo o angolo orario riferito a Greenwich;

Decl. = declinazione;

v = è la differenza tra l'arco percorso effettivamente dal pianeta rispetto a quello medio (di 15° 00.0') riportato sulle pagine di interpolazione (dovuto al fatto che nella realtà le velocità angolari non sono sempre costanti). Per i pianeti il valore di " v " oscilla tra - 1.0 e + 4;

d = incremento o diminuzione della declinazione tra le due ore. Per determinare (non mentalmente) il valore effettivo è necessario estrapolarlo sulle tavole di interpolazione in funzione di d e dei minuti/secondi.

Luna

In aggiunta ai dati previsti per il Sole:

- il valore del semidiametro è fornito giornalmente;
- i valori di " v " e " d " vengono riportati per ogni ora;
- dato nuovo non presente per gli altri astri: la parallasse orizzontale (PAR).

Punto gamma γ o di Ariete per il tempo sidereo

Ts = tempo sidereo o angolo orario sidereo riferito a Greenwich.

Per gli intervalli di minuti e secondi utilizzare la relativa colonna (γ) sulle pagine proporzionali (la declinazione ovviamente non viene riportata poiché il punto γ giace sull'equatore celeste).

Stelle

Coascensione retta = valore angolare che si deve sommare al tempo sidereo locale per ottenere il tempo o angolo orario locale della stella;

Declinazione = non necessita di alcuna correzione essendo stabile per diversi giorni.

In questo saggio vengono volutamente ignorati i pianeti e la Luna perché nell'esperienza maturata in mare questi sono da considerarsi di scarsa importanza nella pratica della navigazione astronomica. L'autore, per sua scelta, li ha ignorati anche nella pubblicazione delle " Effemeridi Nautiche delle Stelle " : nessuna richiesta di inclusione dei dati relativi ai pianeti/Luna è giunta negli ultimi anni! Le Effemeridi Nautiche sono distribuite gratuitamente in un formato di file excel, in quattro lingue, dal sito www.nauticalalmanac.it. E' possibile inoltre stampare in un solo foglio di formato A4 i dati relativi ad una intera giornata.

Il tempo (o angolo orario)

Calcolo della coordinata "tempo" o "angolo orario" riferita a Greenwich (Tv del Sole; T* di una stella) ed alla località (tv Sole e t* stella):

- per il Sole : in funzione del tempo medio di Greenwich Tm o U.T. (ora del cronometro corretta da eventuali errori) si ricava prima il Tv (per l'ora intera) poi si somma (per i minuti e secondi) l'intervallo del tempo del Sole chiamato Iv (in gradi, primi e secondi: vedi pagine di interpolazione). Per ultimo si sommerà il piccolo intervallo di primi e decimi di secondi (chiamato Δ) estrapolato sempre dalle pagine di interpolazione nella colonna "v/d pp" in funzione dei minuti (senza secondi) e del valore "v". Alla fine sommare algebricamente la longitudine per passare dal Tv riferito a GMT al tv locale.

$$t_{\odot} \text{ o } tv = Tv + Iv + \Delta + \lambda$$

formula del tempo locale del Sole

- per le stelle : in funzione del tempo medio di Greenwich T_m o U.T. (ora del cronometro corretta da eventuali errori) si ricava prima il tempo di γ o T_s tempo sidereo. Per convertire l'intervallo di minuti e secondi di T_m in gradi e primi di intervallo di tempo sidereo (I_s) si fa sempre riferimento alle pagine delle tabelle di interpolazione (colonna γ). Infine si somma il valore complessivo del T_s alla coascensione retta; quest'ultima la si ricava (come la declinazione) dalla colonna "stelle" del giorno dell'osservazione. Alla fine sommare algebricamente la longitudine per passare dal T (meridiano di Greenwich) al t (meridiano della località dell'osservatore). *L'argomento comunque sarà ripreso in altro capitolo.*

Si ribadisce che nei calcoli tutti i tempi sono indicati con T (maiuscolo) se riferiti a GMT /meridiano di Greenwich (caso delle effemeridi nautiche), con t (minuscolo) se riferiti al meridiano dell'osservatore; il parametro che lega i due tempi è rappresentato dalla longitudine:

$$t = T + \lambda \text{ (somma algebrica - long. Est positiva, long. Ovest negativa)}$$

formula per passare da T a t locale

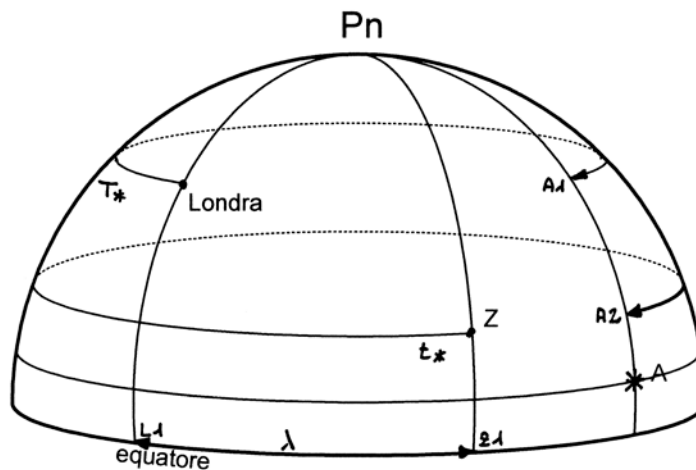


fig. 18 - il T^* (stella) o T_v (Sole) è l'arco compreso tra il meridiano di Greenwich (Londra) ed il meridiano dell'astro o del Sole (arco Londra-A1 in senso orario); Il tempo locale t^* (stella) o t_v (Sole) è l'angolo compreso tra il meridiano dell'osservatore (Z) ed il meridiano passante per l'astro A2 : arco Z-A2; la longitudine è l'arco di equatore compreso tra il meridiano di Greenwich e quello dell'osservatore (L1-Z1) t^* (o t_v) = T^* (o T_v) + λ (somma algebrica, nella figura la longitudine è Est e pertanto positiva)

Il navigante o comunque l'osservatore, nei suoi calcoli, dovrà sempre trasformare il tempo T (riferito a Greenwich) in tempo t (locale : cioè riferito alla propria posizione stimata). E' necessario infine convertire la coordinata del tempo locale sia del Sole che di una stella (o altro corpo celeste) in angolo al polo (la relazione è già stata vista in fase di definizione delle coordinate astronomiche, ma è talmente importante che viene riproposta):

tempo dell'astro compreso tra 0° e 180° l'angolo al polo è Ovest : $t < 180^\circ$ $P_w = t$
tempo dell'astro compreso tra 180° e 360° l'angolo al polo è Est : $t > 180^\circ$ $P_e = 360^\circ - t$

Esempio

Calcolo di tempo o angolo orario e declinazione del Sole riferiti ad un osservatore situato in latit. $43^\circ 30'$ N e long. $8^\circ 48'$ E (Mar Ligure) – data 1 luglio 2025 alle 09h 29m 15s UT.

Si utilizzano le pagine delle effemeridi nautiche e delle interpolazioni in appendice al libro.

su effemeridi in funzione di Tm e lm :	Sole		
		gradi	primi
Tm → 09h	Tv =	314	1,1
lm → 29m 15s	lv =	7	18,8
v = -0,1 letto sulle effemeridi e rapportato ai 29 minuti = 0,0	v Δ pp=		
longitudine 08°48' E	Tv =	321	19,9
tempo locale del sole	+ λ (*/-)=	8	48
Angolo al Polo	tv =	330	7,9
	Pe =	29	52,1

il tempo locale del Sole è pari a 330°07,9' mentre l'angolo al polo è Pe 29°52,1

Notare che la correzione per $v = -0.1$ riportata sulle effemeridi nautiche in fondo alla colonna del tempo del Sole viene di fatto azzerata perché le tavole di interpolazione in corrispondenza di 29 minuti riproporzionano lo 0.1 da 60 minuti a 29 fornendo così, giustamente, un valore pari a 0.0 perché più vicino allo zero.

parti proporzionali			
v/d	pp	v/d	pp
		0,6	0,3
0,1	0,0	0,7	0,3
0,2	0,1	0,8	0,4
0,3	0,1	0,9	0,4
0,4	0,2	1,0	0,5
0,5	0,2	1,1	0,5

Per la declinazione, che per le ore 09.00 è di 23°04,6' N, si ha una variazione $d = -0.2$ (perché in effetti la declinazione per le ore 10.00 è di 23°04,4' N). Sempre per 29 minuti le parti proporzionali attribuiscono per un valore di - 0.2 un decremento pari a -0.1 (si può vedere anche con la tabella sopra utilizzata per calcolare il tempo). La declinazione del Sole sarà pertanto pari a 23° 04,5' N.

Il sestante

Lo strumento

Se si dovesse descrivere il sestante con poche parole lo si potrebbe definire un goniometro tanto preciso quanto costoso.

In effetti è uno strumento di estrema precisione per misurare angoli verticali e talvolta anche orizzontali. In genere il range di misurazione raggiunge al massimo i 120° - 125° . Nell'astronomia nautica, abitualmente, non si osservano astri con altezze superiori agli 80° - 85° , preferendo comunque stare al di sotto di queste misure. Questo non per un limite del sestante, ma perché con altezze prossime ai 90° sorgerebbero difficoltà a individuare l'esatto punto di tangenza dell'astro sulla linea dell'orizzonte. Aperture angolari superiori ai 90° sono riconducibili ad un utilizzo nel carteggio nautico, per la definizione del punto nave, con il metodo dei "cerchi capaci".

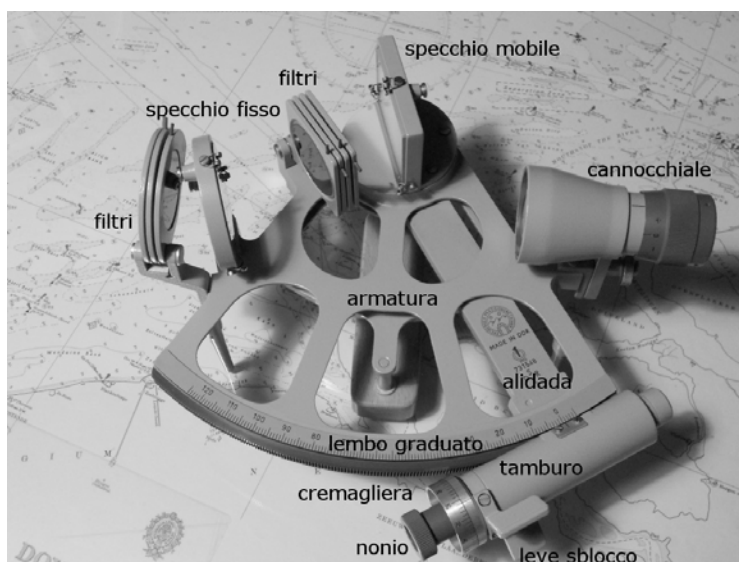


fig. 19

Il sestante è composto da un telaio a struttura portante o armatura a forma di settore circolare con apertura angolare di circa 60° e tanti fori per alleggerirne il peso complessivo. L'alidada, visibile nella parte sottostante al telaio e recante il numero di matricola dello strumento, ruota intorno all'asse passante attraverso il centro del settore. Al di sopra dell'asse si trova lo specchio grande detto anche mobile perché ruota solidalmente con l'alidada, che all'altra estremità ha il tamburo con l'indice ed il nonio per un affinamento della lettura. Al telaio è applicato un cannocchiale per ingrandire gli astri e per avere una maggior definizione dell'orizzonte marino. Il cannocchiale può essere di tipo galileiano (generalmente con caratteristiche di 3,5 ingrandimenti x 40 mm. di diametro) oppure prismatico (6 o 7 x 35 mm.). Sempre sul telaio è fissato un supporto nel quale trova alloggio un vetro rotondo (specchio piccolo o fisso) per metà specchio e per metà vetro trasparente. In prossimità di entrambi gli specchi sono posizionati gruppi di vetri colorati (3-4 filtri) con diverse gradazioni per ridurre la luminosità solare nelle osservazioni diurne. Mentre dallo specchio mobile arriva l'immagine riflessa del Sole, dallo specchio fisso arrivano le immagini dell'orizzonte (zona di mare con il riflesso del solare) e della seconda riflessione del Sole. Queste entrano nel cannocchiale, vengono ingrandite e giungono all'iride dell'osservatore: è comprensibile il "disagio" provato nel guardare il Sole ingrandito attraverso un cannocchiale senza filtri! Nei sestanti di media-alta qualità i supporti dei due specchi hanno complessivamente tre viti per le regolazioni dello strumento.

L'arco dell'armatura o lembo graduato reca una suddivisione in gradi mentre la parte sottostante non è liscia ma a cremagliera: la vite senza fine del tamburo si muove su di essa. Il tamburo ha due piccole leve di sblocco: servono a distanziare il nonio dalla cremagliera per poter muovere liberamente l'alidada lungo l'arco graduato.



fig. 20 - nei sestanti Cassens & Plath il gruppo composto da nonio, vite senza fine e leve di sblocco è a vista

Sulla scala graduata dell'arco sono rilevabili i gradi mentre sul nonio sono individuabili i primi e relativi decimi. Si riesce ad apprezzare il decimo di primo (0,1').

Al di sotto del telaio trovasi l'impugnatura.

La semplicità del suo utilizzo è disarmante, come pure la lettura delle misurazioni: l'osservatore dovrà portare a collimare l'astro sull'orizzonte, cercandone il punto di tangenza più vicino con un lieve movimento di oscillazione-brandeggio verticale; in simultanea deve essere rilevato l'orario esatto dell'osservazione, e questo può avvenire anche con l'aiuto di altra persona alla quale dare lo "stop orario", e che annoterà su di un taccuino l'ora esatta, l'astro e il valore dell'altezza misurata con il sestante.

Nel corso dell'osservazione è facile apprezzare il movimento che ha l'astro nel cielo, in genere consistente in altezza con il trascorrere dei secondi, ma non apprezzabile in azimut.

Le principali difficoltà che si incontrano nelle osservazioni astronomiche sono rappresentate dalle condizioni meteo non sempre favorevoli:

- visibilità
- moto ondoso (che rende la linea dell'orizzonte non uniforme e/o genera movimenti di rollio e beccheggio)
- cielo coperto interamente o parzialmente
- vento

Etimologia

Il suo nome deriva da un *sesto* di angolo giro (360°): i raggi che delimitano il settore formano infatti un angolo di 60°. La scala graduata invece è del doppio, perché l'immagine diretta dell'astro, prima di giungere al cannocchiale, subisce una doppia riflessione.

Il principio ottico del sestante

“Se un raggio di luce subisce due riflessioni (da parte di due specchi giacenti sullo stesso piano) l'angolo tra la prima direzione e l'ultima è uguale, come valore, al doppio dell'angolo formato dalle due superfici riflettenti”.

L'angolo α (tra direzione astro-binocolo ed orizzonte-binocolo) è il doppio dell'angolo β (angolo fra i due specchi piani).

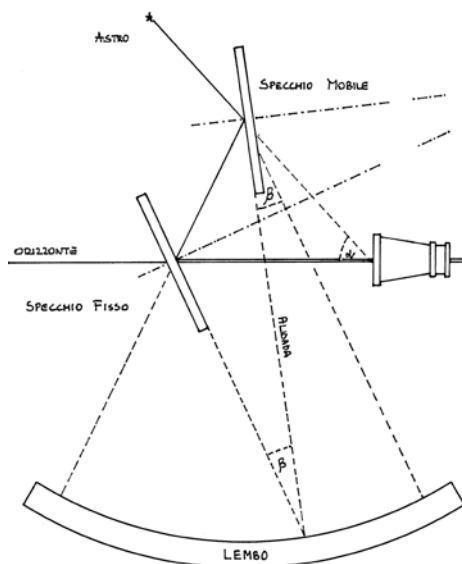


fig. 21 – il principio ottico del sestante

Il principio del sestante deve essere rispettato e decade qualora :

- le due riflessioni giacciono su piani diversi;
- il piano di misurazione non coincide o non è parallelo al piano del lembo.

Verifiche dello strumento

Per far sì che siano rispettati i requisiti è necessario controllare :

1. perpendicolarità dello specchio grande (mobile) rispetto al piano del lembo
2. perpendicolarità dello specchio piccolo (fisso) rispetto al piano del lembo
3. parallelismo dell'asse ottico del cannocchiale con il piano del lembo (il problema si pone solo sui sestanti molto vecchi)
4. parallelismo tra i due specchi

Le verifiche di questi requisiti e gli eventuali interventi tecnici per ripristinarli devono essere fatti rispettando rigorosamente la sequenza come enunciata sia sopra che a seguire.

Perpendicolarità dello specchio mobile

Una volta smontato il cannocchiale si “impugna” il sestante in modo anomalo (la parte a noi più vicina dovrà essere lo specchio mobile, la parte più lontana il lembo) o lo si depone su un tavolo; si posiziona l'alidada approssimativamente al centro del lembo graduato ed aprendo tutti i vetri colorati (filtri) si osserverà, guardando in prossimità dello specchio mobile, l'intero piano del lembo. Questo piano sarà costituito da metà parte riflessa (visibile a sinistra nello specchio mobile) e metà parte diretta (visibile a destra) – vedi fig. 23. Se una delle due sarà rialzata rispetto all'altra ci troveremo nella condizione di dover intervenire perché lo specchio mobile non è perpendicolare al piano del lembo. L'intervento, come in generale quelli su tutte le altre viti di regolazione, deve essere relativamente ampio, ma non superiore al quarto di giro. Già con questo primo movimento si apprezza realmente se è stato eccessivo e se si è intervenuti nella direzione atta a riportare lo specchio in posizione perpendicolare.

Sui sestanti Cassens & Plath si posiziona l'alidada con apertura di 15-20 gradi e con entrambi gli occhi entrambi aperti si verifica la perfetta continuità della scala graduata. Con tale marca risulta un poco più complicata la verifica di questo errore per due motivi :

- l'alidada scorre al di sopra dell'armatura e presenta una bombatura che contiene il sistema di illuminazione;
- lo specchio grande è molto incassato nel suo alloggiamento e non si riescono a vedere attigue le due immagini (riflessa e diretta).

Si può ovviare posizionando due oggetti di uguale altezza alle estremità del lembo per vedere le due immagini, se le loro sommità si presentano alla stessa altezza. E' bene evitare di formare pile di monete non nuove di zecca o che hanno i lati non perfettamente sovrapponibili a causa dei rilievi dovuti ad immagini e quant'altro presente sulle facce delle monete stesse. L'importante è che siano due oggetti perfettamente identici ed aventi un'altezza non superiore a quella dello specchio mobile.

Sui sestanti Freiburger invece non sussiste questo genere di problematica: verifica e intervento risultano estremamente facili.

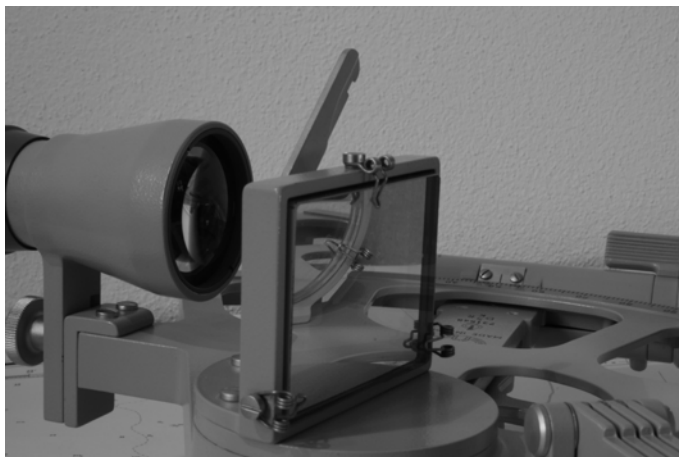


fig. 22 - chiavetta di regolazione (in obliquo) inserita sul retro specchio mobile e pronta per la regolazione

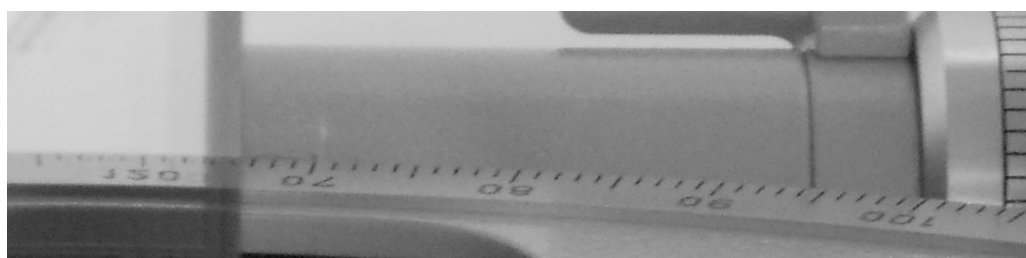


fig. 23 - Verifica su sestante Freiburger – nessun oggetto è stato posizionato alle estremità dell'arco graduato – si possono notare a sinistra l'immagine riflessa del lembo graduato (parte con l'indicazione dei 120°), a destra quella diretta (con l'indicazione dei 70°) in perfetto allineamento – in questo caso nessun intervento di regolazione è necessario.

Perpendicolarità dello specchio fisso

Dopo il controllo della perpendicolarità dello specchio grande si procede con questa verifica: si porta l'alidada in corrispondenza della lettura 0° ed il nonio su 0,0' e come oggetto per la verifica si potrà osservare una stella di 5°-6° grandezza (non superiore per ottenere un traguardo veramente puntiforme); muovendo il nonio o tamburo si dovrà poter ottenere la perfetta sovrapposizione in verticale della stella diretta con quella riflessa. Se invece una delle due immagini rimane nel suo percorso in verticale sempre leggermente a destra o a sinistra si dovrà intervenire sulla vite di regolazione posta sullo specchio fisso, attenzione ci sono due viti : si deve intervenire su quella più esterna. Lo scostamento laterale “ b ” nella figura sottostante è dovuto alla non perpendicolarità dello specchio fisso.

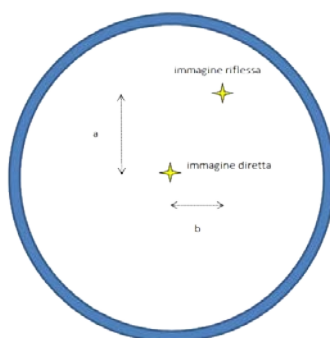


fig. 24 - perpendicolarità dello specchio fisso e l'errore d'indice

Parallelismo dell'asse ottico del cannocchiale con il piano del lembo

Nei moderni sestanti il problema è già risolto: piano del lembo e piano dell'asse ottico sono già allineati in fase di costruzione del sestante. Nei vecchi sestanti esistono due viti di regolazione in prossimità dell'attacco del cannocchiale.

Parallelismo tra i due specchi

Il mancato parallelismo porta ad avere un errore d'indice: viene definito come lo scarto angolare tra lo zero della gradazione del lembo o del nonio e la lettura sul sestante (con le immagini diretta e riflessa sovrapposte o allineate sullo stesso piano orizzontale).

Lo scostamento verticale "a" con lembo indicante 0° e nonio $0'$ è dovuto a questo errore (vedi fig. 24).

Solo dopo le precedenti verifiche si procede con la quantificazione dell'errore d'indice che si riscontra così: la linea orizzontale deve essere molto lontana (es. orizzonte marino) – le due immagini, riflessa e diretta, devono essere sullo stesso piano orizzontale.

La procedura migliore è partire con le due immagini dell'orizzonte leggermente sfalsate e portarle a far sì che una sia il prolungamento dell'altra: a questo punto la lettura dell'angolo ci indicherà l'eventuale errore d'indice. A tale scopo si possono utilizzare una stella (tra le più piccole visibili con il cannocchiale del sestante), la linea dell'orizzonte, se netta, o il Sole.

Abitualmente si tende ad escludere la determinazione di questo errore con l'orizzonte perché, se il velista si trova ad avere un orizzonte relativamente vicino, a poco più di 3 miglia (con elevazione di 2,5 metri sul livello del mare), non ha problemi dovuti alla scarsa visibilità, ma non appena il mare tende ad essere mosso non può più contare su un orizzonte perfettamente paragonabile ad una linea. Viceversa il navigante posto sul ponte di comando a 25 metri di altezza (orizzonte a 10 miglia) non avvertirà il problema del moto ondoso sulla linea dell'orizzonte, ma dovrà poter contare su una visibilità superiore nettamente alle 10 miglia.

NON devono essere presi come riferimento oggetti orizzontali vicini (tipo tetti di edifici o una diga foranea): già quando la distanza è di circa 2500 metri l'errore di parallasse che si compie è di circa $0.1''/0,2'$.

Con il Sole si ottengono i migliori risultati: si posiziona l'alidada a $0^\circ 00,0'$ e lo si osserva attraverso il cannocchiale (con filtri inseriti). Si fanno due serie di misurazioni portando il Sole riflesso prima al di sopra di quello diretto, poi sotto: le letture saranno effettuate con le due immagini perfettamente tangenti fra loro (i due cerchi sovrapposti in verticale). La semisomma algebrica delle medie sarà l'errore d'indice.

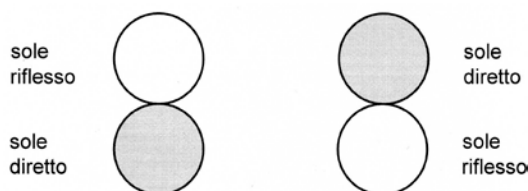


fig. 25

Esempio :

4 misurazioni con Sole diretto in basso, riflesso in alto : -26,0 -25,9 -26,0 -26,1;

4 misurazioni con Sole diretto in alto, riflesso in basso : +31,2 +31,2 +31,3 +31,1;

la media è rispettivamente -26,0 e +31,2 si sommano algebricamente (+5,2) e si divide per due (+2,6).

La correzione da apportare al sestante per l'errore d'indice è -2,6'.

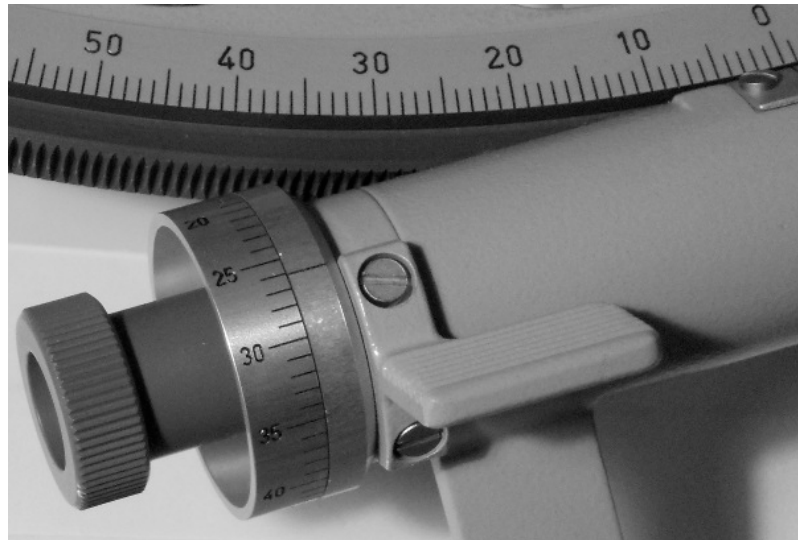


fig. 26 - la lettura della misurazione: $-26,1$ (notare la tacca che indica il quasi mezzo grado negativo a destra dello zero)

Per valori maggiori si agisce sulla vite di regolazione posta sullo specchio fisso nella sua parte più interna (attenzione a non toccare quella per la sistemazione della perpendicolarità dello specchio fisso).
 Importante : la correzione dell'errore dell'indice può modificare la perpendicolarità di questo specchio: si dovrà controllare ed eventualmente intervenire nuovamente sulla perpendicolarità (nella pratica sarà bene riverificare tutti i tre errori precedenti sempre nella sequenza descritta!).

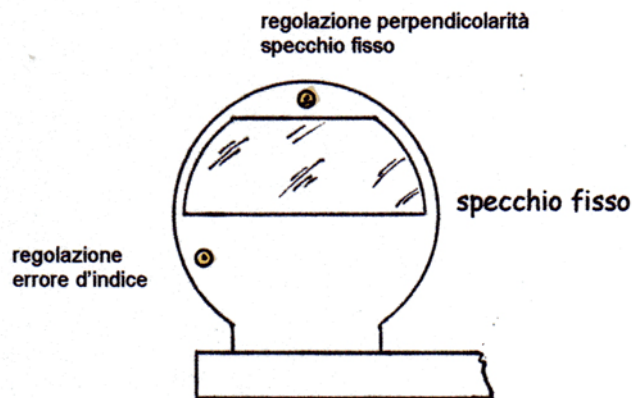


fig. 27

In linea di massima è da evitare il ricorso abituale alle regolazioni delle viti sugli specchi per non creare laschi sulle loro filettature ed è per questo che è bene verificare la presenza di errori (in special modo quello d'indice). Per errori d'indice sino a $2'/3'$ non è necessario intervenire nelle regolazioni per cercare di ridurlo: è importante solamente conoscerlo e tenerne conto quando si procederà nelle correzioni alle altezze misurate con il sestante.

Altri errori strumentali :

- errore di eccentricità “ c ” : errore dovuto alla non coincidenza tra l'asse di rotazione dell'alidada e il centro geometrico dell'arco graduato (lembo). Può essere variabile in funzione degli angoli misurati e può variare nel corso degli anni (a seguito di urti). Nei sestanti di ottima qualità e fattura il costruttore lo indica e lo certifica;
- errori sulla graduazioni del nonio e del lembo;
- errori nei componenti ottici : coinvolte le lenti del cannocchiale, gli specchi e i vetri colorati (prismatismo).

Sono in genere di entità trascurabile nei sestanti di buona/alta qualità.

In ogni caso le marche importanti e prestigiose rilasciano un certificato che tiene conto di tutti questi “altri” errori strumentali che un privato non potrebbe mai accertare. In una tabella redatta per ogni singolo sestante vengono riportate le correzioni da applicare all’altezza “strumentale” in funzione delle varie letture (solitamente ogni 10° della scala graduata). Abitualmente è definito come errore strumentale e “c” ne è la correzione.

Ricapitolando: alle altezze lette sulla scala graduata in corrispondenza dell’indice e del nonio si dovranno apportare due correzioni : “ γ ” (correzione dell’errore d’indice) e “c” (altre correzioni dello strumento fornite dal costruttore).

Considerazioni varie

Il mercato offre al giorno d’oggi diverse soluzioni: si parte dai sestanti di bassa qualità (generalmente costruiti con materiali a base di plastica a livello di realizzazione della struttura e delle componenti ottiche, gli specchi non sono generalmente regolabili) per arrivare a quelli di fascia alta (Freiberger e Cassens & Plath) dove tutto è da decenni curato nei minimi particolari. Basti pensare che alcuni modelli sono prodotti come quelli realizzati nel 1950. Un Freiberger può essere nero o grigio chiaro e si distingue dagli altri per l’impugnatura in legno massello o multistrati; è di apparenza spartana, ma valida ed essenziale come tutto lo strumento. E’ realizzato con leghe a base di alluminio e il suo peso, di conseguenza, risulta notevolmente alleggerito (1,3-1,4 kg.).

I Cassens & Plath sono neri con telaio in metallo e ottone (la cremagliera). Impugnatura ergonomica ed in plastica (vuota all’interno e predisposta ad alloggiare le batterie a stilo per l’illuminazione di indice e nonio, oltre all’attacco previsto per l’accessorio “orizzonte artificiale a bolla”). Come optional hanno la possibilità di avere, ad esempio, un cronometro per la rilevazione dell’esatto istante di osservazione. L’orizzonte artificiale a bolla (altro optional assai costoso) è di utilizzo molto complesso per la difficoltà di tenere ben equilibrato il sestante mentre si cerca di posizionare perfettamente l’astro all’interno della bolla e del reticolato: il tutto mentre l’astro si muove nello spazio! E’ davvero un’impresa ed i risultati sono modesti. Se la luce incorporata può essere utile, ma comunque non necessaria, il cronometro può essere tranquillamente considerato un accessorio superfluo.

Dal 2010 alcune case costruttrici di fascia alta hanno iniziato a commercializzare sestanti di importazione e fabbricazione orientale.

- Può sembrare inutile dirlo, ma in linea di principio basterebbe ricordarsi che è uno strumento di precisione, e perciò è intuitivo che alcuni comportamenti (maneggiarlo senza la massima cura ed attenzione) o certi eventi, anche accidentali (urti, colpi o cadute), vanno a compromettere probabilmente in modo irreversibile il suo utilizzo. Sicuramente tra i danni riportati e non visibili a occhio nudo ci sarebbe quello dovuto ad una eccentricità alterata tra alidada e armatura-lembo;
- il sestante deve essere sollevato ed usato sempre e solamente utilizzando l’impugnatura o l’armatura senza toccare l’alidada o altre parti mobili o fissate con viti (filtri, specchi e relativo alloggiamento, cannocchiale, tamburo e nonio);
- nel muovere l’alidada bisogna avere l’accortezza di sganciare completamente la leva di sblocco (premerla sino in fondo) per liberare completamente la vite senza fine dalla cremagliera del lembo (si evitano dannosi “grattamenti” che provocano i “laschi” tra i due componenti, molto spesso realizzati con materiali diversi). Anche nella successiva fase, e cioè quella di avvicinamento della vite senza fine alla cremagliera, le leve di sblocco dovranno essere rilasciate in modo graduale solo ad avvenuto accoppiamento tra le due parti. Una presenza di gioco consistente richiederebbe un intervento di ricalibratura del sestante;
- per la lubrificazione viene consigliato l’olio di jojoba : nella vita del sestante ne bastano poche gocce (un flacone da 5 ml. è più che sufficiente);
- Sole e caldo : conservare l’apparecchiatura in locale con temperatura non alta; nel suo utilizzo mantenerlo esposto ai raggi solari solo per il tempo necessario per l’osservazione (la Cassens & Plath produce per le osservazioni del Sole il modello “Horizon Ultra” anche in versione smaltato bianco per diminuire l’effetto irraggiamento del Sole). E’ bene tenerlo sempre custodito nella sua cassetta in legno. E’ ovvio che è consigliato non lasciarlo sottocoperta in un locale caldo, tantomeno una intera estate; se poi trattasi di sestante in plastica queste considerazioni dovrebbero essere scontate;

- umidità : asciugarlo sempre se ci sono tracce di condensa (a maggior ragione di salsedine) prima con straccio morbido in cotone poi con pelle di daino (mai seta e cotonei grezzi). Sulle parti in vetro operare con cura e se presenti lenti non in vetro (polarizzate) prestare attenzione per non graffiarle;
- salsedine : se presente nell'aria durante l'osservazione astronomica, rimuoverla subito;
- polveri : asportarle preferibilmente con aria compressa o con il pennello morbido a volte in dotazione;
- climi freddi o con elevata umidità : qualora si riscontri notevole differenza tra la temperatura interna (ove è custodito il sestante) e quella esterna, è consigliabile mettere lo strumento all'aperto alcuni minuti prima dell'osservazione astronomica per evitare fastidiosi fenomeni di condensa sulle superfici di specchi e cannocchiale che ritarderebbero l'orario del possibile utilizzo.

Nell'acquisto di un sestante con utilizzo in barca a vela è preferibile un cannocchiale galileiano (es. 3,5 x 40) : non si ha la necessità di dover avvicinare l'orizzonte e si acquista in luminosità. Per una nave invece è preferibile optare per il cannocchiale di tipo prismatico.

Ultima raccomandazione (ripetuta) : NON intervenire per correggere un errore d'indice inferiore ai 2,5' – 3'...limitarsi a considerarlo nei calcoli.

Dopo tutte queste raccomandazioni si potrebbe arrivare alla conclusione che il sestante dovrebbe avere un solo padrone ed utilizzatore...; non a caso vecchi comandanti ed ufficiali raccontano che all'arrivo nei porti individuavano le persone che li avrebbero sostituiti non tanto perché si presentavano lungo la banchina in divisa con in mano i bagagli, ma perché in lontananza vedevano una persona avvicinarsi con la tradizionale ed inconfondibile cassetta con il sestante.

Correzioni delle altezze

Le correzioni da apportare all'altezza letta sul sestante sono fondamentalmente cinque.

Due si riferiscono allo strumento, come visto nel capitolo precedente:

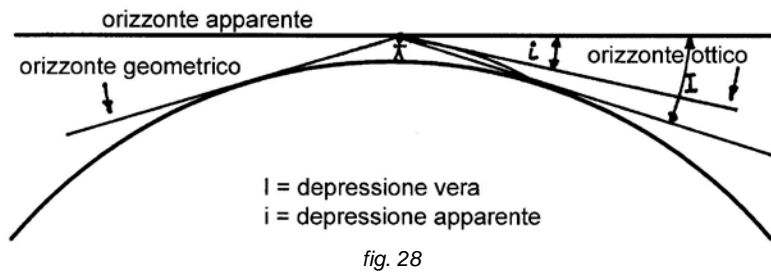
- c correzione istrumentale (fornita direttamente dal costruttore)
- γ correzione per l'errore d'indice

Tre/quattro sono indipendenti dal sestante:

1. i depressione apparente dell'orizzonte
2. r rifrazione astronomica
3. ζ semidiametro del Sole/Luna
4. p parallasse (limitata a Luna e pianeti, poco rilevante per il Sole)

DEPRESSIONE APPARENTE DELL'ORIZZONTE

E' dovuta al fatto che l'osservatore ha sempre una determinata altezza al di sopra della sfera terrestre. Questa altezza fa sì che egli veda un orizzonte più lontano e quindi misuri altezze superiori a quelle reali. Questo orizzonte "più lontano" viene in effetti leggermente riavvicinato per effetto della rifrazione geodetica ρ .



L'entità della correzione da applicare per effetto dell'elevazione dell'osservatore al di sopra dell'orizzonte è data dalla formula :

$$i' = 1.7725' \sqrt{e}$$

dove "e" è l'elevazione espressa in metri. La correzione i' , espressa in primi d'arco, è di segno negativo.

RIFRAZIONE ASTRONOMICA MEDIA

E' dovuta al passaggio del raggio di luce attraverso i tanti strati di aria al di sopra della crosta terrestre, differenti gli uni dagli altri per caratteristiche di densità, temperatura e pressione. Tutti gli astri, ad eccezione di uno allo Zenit, ci appaiono più alti sull'orizzonte.

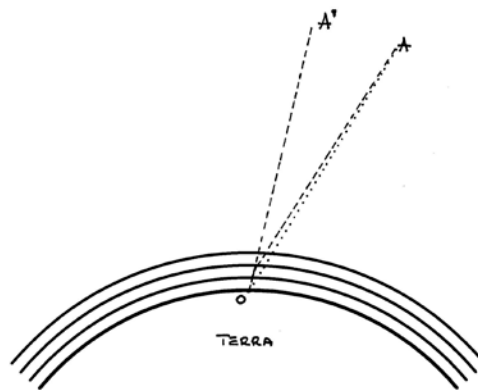


fig. 29 - il raggio luminoso proveniente dall'astro A (segmento punteggiato) appare all'osservatore posto in O nella realtà proveniente da A' (più alto sull'orizzonte)

La formula approssimata che ci consente di stabilire la correzione “ r ” espressa in secondi d’ arco è:

$$r'' = 60,4'' \cotg h$$

dove h è l’altezza osservata. La correzione è di segno negativo.

Esistono anche altre formule utilizzate dai vari istituti idrografici che prevedono la variabilità di altri parametri quali la pressione atmosferica e la temperatura.

Abitualmente vengono considerati come parametri di base la pressione a 760 mm e la temperatura di 10°C.

SEMIDIAMETRO

Nel misurare le altezze di Sole e di Luna si porta il loro lembo (in genere quello inferiore) a sfiorare l’orizzonte marino. Se per il Sole possiamo tranquillamente escludere l’utilizzo del lembo superiore, per la Luna talvolta si potrebbe dover rinunciare a quello inferiore perché è visibile solo quello superiore (Luna con la “gobba” rivolta verso l’alto). In ogni caso l’altezza misurata deve essere riferita al centro dell’astro.

Ovviamente il problema non sussiste nel caso di stelle e pianeti; questi ultimi a volte appaiono molto grandi ed in genere si preferisce ad essi una stella.

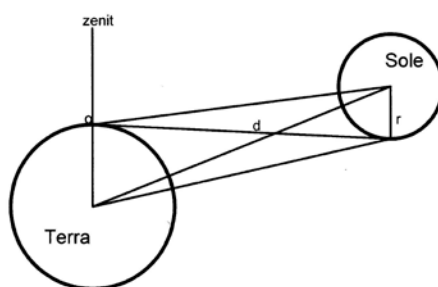


fig. 30

Considerando quindi un’osservazione di lembo inferiore, la correzione sarà ovviamente positiva :

$$\zeta = (1/\text{sen } 1') (r/d)$$

dove “ r ” è il raggio del Sole e “ d ” è la distanza tra il centro del Sole ed il centro della Terra.

Le effemeridi nautiche forniscono giornalmente il valore del semidiametro (Sole e Luna).

PARALLASSE

Una volta ricavata la correzione per il semidiametro occorre ricondurre l’altezza misurata a quella che sarebbe scaturita se l’osservatore si fosse trovato al centro della Terra. Questa correzione è positiva ed assume valori importanti per la Luna (circa 60’), assai contenuti per il Sole (circa 8,8’), mentre per i pianeti il massimo valore è per Venere (circa 0,5’). In genere le tabelle di correzione per le altezze riportate nelle effemeridi includono già anche questa correzione che viene aggiunta a quella della rifrazione atmosferica media. Per questa ragione saranno prese in considerazione le correzioni solo per depressione apparente, rifrazione astronomica media e semidiametro.

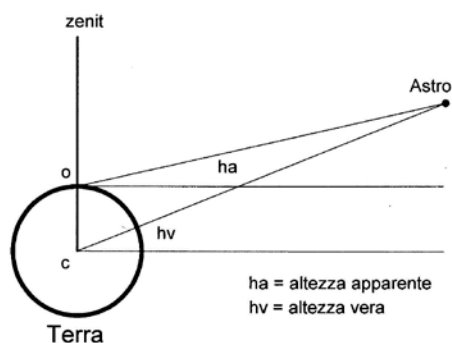


fig. 31 – la parallasse

ALTRI ERRORI

errori sistematici: errori di costruzione, inesattezza nella determinazione dell'errore d'indice, errata valutazione dell'elevazione, valori anomali di depressione (zone tropico-equatoriali in presenza di forte calore o bonaccia : si arriva sino a quasi 2' di errore), errore nel "bagnare" sistematicamente o meno l'astro; hanno un carattere di regolarità, sono costanti: si risolvono annullandosi reciprocamente con le bisettrici d'altezza solo nelle osservazioni con le stelle;

errori accidentali: errore nel "bagnare" non sistematicamente o meno l'astro, nell'applicazione della depressione dell'orizzonte per altezza sul livello del mare variabile (in genere per il rollio), errate osservazioni (sia nella lettura, che nella identificazione degli astri); non seguono una regola ben precisa e non si riesce ad attenuarli, tanto meno a correggerli: si potrebbero parzialmente risolvere con la "media" di una serie ravvicinata di osservazioni per lo stesso astro . E' un metodo lungo, laborioso e non attuabile in caso di condizioni meteo non ottimali (foschia, cielo che si copre ed orizzonte che tende velocemente a peggiorare) : in pratica non si attua e si cerca di ovviare a questo tipo di errori prestando la massima attenzione a quello che si fa !

TABELLE RIEPILOGATIVE DELLE CORREZIONI

<u>Sole</u>		gradi	primi	
hi	=		altezza instrumentale
+/- c	=		corr. instrumentale
+/- γ	=		corr. err. indice
ho	=		altezza osservata
- i	=		depressione orizzonte
- r	=		rifrazione astronomica
+ ζ	=		semidiametro-parall.
hv	=	<input type="text"/>	<input type="text"/>	altezza vera

tabella per il Sole (correzione per semidiametro: per lembo inferiore positiva)

Stelle		gradi	primi					
hi	=	altezza istrumentale				
+/- c	=	corr. istrumentale				
+/- γ	=	corr. err. indice				
ho	=	altezza osservata				
- i	=	depressione orizzonte				
- r	=	rifrazione astronomica				
hv	=	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>			<table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>			altezza vera

tabella per le stelle

ESEMPI DI CORREZIONI

Si suppone di essere in possesso di un sestante che ha le seguenti caratteristiche: correzione istrumentale (per eccentricità etc.) dichiarata dal costruttore pari a $-0.1'$, correzione d'indice in precedenza accertata dall'osservatore di $+1,9'$; di avere una elevazione al sopra dell'orizzonte pari a mt. 2.50 e che le condizioni meteo indichino una pressione atmosferica pari a 760 mm ed una temperatura esterna di 10°C .

1° esempio

In gennaio si misura l'altezza del Sole (lembo inferiore a sfiorare l'orizzonte) : $25^{\circ}15.2'$; per quel giorno le effemeridi nautiche indicano un semidiametro pari a $16,3'$.

Utilizzando la tabella per le correzioni delle altezze del Sole (in appendice) si ricavano la depressione dell'orizzonte e la rifrazione astronomica:

Sole - correzione altezze

depressione orizzonte apparente " i "		rifrazione astronomica " r "		semidiametro (positiva per lembo inf. negativa per lembo sup.)	
elevazione in mt.	i	altezza osservata	r	<u>lembo inferiore</u>	
2,15	-2,6	23 24	-2,1	gennaio	+ 16,3
2,32	-2,7	24 23	-2,0	febbraio	+ 16,2
2,49	-2,8	25 26	-1,9	marzo	+ 16,1
2,68	-2,9	26 35	-1,8	aprile	+ 15,9
2,87	-3,0	27 51	-1,7	maggio	+ 15,8

depressione orizzonte = -2.8 (per elevazione al sopra dell'orizzonte di mt. 2.50)

rifrazione astronomica = $-1,9$

semidiametro = $+16,3$

Sole		gradi	primi					
hi	=	25	15,2	altezza istrumentale				
+/- c	=	-0,1	corr. istrumentale				
+/- γ	=	1,9	corr. err. indice				
ho	=	25	17,0	altezza osservata				
- i	=	-2,8	depressione orizzonte				
- r	=	-1,9	rifrazione astronomica				
+ s	=	16,3	semidiametro				
hv	=	<table border="1"><tr><td>25</td><td>28,6</td></tr></table>	25	28,6	<table border="1"><tr><td> </td><td> </td></tr></table>			altezza vera
25	28,6							

2° esempio

Si misura l'altezza della stella Aldebaran : $28^{\circ}11.0'$; si utilizza la tabella per le correzioni delle altezze delle stelle (in appendice).

Stelle - correzione altezze

depressione orizzonte apparente i elevazione dell'occhio sull'orizzonte (in metri)				rifrazione astronomica " r "		
mt.	correz.	mt.	correz.	altezza	correz.	
	'		'	o	'	'
2,32	-2,7	15,60	-7,0	25 47		-2,0
2,50	-2,8	16,05	-7,1	26 58		-1,9
2,68	-2,9	16,50	-7,2	28 14		-1,8
2,86	-3,0	16,96	-7,3	29 37		-1,7

depressione orizzonte = -2.8 (per elevazione al sopra dell'orizzonte di mt. 2.50)

rifrazione astronomica = -1,8

Stelle					
		gradi	primi		
hi	=	28	11,0	altezza istrumentale	
+/- c	=		-0,1	corr. istrumentale	
+/- γ	=		1,9	corr. err. indice	
ho	=	28	12,8	altezza osservata	
- i	=		-2,8	depressione orizzonte	
- r	=		-1,8	rifrazione astronomica	
		gradi	primi		
hv	=	28	8,2	altezza vera	

Il cronometro di bordo

Gli istanti delle osservazioni astronomiche (eccezion fatta per i passaggi al meridiano) vengono rilevati in modo preciso utilizzando un cronometro marino, ma, in mancanza di quest'ultimo, può essere impiegato anche un orologio del quale si conosce esattamente l'errore che ha rispetto all'ora di Greenwich.

Non ha importanza mantenere il cronometro perfettamente sincronizzato con l'ora di Greenwich, ma conoscere sempre l'entità del ritardo o dell'anticipo ed essere in grado di stabilirla a distanza di giorni conoscendo la tendenza dell'incremento o decremento giornaliero o settimanale. Questo può avvenire solo se si dispone di un orologio affidabile, lo si conserva con molto riguardo e si annotano periodicamente le differenze con il segnale orario via radio. Potremmo pertanto anche saltare diversi controlli giornalieri perché comunque sapremmo con sufficiente esattezza la tendenza al ritardo o all'anticipo del cronometro: dovremmo essere in grado di stabilire l'ora di Greenwich, tanto per intenderci, con una precisione al secondo. Se ad esempio il cronometro è "sfalsato" rispetto all' "ora esatta" di 1 minuto e 20 secondi diremo che la correzione K è di + 1m 20s se è in ritardo rispetto all'ora di Greenwich, -1m 20s se è avanti.



fig. 32 - Vecchio, ma prestigioso, cronometro di bordo. La carica veniva effettuata settimanalmente allo stesso giorno e possibilmente alla stessa ora da un ufficiale di coperta. L'incaricato aveva cura di ricaricare sempre l'orologio con gli stessi giri di chiavetta (visibile nell'angolo in alto a destra).



fig. 33 - I primi orologi Naviquartz con movimento al quarzo distribuiti da Patek Philippe ebbero diffusione a bordo delle navi alla fine degli anni '60. Trovavano generalmente alloggio in un vano ricavato nel tavolo da carteggio. La lettura veniva effettuata direttamente attraverso uno sportello munito di vetro che veniva aperto solo per controlli o sostituzione delle batterie. Fini imbottiture e pareti in legno pregiato proteggevano il cronometro da urti, vibrazioni e sbalzi di temperatura.



fig. 34 - Anche un orologio da polso (sempre custodito separatamente come un tradizionale cronometro marino) può sostituire un costoso cronometro, a patto che si tenga costantemente verificato il suo K.

Pubblicazioni nautiche edite dai vari istituti idrografici (Admiralty List of Radio Signals, Radioservizi per la navigazione etc.) forniscono l'elenco di tutte le stazioni radio che trasmettono i segnali orari (UTC). L'ascolto di detti segnali consente di stabilire con precisione la correzione K del cronometro di bordo.

Dovendo registrare, giornalmente o quasi, le varie ricezioni dei segnali orari è bene destinare all'uopo un piccolo taccuino, avendo cura di annotare anche la temperatura del luogo dove è conservato il cronometro (quelli con movimento al quarzo sono molto sensibili a variazioni di temperatura).

Approfondimento

RWM (di Mosca) è presa come stazione campione. Questa trasmette sulle freq. 4996,00, 9996,00 e 14.996 khz, tuttavia è da preferire l'ascolto sui 9996,00 Khz. Per posizione e potenza non ha rivali, la sincronia non risente di ritardi di propagazione eccessivi (sempre comunque più precisi del gps): il ritardo max sulla propagazione è di soli 17 millisecondi. Come per gran parte delle stazioni che trasmettono segnali radio, ai secondi 55,56,57,58,59 non corrisponde alcun segnale acustico, al secondo 0 viene emesso il "minute bip" ed è più lungo (500ms) dei successivi (dal secondo 01 al 54 la durata è di 100ms). RWM trasmette dalle 00.10 minuti alle 00.20 e dalle 00.40 alle 0.00 di ogni ora. Nei minuti precedenti trasmette il nominativo di stazione RWM -. .-- -- ai 15 e 45 di ogni ora, sospende cinque secondi prima la trasmissione per riprendere al minuto intero. Eventuali altre informazioni su RWM possono essere reperite sul sito www.irkutsk.com.

Il segnale, sulla frequenza 9996,00 Khz, si capta con un normale ricevitore ad onda corta, quello dove si ascoltano le broadcasting di tutto il mondo. Affinché il segnale cw sia ascoltabile, basta avvicinare un altro ricevitore portatile a onde medie e, variandone la frequenza per sintonizzarlo, si otterrà il battimento che produrrà la nota telegrafica udibile. Logicamente il volume del ricevitore portatile ad onde medie sarà al minimo. Se la barca è dotata di sistema gmdss ad onda corta (possibilità di ricevere segnali a1j - telegrafia e a3j - SSB o fonìa a banda laterale unica) non si avrà alcun problema di ascolto. Solo come ultima spiaggia si potrà prendere come segnale valido e di riferimento quello proveniente da una tradizionale radio che riceve sulle onde medie o in modulazione di frequenza.

Gli eventi astronomici

Calcolo degli eventi astronomici di interesse per il navigante (sorgere, tramonto, crepuscoli e passaggio al meridiano del Sole)

Come già visto in precedenza, per ottenere l'istante di un determinato evento sarà necessario sottrarre algebricamente la longitudine espressa in ore, minuti e secondi all'orario espresso in U.T. o GMT (la long. Est è da considerare di segno positivo, viceversa quella Ovest negativa). Se poi si vorrà determinare anche l'orario di bordo, per avere un'idea di quando in effetti si vedrà, ad esempio, il sorgere del Sole, si dovranno sommare/sottrarre le ore di fuso che differiscono appunto tra Greenwich e "bordo".

Se si volessero calcolare tutti gli eventi presenti sulle effemeridi per il giorno 1 luglio 2025, per un osservatore situato in latitudine 40° N, longitudine 6°20'E ed una differenza di 2h tra l'ora di bordo e Greenwich (fuso B – ora estiva per l'Italia : - 2h), si dovrebbe procedere nel modo che segue.

Innanzitutto si trasforma la longitudine in ore, minuti e secondi utilizzando la tabella di conversione gradi in ore (vedi appendice):

$$\begin{aligned} 6^\circ &= 24 \text{ minuti} \\ 20' &= 1 \text{ minuto } 20 \text{ secondi} \end{aligned}$$

Rispetto al meridiano di Greenwich tutti gli eventi si verificheranno 25m 20s prima.

passaggio al meridiano di Greenwich :

12 h 3 m 57 s U.T.

Lat.	Crepuscolo Nautico				Sorgere	
	inizio		fine		Sole	
	h	m	h	m	h	m
52° N	1	41	2	57	3	45
50° N	2	7	3	11	3	55
45° N	2	51	3	40	4	17
40° N	3	21	4	2	4	35

Passaggio del Sole al meridiano dell'osservatore:

12h 03m 57s GMT – 25m 20s = 11h 38m 37s GMT corrispondenti alle 13h 38m 37s di bordo

Inizio crepuscolo nautico:

03h 21m GMT – 25m = 02h 56m GMT corrispondenti alle 04h 56m di bordo

Fine crepuscolo nautico:

04h 02m GMT – 25m = 03h 37m GMT corrispondenti alle 05h 37m di bordo

Sorgere del Sole:

04h 35m GMT – 25m = 04h 10m GMT corrispondenti alle 06h 10m di bordo

N.B. : per crepuscoli, sorgere e tramonto si omettono sempre i secondi: è più che sufficiente l'approssimazione al minuto primo.

Se la latitudine fosse stata diversa da 40° N (ad esempio compresa tra 40°N e 45°N) si sarebbero dovuti interpolare i dati.

Ovviamente, in caso di osservatore in longitudine Ovest, ore, minuti e secondi (l'equivalente di gradi e primi) si sarebbero sommati.

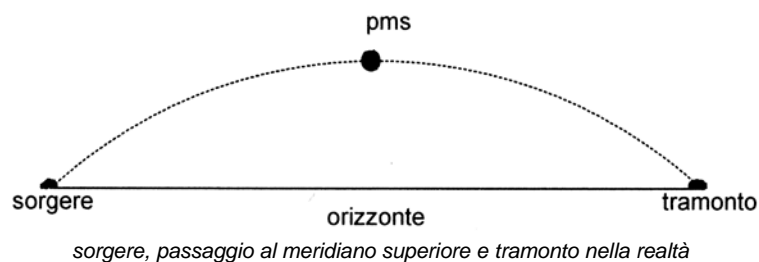
Passaggio al meridiano superiore

Il passaggio al meridiano superiore (pms) del Sole è molto importante perché può dar luogo, se abbinato a un'osservazione effettuata un paio d'ore prima o dopo, alla definizione di un accettabile punto nave.

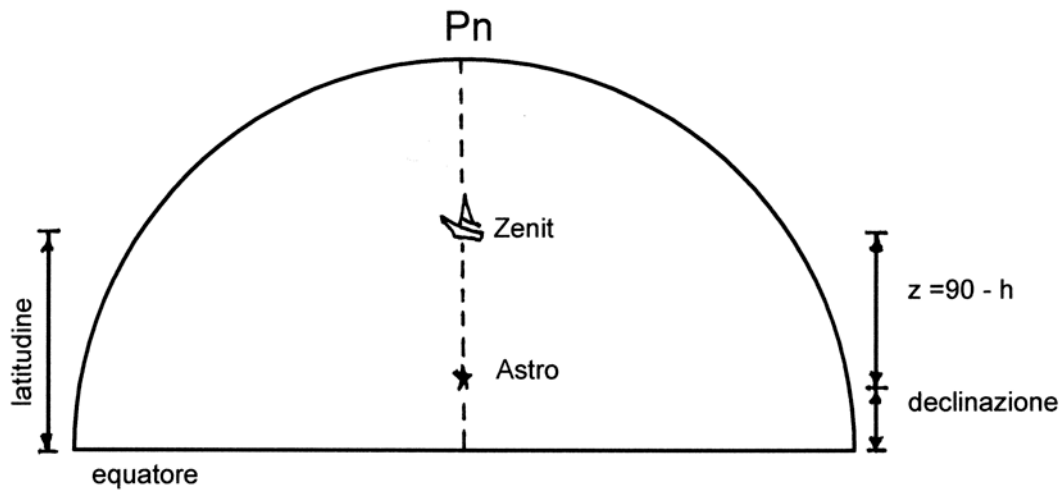
Generalmente quando si parla di passaggio al meridiano s'intende quello riferito al Sole, e questo per diversi motivi, in particolare perché solo di un corpo celeste visibile di giorno è possibile seguire attentamente la fase di ascesa, la stabilizzazione in altezza e poi la successiva discesa verso il tramonto.

Le stelle sono visibili ed osservabili con il sestante solo nel ristretto arco di tempo della durata del crepuscolo nautico (Sole sotto l'orizzonte con altezza negativa compresa tra -6° e -12°): sarebbe quindi un pura casualità osservare una stella che transita al meridiano proprio nei minuti centrali del crepuscolo nautico. E anche se ciò dovesse avvenire, non si avrebbe poi il tempo necessario per osservare altre stelle (3 o 4), perdendo in tal modo l'opportunità di determinare il punto nave astronomico con l'incrocio di più rette d'altezza.

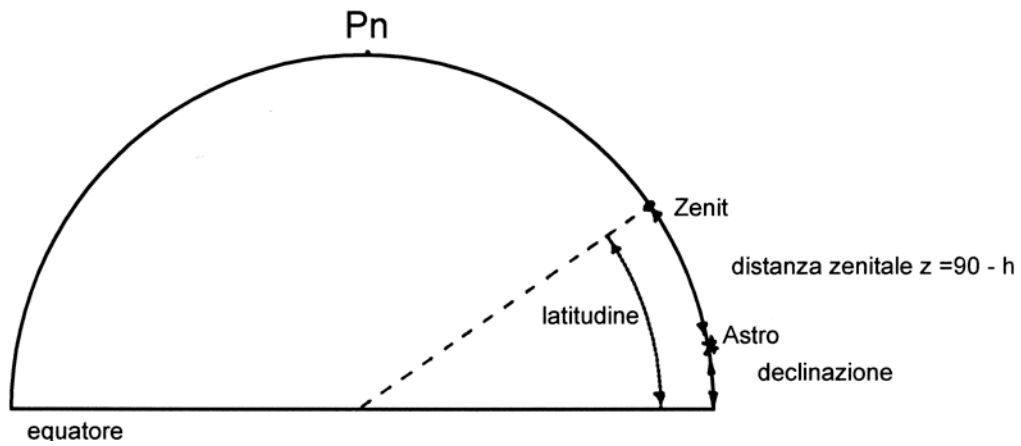
Con l'osservazione di un astro al passaggio al meridiano superiore, e relativi calcoli, si arriva a stabilire in modo assai semplice la latitudine. La procedura è uguale per tutti gli astri e si riduce ad una somma algebrica.



Da notare che l'osservatore nella fase di culminazione (pms) vedrà il Sole dapprima salire in modo appena percettibile, poi arrestare il suo moto di ascesa: prima di ridiscendere (inizio del tramonto) apparirà fermo in altezza per diversi secondi, e questo in funzione di due parametri quali latitudine e declinazione dell'astro; in particolare, più sono elevate la latitudine e/o la declinazione dell'astro, più lungo sarà il periodo nel quale l'astro ci apparirà fermo nel cielo.



vista frontale – da questa prospettiva si individua nel tratteggio il meridiano dell'osservatore (Zenit) sul quale transita l'astro : le coordinate tempo dell'astro, e di conseguenza anche l'angolo al polo, sono pari a 0°



vista laterale

Volendo rappresentare in orizzontale tutto il meridiano da polo Nord a polo Sud con Zenit (osservatore), astro ed Equatore, si avrà :



Appare evidente che l'osservatore (Zenit) vedrà, in questo caso, l'astro in direzione Sud.

Si può in tal modo evincere la relazione tra altezza vera dell'astro (di conseguenza anche la distanza zenitale che è $90^\circ - h$) e declinazione dell'astro (ricavata dalle Effemeridi Nautiche), che ci porta a determinare la latitudine :

$$\varphi_m = z + \delta \quad \text{somma algebrica}$$

dove:

φ_m = latitudine meridiana (latitudine Nord se “ $z + \delta$ ” è positivo, Sud se negativo);

z = distanza zenitale ($90^\circ -$ altezza vera dell'astro): è da considerarsi positiva se l'astro è osservato in direzione del Sud geografico, negativa se l'astro viene osservato verso Nord;

δ = declinazione : è positiva se Nord, negativa se Sud.

Come si procede nella pratica

Il primo passo da compiere è quello di calcolare sia l'istante del passaggio al meridiano che la declinazione del Sole. Circa cinque/dieci minuti prima del pms si inizia ad osservare il Sole con il sestante, inizialmente ad intervalli di circa 1 minuto, poi più ravvicinati. Con il trascorrere del tempo è percettibile il rallentare del suo movimento di crescita in altezza; quando ci appare fermo si effettua la lettura prendendone nota su un taccuino (non è indispensabile in questo caso annotare il corrispondente istante, perché comunque non ci sarà possibile rilevare il momento esatto in cui il Sole arriva alla culminazione): si terrà in considerazione l'istante calcolato all'inizio. Prima di riporre il sestante si attenderanno un paio di minuti per avere la conferma che il Sole abbia iniziato la sua discesa verso il tramonto: sullo strumento si vedrà il Sole riflesso che si andrà a “bagnare” in corrispondenza dell'orizzonte. Dopo aver apportato tutte le correzioni all'altezza misurata, la semplice relazione/formula esposta sopra ci consentirà di stabilire la latitudine riferita all'istante del pms. Si potrà anche riportare a matita sulla carta nautica, alla latitudine determinata, un piccolo segmento orizzontale in prossimità del punto stimato: questo non sarà altro che un “luogo di posizione”, come se fosse un rilevamento vero con direzione 90° - 270° di un fanale o quant'altro. Il segmento non è che un piccolo tratto della circonferenza avente per centro il punto subastrale e per raggio la distanza zenitale (migliaia di miglia), che possiamo considerare rettilineo per una minima parte, appunto quella relativa alla nostra zona di mare.

Esempio

Il giorno 1 luglio 2025 in posizione approssimata latitudine 43° N, longitudine $8^\circ 15'$ E si desidera calcolare l'orario del passaggio al meridiano del Sole.

Dalle Effemeridi Nautiche del giorno si ricava:

T_m pms a Greenwich : 12h 03m 57s

Si trasforma la longitudine approssimata ($8^\circ = 32$ minuti, $15' = 1$ minuto 0 sec) – il Sole passerà al meridiano 33 minuti prima di Greenwich, e cioè alle 11h 30m 57s (circa alle 11.31 GMT e 13.31 tempo di bordo : in estate ci saranno due ore di differenza rispetto a Greenwich).

Si deduce dalle Effemeridi Nautiche la declinazione del Sole per le 11.31 GMT:

alle 11.00 GMT $\delta = 23^\circ 04,3' N$; la variazione d nell'ora intera è di $-0,2'$, rapportata a 30 minuti l'intervallo è di $-0,1'$. La declinazione (δ) del Sole sarà pertanto di $23^\circ 04,2' N$.

Verso le ore 13.25 si inizia ad osservare il Sole ancora in fase di ascesa. Questo, con il suo lembo inferiore, raggiunge la massima altezza di $69^\circ 41,2'$.

Si effettuano le correzioni della lettura al sestante tenendo conto di un errore strumentale $c = +1,4'$, di un errore d'indice γ di $-1,0'$ e di una elevazione sull'orizzonte pari a 2,5 metri.

		gradi	primi	
hi	=	69	41,2	altezza istrumentale
+/- c	=		1,4	corr. istrumentale
+/- γ	=		-1,0	corr. err. indice
ho	=	69	41,6	altezza osservata
- i	=		-2,8	depressione orizzonte
- r	=		-0,3	rifrazione astronomica
+ ζ	=		15,7	semidiametro
hv	=	69	54,2	altezza vera

La distanza zenitale è pari a : $90^\circ - \text{altezza vera} = 20^\circ 05,8'$ ed è considerata positiva perché il Sole è stato osservato in direzione Sud. La latitudine meridiana è data dalla somma algebrica di declinazione e distanza zenitale : $+ 20^\circ 05,8' + (+ 23^\circ 04,2') = 43^\circ 10' N$.

Si traccia la meridiana sulla carta nautica con un segmento orientato E-W (quindi un arco di parallelo) segnando ora e minuti ed apponendo anche le frecce indicanti la direzione in cui si è osservato il Sole. Questo segmento, che forma un angolo di 90° con la direzione in cui si è osservato l'astro, non è altro che quello che viene definito nella navigazione astronomica con il nome di "retta d'altezza".

Se per le 13.31 si stima una posizione di $43^\circ 5' N / 8^\circ 12' E$ e la rotta vera è pari a 020° si potrebbe ritenere di essere più avanti di circa 5,5 miglia rispetto alla stima, comunque più a Nord di 5 primi.

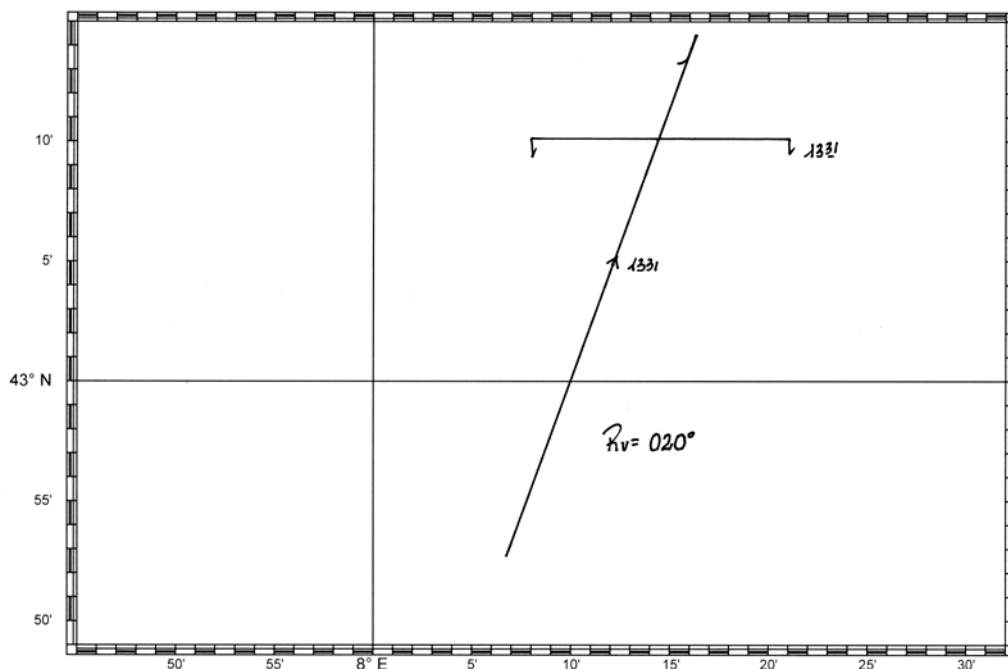


grafico con esempio di passaggio al meridiano del Sole

Approfondimento sul calcolo dell'orario esatto del pms

Nell'esempio appena descritto è stato calcolato l'istante del pms del Sole per il giorno 1-7-2025 in 11h 30m 57s GMT quando a Greenwich passava alle ore 12h 03m 57s GMT. Questo anticipo rispetto a Greenwich era dovuto unicamente alla longitudine dell'osservatore (8° 15,0' E). Se si vuole essere estremamente precisi, solo per valori notevoli di longitudine e per scopi che differiscono da un calcolo mirato a prevedere il pms del Sole per un'osservazione meridiana, è opportuno fare una considerazione. Essendo l'osservatore in longitudine Est il pms avviene tra le 12 circa del giorno 1-7 e le 12 circa del 30-6 (il pms è previsto alle 12h 03m 46s). La differenza di tempo tra i due successivi passaggi a Greenwich è pari a +11 secondi.

All'istante calcolato per 11h 30m 57s si dovrebbe togliere la differenza di tempo di 11s riproporzionata alla longitudine dell'osservatore rispetto ad un giorno intero e cioè 360° di longitudine :

$$-11\text{sec} \times 8,25^\circ(\text{longitudine espressa in gradi e decimali}) / 360^\circ$$

Nel caso dell'esempio trattasi di quantità irrilevante (circa 0,3 sec). Nella realtà queste considerazioni non vengono mai fatte perché portano ad una precisione che, di fatto, non ha influenza nei calcoli di navigazione astronomica.

Il triangolo di posizione

Il calcolo della latitudine con il passaggio al meridiano del Sole rappresenta nei tradizionali calcoli di navigazione astronomica un'eccezione rispetto a tutti gli altri casi in cui ci si può trovare durante la giornata utilizzando il sestante. Polo, astro ed osservatore non li vedremo tutti sulla stessa linea (meridiano celeste): si dovranno analizzare e sviluppare calcoli su un triangolo sferico chiamato "triangolo di posizione" con ai suoi vertici i tre elementi polo, astro e Zenit. Ci si rivolgerà pertanto alla trigonometria sferica.

Tutto il lavoro di studio affrontato nel primo capitolo era finalizzato a trasformare le coordinate indicate sulle effemeridi nautiche (il tempo dell'astro riferito a Greenwich) in altre coordinate locali (il tempo locale e di conseguenza l'angolo al polo) riferite alla posizione dell'osservatore che ritroviamo nel triangolo sferico.

L'obiettivo finale è mettere a confronto l'altezza vera con l'altezza stimata (semplice differenza algebrica).

Verranno utilizzate fondamentalmente due formule.

Formula di Eulero

Il coseno di un lato è uguale al prodotto dei coseni degli altri due lati più il prodotto dei seni dei due lati per il coseno dell'angolo opposto al lato in esame :

$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

Formula delle cotangenti

$$\cotg a \sin b = (\cos b \cos C) + (\sin C \cotg A)$$

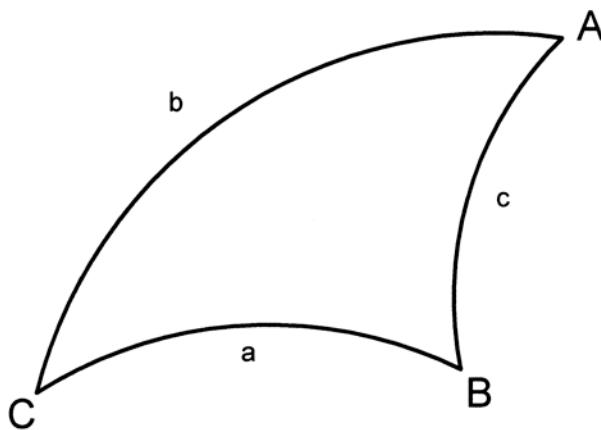


fig. 35 - triangolo sferico e suoi elementi : tre lati e tre angoli

In particolare è opportuno ricordare che c'è una relazione tra gli elementi trigonometrici di un triangolo che ci consente di velocizzare e rendere applicabile la formula di Eulero al "triangolo di posizione": il seno di un angolo corrisponde al coseno del suo complemento a 90° :

$$\sin a = \cos (90^\circ - a)$$

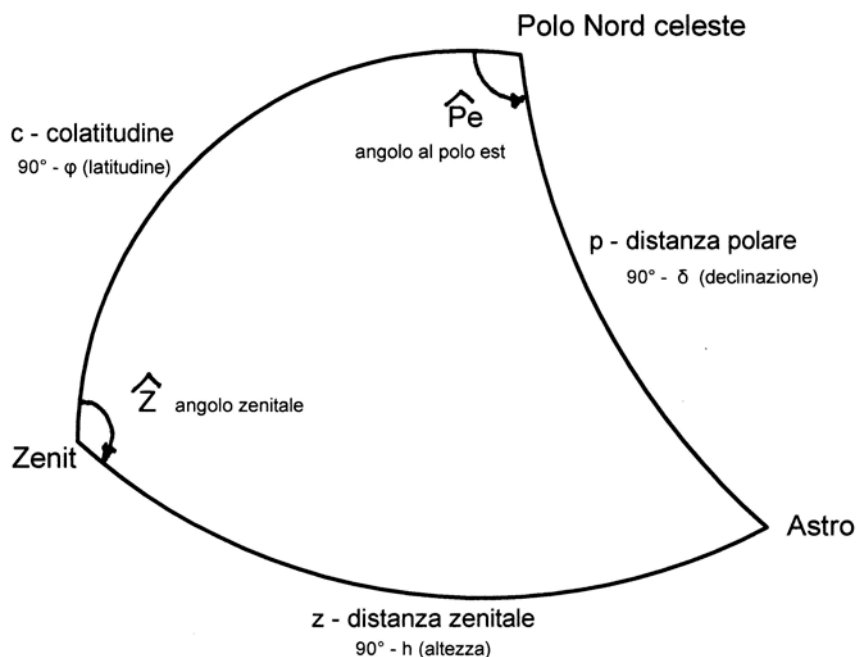


fig. 36 - I lati del "triangolo di posizione" sono colatitudine (osservatore-polo elevato = $90^\circ - \text{latitudine}$), distanza zenitale (osservatore-astro = $90^\circ - \text{altezza}$) e distanza polare (polo-astro = $90^\circ - \text{declinazione}$)

Appare evidente in questo disegno che è sempre necessario trasformare la coordinata "tempo" dell'astro, vista in precedenza, in angolo al polo, perché è quest'ultima che verrà impiegata nelle formule.

Il nostro obiettivo resta sempre quello di determinare l'altezza stimata e l'azimut dell'astro.

Le due formule accennate precedentemente ci aiutano a risolvere le due incognite (altezza e azimut); entrambe utilizzano le tre coordinate a noi conosciute : latitudine stimata (φ) unitamente alla declinazione (δ) ed all'angolo al polo (P) ricavati dalle effemeridi nautiche e successivamente elaborati.

Dalla formula di Eulero applicata al "triangolo di posizione" :

$$\cos z = \cos c \cos p + \sin c \sin p \cos P$$

Anche se la formula prevede l'utilizzo di distanza zenitale e distanza polare, si comprende la possibilità di utilizzare direttamente la declinazione e l'altezza senza doverle convertire nelle due "distanze", e sfruttando le relazioni tra seno e coseno otterremo l'altezza stimata "h" :

$$\sin h = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos P$$

mentre utilizzando la formula delle cotangenti :

$$\cotg p \sin c = \cos c \cos P + \sin P \cotg Z$$



si otterrà l'angolo zenitale (Z) :

$$\cotg Z = (\operatorname{cosec} P \operatorname{tang} \delta \cos \varphi) - (\cotg P \sin \varphi)$$

che successivamente sarà trasformato in azimut.

Se per l'altezza stimata ci occorre un valore estremamente accurato dell'ordine del decimo di primo (ogni primo di errore o approssimazione comporta almeno un miglio di differenza sulla precisione del punto nave) per l'azimut il valore arrotondato al grado rappresenta già un dato più che accettabile.

Sistemi possibili per lo sviluppo delle formule

	Tempo per ogni astro 	Tipo calcolo 	Difficoltà: 10 (diff.) 0 (facile)	pro	contro
Valori naturali	7-10 min	moltiplicazioni di valori naturali trigonom.	10	procedura mai utilizzata	lunghezza calcoli con utilizzo tavole funzioni trigonometriche - procedura mai utilizzata
Logaritmi dei valori naturali	5-7 min	somme di logaritmi delle funzioni trigonometriche	9	procedura tradizionale	lunghezza calcoli con utilizzo tavole logaritmiche
Valori naturali (con calcolatrice scientifica)	4 min	richiesta alla calc. dei vari valori naturali e conversione	4	relativamente semplice e basse probabilità di errori	necessaria dimestichezza con calcolatrice scientifica
Tavole a soluzione diretta o Sight Red. Tables	5 min	interpolazione di dati e somme	4		utilizzo pubblicazioni voluminose
Sight Reduction Tables for air navigation	2 min	semplice ricerca di dati	2		utilizzo pubblicazioni voluminose e soggette a scadenza
Tavole nautiche o similari Azimuth Tables		interpolazione di dati	3		utilizzabile solo per azimut
Calcolatrice program. scientifica	40 sec	semplice inserimento di dati	0	immediato, veloce, facile e senza possibilità di errore	poco professionale -necessità di programmazione della calcolatrice
Pc (software o file excel)	30 sec	semplice inserimento di dati	0	immediato, veloce, facile e senza possibilità di errore	metodo non tradizionale e poco professionale

I tempi di calcolo (molto approssimati) si riferiscono ad un osservatore con notevole dimestichezza nei calcoli !

In alcuni software e/o calcolatrici programmabili il grafico viene effettuato direttamente dal programma che indica anche le coordinate del punto nave. In questo modo viene ignorata la imprescindibile esperienza dell'osservatore che deve decidere quali astri sono i più attendibili ai fini di determinare la posizione. Componenti, quali un esempio orizzonte non perfetto in alcune direzioni, devono essere valutate direttamente dall'osservatore: è preferibile pertanto spendere un paio di minuti in più per sviluppare il grafico su carta nautica o su di un foglio a quadretti.

Le Tavole a soluzione diretta (dell'Istituto Idrografico della M.M.) coprono per ciascun volume 15 gradi di latitudine e come le Sight Reduction Tables (for air navigation) possono richiedere diverso spazio per il grafico. Può inoltre non risultare facile disegnare le rette di altezza su un quaderno a quadretti in sostituzione della carta nautica o di un brogliaccio di calcoli.

Per ottenere risultati relativamente veloci e sicuri (e nel rispetto della tradizione marinara) si può pensare di utilizzare la calcolatrice scientifica per la formula del "sen h", e le tavole nautiche o quelle similari dell'azimut per la determinazione dell'angolo zenitale (e di conseguenza anche dell'azimut). E' questo il sistema utilizzato in questo piccolo saggio. Ciò non toglie che si possa verificare la correttezza dei dati ottenuti utilizzando un pc con il programma "excel" installato o una calcolatrice programmabile che forniscono anche il valore immediato di azimut. Sempre sul sito dell'autore (www.nauticalalmanac.it) è possibile scaricare nella sezione "astronomia nautica" un piccolo file in excel nel quale, dopo il semplice inserimento di latitudine, declinazione ed angolo al polo, vengono visualizzati l'altezza stimata e l'azimut. Al navigante viene lasciata solo l'incombenza di calcolare il tempo (ed angolo al polo) dell'astro, applicare le correzioni all'altezza strumentale e disegnare il grafico.

Altezza stimata

Utilizzando una calcolatrice scientifica (spesa max 15 €) si inseriscono gradi, primi e decimi disinteressandosi dei segni (+ per Nord ed Est e – per Sud o Ovest) per ottenere il valore corrispondente di seno o coseno (a 5 decimali).

La formula del "sen h" ($\text{sen } h = \text{sen } \varphi \text{ sen } \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos P$) la si scompone in due parti :

$$\text{sen } \varphi \text{ sen } \delta = m$$

$$\cos \varphi \cos \delta \cos P = n$$

m è positivo se latitudine e declinazione hanno lo stesso segno (entrambi Nord o Sud);

n è positivo se l'angolo al polo è inferiore a 90°;

la somma algebrica di "m+n" ci restituisce il valore naturale del seno dell'altezza stimata (sen h).

L'ultimo passo sarà quello di chiedere alla calcolatrice di restituirci il valore dell'arco corrispondente al "sen h" espresso in gradi e primi. In effetti la calcolatrice restituisce il valore espresso in gradi e decimi: sarà nostra cura trasformare i decimi di grado in primi e decimi moltiplicando appunto la parte dei decimi di grado x 60. Nell'esempio sottostante la calcolatrice, trasformando il sen h in altezza, indica 51,64° : ebbene, si toglie la parte intera (51°) ed il restante lo si moltiplica x 60 ottenendo 38,4'.

latitudine	φ	=	45° 01,5' N				
longitudine	λ	=	12° 30,5' E				
declinazione	δ	=	20° 02,5' N				
angolo al polo	P	=	35° 20,0' E				

<i>funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice)</i>							
sen φ	=	<u>0,70742</u>	x	cos φ	=	<u>0,70680</u>	x
sen δ	=	<u>0,34270</u>		cos δ	=	<u>0,93944</u>	x
				cos P	=	<u>0,81580</u>	
m	=	<u>0,24243</u>		n	=	<u>0,54169</u>	
n	=	<u>0,54169</u>		<i>" m " positivo se latitudine e declinazione sono omonime (entrambe nord o sud) - " n " positivo se angolo al polo < 90°</i>			
sen h	=	<u>0,78412</u>					
		51,64					
hs	=	<u>51° 38,4'</u>					

esempio di calcolo per un osservatore situato in latitudine $\varphi = 45^{\circ}01,5'N$ che avendo osservato un astro avente declinazione $\delta = 20^{\circ}02,5' N$ (per il quale ha calcolato il tempo e di conseguenza anche l'angolo al polo $P=35^{\circ}20' E$) ne vuole stabilire l'altezza stimata

Angolo zenitale

La formula delle cotangenti : $\cotg Z = (\operatorname{cosec} P \operatorname{tang} \delta \cos \varphi) - (\cotg P \operatorname{sen} \varphi)$

è impiegata da diverse tavole ad utilizzo nautico (tavola 18 - ABC dell'Istituto Idrografico Italiano etc.). Si riportano in appendice le Azimuth Tables derivate da un file in excel preparato dallo stesso autore di questo testo. Per ottenere l'azimut non è richiesto nessun calcolo matematico! I tre valori che si ottengono mediante facile interpolazione portano a definire prima l'angolo zenitale dell'astro poi l'azimut.

Le Azimuth Tables sono composte da tre sottotavole :

- AT1 in funzione di angolo al polo e latitudine si ottiene il valore numerico AT1, che è negativo se l'angolo al polo è inferiore a 90°;
- AT2 in funzione di angolo al polo e declinazione si ottiene il valore numerico AT2, che è negativo se latit. e declinazione sono eteronimi (di segno opposto : una Nord, l'altra Sud);
- AT3 in funzione di AT1+AT2 (algebrico) e della latitudine si ottiene l'angolo azimutale quadrantale: se AT1+AT2 è positivo si conterà dal polo elevato, cioè quello della nostra latitudine, se AT1+AT2 è negativo, dal polo depresso (opposto alla nostra latitudine); l'angolo zenitale si misura verso Est od Ovest in funzione dell'angolo al polo.

Il valore angolare sarà sempre preceduto da N o S (in funzione del polo elevato) e seguito da E o W (in funzione della posizione dell'angolo al polo E o W); ad esempio, per latitudine Nord ed astro ad Ovest : $Z = N \dots W$.

Si ripropongono le regole di conversione da angolo zenitale ad azimut già definite in precedenza nell'analisi delle coordinate celesti :

<i>Regole per il passaggio da Z ad azimut</i>			
Z =	N E	az =	Z
Z =	N W	az =	360° - Z
Z =	S ... E	az =	180° - Z
Z =	S ... W	az =	180° + Z

Esempio di calcolo dell'azimut con le Azimuth Tables

latitudine	ϕ	=	<u>45° 01,5' N</u>
longitudine	λ	=	<u>12° 30,5' E</u>
declinazione	δ	=	<u>20°02,5' N</u>
angolo al polo	P	=	<u>35° 20,0' E</u>
elevazione mt.	e	=	

Calcolo Azimuth con Azimuth Tables			
da tav. AT1 :	AT1	=	<u>-14,1</u>
da tav. AT2 :	AT2	=	<u>6,3</u>
somma AT1 + AT2		=	<u>-7,8</u>
Angolo Zenitale	Z	=	<u>S 61,1 E</u>
Azimuth	Az	=	<u>118,9</u>

AT1 è negativo perché l'angolo al polo è inferiore a 90°, AT2 è positivo perché latitudine e declinazione sono omonime.

Z (angolo zenitale) si misura dal polo opposto (Sud) perché la somma di AT1 ed AT2 è negativa, e verso Est perché l'angolo al polo è Est.

Ecco come si presentano i files scaricabili dal sito www.nauticalalmanac.it che sviluppano per intero le formule per calcolare l'altezza stimata e l'azimut:

Località
data

Latitudine	45	1	30	n
Longitudine	12	30	30	e

Astro	
decl.	20 2 30 n
angolo al polo - e/w	35 20 e
altezza stimata	51 38 23
Angolo Zenitale	61,1
Az	118,9

Tutto il lavoro dello sviluppo delle formule viene fatto dal foglio excel immediatamente; questo file consente di verificare i calcoli manuali:

	gradi	primi	sec.					
	°	'	"					
latitudine	45	1	30	n				
longitudine	12	30	30	e				
Astro					sen ϕ =	0,70742	cos ϕ =	0,70680
declinazione	20	2	30	n	sen δ =	0,34270	cos δ =	0,93944
angolo al polo	35	20		e	m =	0,24243	cos P =	0,81580
							n =	0,54169
altezza stimata	51	38	23					
angolo zenitale	61,1				sen h =	0,78412	gradi	primi
azimuth	118,9				altezza	51,63966	51	38,4

La retta d'altezza

Come già si è visto non è praticamente possibile determinare il punto nave con due astri disegnandone prima la loro posizione su di una carta nautica, per poi cercare l'intersezione di due circonferenze (chiamate nella pratica di bordo "cerchi di altezza") aventi come centro i punti subastrali degli astri (la loro posizione proiettata sulla Terra) e per raggio le distanze zenitali ($90^\circ - l'$ altezza vera misurata con il sestante).

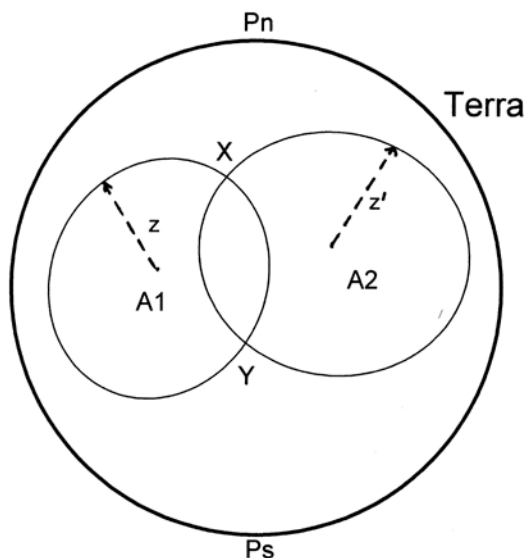


fig. 37 - I punti determinativi di due astri (A1 ed A2) – Le rispettive distanze zenitali misurate con il sestante (z e z') – Le due probabili posizioni del punto nave (X ed Y): sono talmente distanti tra loro (a volte in emisferi diversi) che è impossibile non individuare quello corretto.

Appare evidente che, se le osservazioni con il sestante sono perfette, tutti i calcoli sono eseguiti alla perfezione e, se si sono assunte come coordinate stimate quelle dove effettivamente si trova l'osservatore, l'altezza vera e l'altezza stimata coincidono. Ovviamente questo non avviene mai e si ha sempre una differenza più o meno consistente tra altezza vera e stimata relative allo stesso astro.

Per ottenere l'indicazione del punto nave resta quindi la necessità di poter riportare su una carta nautica i due cerchi, aventi come raggio la distanza zenitale, definiti, anche se impropriamente, di "altezza" anziché di "distanza zenitale". Non si riporteranno i due cerchi d'altezza, ma due piccoli archi proprio in prossimità della loro intersezione. Questi archi, che sono infinitamente piccoli se riferiti alla dimensione del cerchio a cui appartengono, possono essere tranquillamente considerati dei segmenti (parte di retta) e sono definiti "rette d'altezza". Per disegnare la zona geografica di mare limitata nelle dimensioni e che comprende l'intersezione dei due segmenti si procede in questo modo:

- si applica la seguente formula tra altezza vera ed altezza stimata:

$$\Delta h \text{ (differenza di altezze)} = h_v - h_s \quad \text{algebraica}$$

- dal punto stimato dell'osservazione si traccia una linea tratteggiata nella direzione in cui si è osservato l'astro (azimut);
- con apertura di compasso pari alla differenza di altezze si riporta un tratto pari al Δh misurato sulla scala delle latitudini (come del resto avviene anche per le distanze) a partire dal centro della posizione stimata in direzione dell'astro se il Δh è positivo, in direzione opposta se negativo;
- da questo punto infine si traccia un segmento (retta di altezza) ortogonale all'azimut.

Nell'esempio di cui sopra si suppone, ad esempio, che l'astro sia stato osservato con un'altezza vera pari a $h_v = 51^\circ 45,5'$; la diff. di alt. è $\Delta h = 51^\circ 45,5' - 51^\circ 38,4' = +7,1'$, mentre l'azimut calcolato è $Az = 118^\circ,9$. La posizione stimata al momento dell'osservazione (09h 55m) è : $\varphi = 45^\circ 01,5' N - \lambda = 12^\circ 30,5' E$, e la nave sta seguendo $R_v = 080^\circ$.

Se quasi nello stesso istante si fosse osservato anche un altro astro (ad esempio il pianeta Giove) con altezza vera = $30^\circ 15,0'$, altezza stimata = $30^\circ 10,5'$, $\Delta h = + 4,5'$ azimut = 175° , il grafico sarebbe questo :

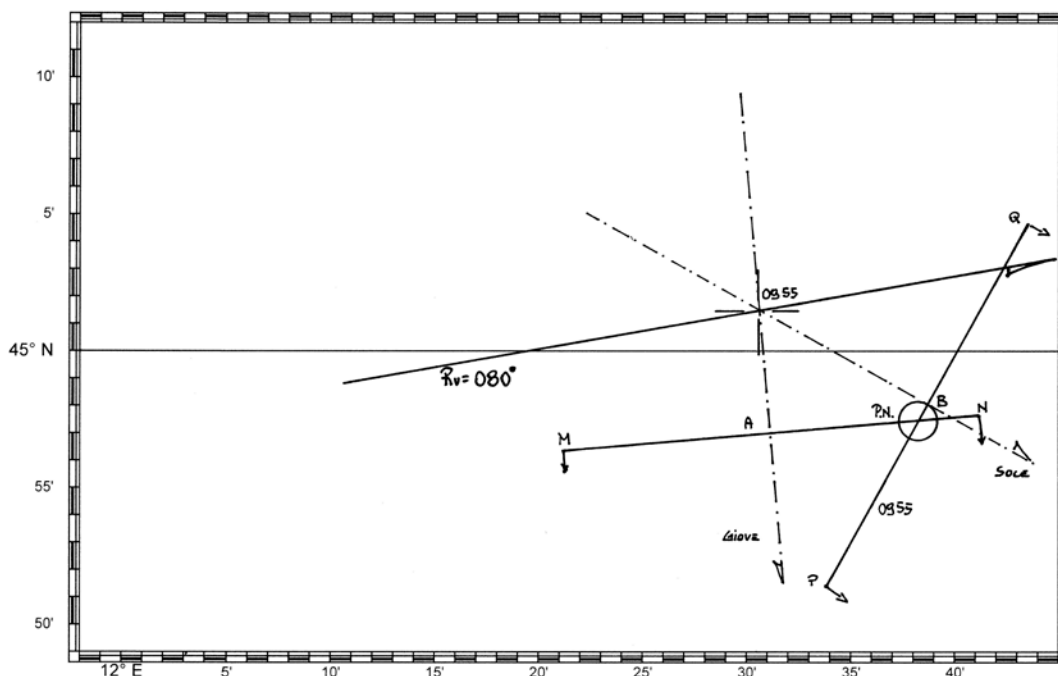


fig. 38 – grafico di punto nave con due rette di altezza

Il punto nave (P.N.) avrebbe come coordinate :

latitudine	$44^\circ 57,5' N$
longitudine	$12^\circ 38,3' E$

Si vedrà in seguito che le osservazioni dei vari astri non sono mai simultanee e si dovranno apportare delle lievi correzioni con la tecnica del trasporto.

Volendo fare una considerazione sulla probabile posizione della nave verrebbe da dire che, se non si trova molto spostata sulla dritta della rotta, potrebbe trovarsi quasi sicuramente più avanti rispetto alla posizione stimata delle 09.55.

Suggerimento: al momento dell'osservazione con il sestante controllare, anche con approssimazione, l'azimut dell'astro con la bussola, e si avrà così orientativamente la certezza di procedere successivamente con esattezza nelle trasformazioni da angolo zenitale Z ad azimut Az. Nel caso del Sole ed alle nostre latitudini l'angolo zenitale sarà nel corso della mattina (prima del passaggio al meridiano) Sud verso Est (azimut inferiore a 180°), nel pomeriggio Sud verso Ovest (azimut maggiore di 180°).

Approfondimento sulle rette d'altezza

Nell'ultimo disegno sono distinguibili due punti A e B chiamati punti determinativi perché in essi è tangente il cerchio d'altezza. In particolare in A quello di Giove, in B quello del Sole. Le rette d'altezza MN e PQ possono essere tranquillamente considerate dei segmenti che coincidono con gli archi dei cerchi di altezza.

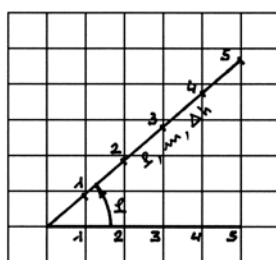
E' ovvio che più ci si allontana dal punto determinativo, ad esempio A, e si va in direzione di M o N ed oltre, più il cerchio di altezza si allontana dalla retta d'altezza. Altra considerazione da farsi nella scelta degli astri da osservare è questa : più gli astri sono alti sull'orizzonte (quindi grande altezza e piccola distanza zenitale), più sarà piccolo il cerchio di altezza, e maggiore sarà l'errore nel considerare cerchio e retta d'altezza coincidenti man mano ci si sposta dal punto determinativo. Si evitano in genere osservazioni di astri oltre gli 80° - 84° .

Il grafico ed il trasporto

Per realizzare un grafico perfetto dobbiamo esaminare due aspetti importanti: la sua scala ed il trasporto degli elementi (rette e/o meridiana) ad un unico istante che sarà identificato come punto nave.

Se utilizziamo una carta nautica le scale delle longitudini e delle latitudini ci appaiono ai margini della carta stessa. Il cammino, e cioè le distanze in miglia, unitamente alle differenze di altezze (altezza vera – altezza stimata) sarà misurato sulla scala delle latitudini.

Qualora si fosse impossibilitati ad utilizzare la carta nautica o si volessero conservare tutti i dati delle proprie osservazioni (grafico incluso) è possibile ricorrere all'utilizzo di un quaderno a quadretti (foglio formato A4). E' opportuno riportare calcoli e disegno sempre a matita per avere la possibilità di correggere gli errori. Per la costruzione della scala si prende in considerazione la larghezza del quadretto e la si considera la base della scala delle longitudini. Latitudini (ϕ), distanze in miglia (m) e differenze di altezza (Δh) dovranno essere prese sull'incrocio in verticale della scala delle longitudini con una linea obliqua che forma, con essa, un angolo pari alla latitudine dell'osservatore.



scala delle longitudini

Di regola nella marina mercantile ogni ufficiale di coperta possiede un proprio quaderno delle osservazioni astronomiche, che viene sempre lasciato in sala nautica a disposizione, per verifiche, di altri Ufficiali, del Comandante e delle autorità marittime.

Il "trasporto" di una retta o della meridiana si effettua quando si vuole riferire uno di questi due elementi ad un orario diverso da quello di osservazione: la retta infatti è un luogo di posizione riferito all'istante in cui si è osservato l'astro. Nel caso del Sole (retta e meridiana) in genere si trasporta la retta del mattino all'istante della meridiana; il trasporto sarà consistente (circa 2 ore). Nelle osservazioni di stelle si trasportano generalmente tutte ad un istante unico al centro dell'osservazione, quindi per alcuni astri si farà il trasporto in avanti di qualche minuto, per altri un trasporto all'indietro. Nel trasporto si compiono in genere errori inevitabili dovuti al fatto che si considerano una velocità stimata ed una rotta vera che purtroppo non sono quelle effettive.

Si segue la stessa tecnica utilizzata nella navigazione costiera (carteggio nautico) per i trasporti dei rilevamenti : si cerca di far incrociare i rilevamenti con angoli il più possibile prossimi a 90° (abituamente non si scende mai al di sotto dei 30°).

Converrebbe osservare il Sole al mattino anche verso le 09h (si avrebbe un azimut più lontano da quello della meridiana che è 0° o 180°), ma si dovrebbero gestire dei trasporti ben superiori alle 2h 30m con inevitabili errori dovuti ad errata valutazione di velocità e rotta. E' per questo motivo che nelle osservazioni di Sole non si oltrepassano le 2h – 2h 30m tra retta e meridiana.

Si traccia sulla carta nautica (o sul quaderno) la retta, poi un qualsiasi suo punto lo si trasporta in avanti o indietro, sempre secondo la rotta seguita, di una quantità di miglia pari al percorso effettuato tra l'istante effettivo dell'osservazione e l'orario desiderato. Successivamente si procederà a tracciare una nuova retta parallela alla precedente.

Ad esempio, una meridiana osservata alle 12.36 su di una nave con velocità effettiva di 12 nodi e $R_v = 045^\circ$ la si trasporterà indietro di 7,2 miglia indietro per ottenere una nuova retta (ed una nuova linea di posizione) riferita alle ore 12.00. Per indicare che una retta (o meridiana) è stata trasportata si appongono due apici (in sostituzione delle frecce) sempre nella direzione in cui si è osservato l'astro.

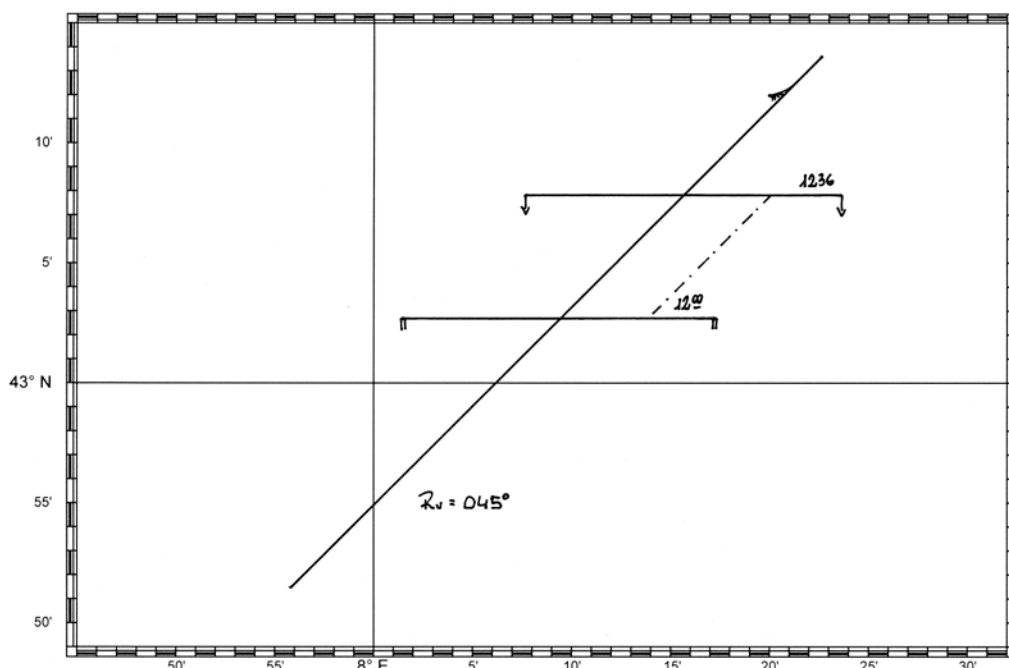


fig. 39 - esempio di trasporto di una meridiana dalle ore 12.36 alle ore 12.00

Approfondimento sulle carte nautiche

Sulle navi esiste in dotazione una serie di carte in proiezione di Mercatore che possono essere tranquillamente usate per la costruzione del grafico. Sono i Charting Sheets: dei veri e propri reticolati per il carteggio da usare nella traversate oceaniche; realizzati in scala 1: 1.300.000 vengono pubblicati dai principali istituti idrografici e coprono generalmente zone con fasce di latitudine di 2° - 3° .

Il punto nave con il Sole

1° caso : punto nave con retta e meridiana

30 Giugno 2025 : in navigazione da Livorno (43°30' N – 10°15' E) a P.ta Salinas (42°04' N – 03°13' E) con Rotta Vera = 255° e velocità 7 nodi; sestante con errore strumentale pari a zero e correzione per l'errore di indice di -1,6', elevazione dell'occhio sul livello del mare mt. 2,2.

L'ora di bordo è impostata sul fuso A (-1h): quando a Greenwich è mezzogiorno a bordo saranno le 13.00. Secondo le effemeridi il Sole passa a Greenwich alle 12h 03m 46s e stando alla carta nautica saremo in longitudine di circa 8° Est, il che significa che sul nostro meridiano il Sole transiterà prima (visto che siamo ad Est). Di quanto? Dell'equivalente di 8° di longitudine espressa però in ore e minuti. Dalla tabella di conversione arco in tempo (in appendice) otteniamo che l'anticipo sarà di 32 minuti. Con una certa precisione potremo dire che il Sole transita alle 11h 31m 46s GMT (12h 03m 46sec – 32m): a bordo saranno approssimativamente le 12h 32m.

E' consuetudine apporre sempre la sigla GMT o U.T. dopo ore, minuti e secondi per indicare l'orario di Greenwich; qualora si intenda l'orario di bordo non è necessario specificare nulla: se proprio si vuole essere precisi si riporta la sigla LT (per indicare il "Local Time").

Sulla carta nautica rileviamo la posizione stimata della nave per le 12h 32 partendo da quella (sempre stimata) delle 10.00 (43°04,7'N – 8°21,1'E). Il percorso in 2h 32m dovrebbe essere pari a 17,7 miglia. La posizione delle 12.32 è : 43°00,1'N – 8°00,5'E.

Si decide di effettuare l'osservazione con il Sole (retta di altezza) verso le ore 10.00-10.30 di bordo sempre per non avere un intervallo di tempo tra la retta e la meridiana eccessivo.

Infatti alle ore 09h 06m 15s GMT (10h 06m LT) si misura con il sestante l'altezza del lembo inferiore del Sole sull'orizzonte che è pari a 54° 07,0'. La posizione stimata della nave, sempre ricavata dalla carta nautica, è di 43°04,5' N - 8°20,2'E.

Si calcola l'angolo al polo del Sole ed il suo tempo locale ricordando la relazione del passaggio da angolo al polo a tempo: se $t < 180^\circ$: $t = Pw$ se $t > 180^\circ$: $Pe = 360^\circ - t$

su effemeridi in funzione di Tm e lm :	Sole		
		gradi	primi
Tm → 09h	Tv =	314	4
lm → 06m 15s	lv =	1	33,8
v = -0,1 letto sulle effemeridi e rapportato ai 06 minuti = 0,0	v Δ pp=		
longitudine 08° 20,2' E	Tv =	315	37,8
tempo locale del sole	+ λ (*/-)=	8	20,2
Angolo al Polo	tv =	323	58,0
	Pe =	36	2

il valore v o vt a seconda delle effemeridi usate è di 0.1'ed è riferito a 60 minuti : entrando sulle tabelle di interpolazione nella colonna dei 6 minuti si noterà che nelle parti proporzionali un valore di v/d di 0.1 per l'ora intera viene riproporzionato a 0,0 per i soli 6 minuti

Declinazione del Sole : alle 09.00 GMT è di 23° 08,6'; la variazione oraria " d " tra le 09.00 e le 10.00 è di -0.2'; nelle tabelle di interpolazione – parti proporzionali nella colonna dei 6 minuti in corrispondenza di 0.2 per v/d si leggerà 0.0. La declinazione per le 09h 06m 15s è di 23° 08,6' N.

Si procede con la correzione dell'altezza misurata, calcolo dell'altezza stimata, dell'azimut e realizzazione del grafico.

Altezza vera :

Sole		gradi	primi	
hi	=	54	7,0	altezza istrumentale
+/- c	=			corr. istrumentale
+/- γ	=		-1,6	corr. err. indice
ho	=	54	5,4	altezza osservata
- i	=		-2,6	depressione orizzonte
- r	=		-0,6	rifrazione astronomica
+ ζ	=		15,7	semidiametro
		gradi	primi	
hv	=	54	17,9	altezza vera

Altezza stimata:

Come già visto in altro capitolo si sviluppa la formula del " sen h " chiedendo aiuto alla calcolatrice scientifica. Prima si ricavano i valori dei seni di latitudine e declinazione : il loro prodotto è 0,26842; poi si passa al prodotto dei coseni di latitudine, declinazione ed angolo al polo (0,54316). L'angolo al polo è inferiore ai 90°, latitudine e declinazione sono entrambi Nord, pertanto i due prodotti si sommano. Infine si richiede alla calcolatrice di trasformare il valore del "sen h" in arco (gradi e decimi di grado) : 54,2516°.

latitudine	φ	=	43° 04,5' N
longitudine	λ	=	8° 20,2' E
declinazione	δ	=	23° 08,6' N
angolo al polo	P	=	36° 02' E

funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice)					
sen φ	=	0,68296 x	cos φ	=	0,73046 x
sen δ	=	0,39303	cos δ	=	0,91952 x
			cos P	=	0,80867
m	=	0,26842	n	=	0,54316
n	=	0,54316	" m " positivo se latitudine e declinazione sono omonime (entrambe nord o sud) - " n " positivo se angolo al polo < 90°		
sen h	=	0,81159	54,25		
hs	=	54° 15,0'			

N.B. Nel ricavare con la calcolatrice i valori delle funzioni trigonometriche :

- utilizzare sempre le cinque cifre decimali (nell'esempio di cui sopra seni, coseni e relative moltiplicazioni sono state riportate correttamente le 5 cifre);
- nella conversione dal valore del sen h (0,81159) i gradi devono essere accompagnati da almeno quattro decimali: nell'esempio in tabella ci si è fermati **ERRONEAMENTE** a due: 54°,25 mentre doveva essere indicato il valore angolare in 54°,2516. Questo può comportare imprecisioni nell'arrotondamento dei decimi di primo dell'altezza stimata e deve essere tassativamente evitato. Se si fosse operato correttamente l'altezza stimata sarebbe stata di 54° 15,1'!

Dall'espressione Δh = hv – hs (54°17,9' - 54°15,0') si ricava appunto la differenza di altezze :

$$\Delta h = + 2,9'$$

Calcolo dell'azimut :

latitudine	φ	=	<u>43° 04,5' N</u>
longitudine	λ	=	<u>8° 20,2' E</u>
declinazione	δ	=	<u>23° 08,6' N</u>
angolo al polo	P	=	<u>36° 02,0' E</u>

Calcolo Azimuth con Az. Tables		
da tav. AT1 :	AT1	= <u>-12,8</u>
da tav. AT2 :	AT2	= <u>7,3</u>
somma AT1 + AT2		= <u>-5,6</u>
Angolo Zenitale	Z	= <u>S 67,8 E</u>
Azimuth	Az	= <u>112,2</u>

Anche in questo caso AT1 è negativo perché l'angolo al polo è inferiore a 90°, AT2 è positivo perché latitudine e declinazione sono omonime.

Z (angolo zenitale) si misura dal polo opposto (Sud) perché la somma di AT1 ed AT2 è negativa e verso Est perché l'angolo al polo è Est.

Per ultimo il grafico :

si riporta in corrispondenza del punto stimato delle 10.06 LT l'azimut del Sole (direzione in cui si è osservato l'astro) $Az = 112^\circ$ (con il goniometro non si riesce ad approssimare al decimo di grado !). Essendo il Δh positivo (+2,9') si tratterà il segmento ortogonale all'azimut ad una distanza di 2,9' (misurati sulla scala delle latitudini) a partire dal punto stimato verso il Sole. Se il Δh fosse stato negativo si sarebbe misurato nella direzione opposta.

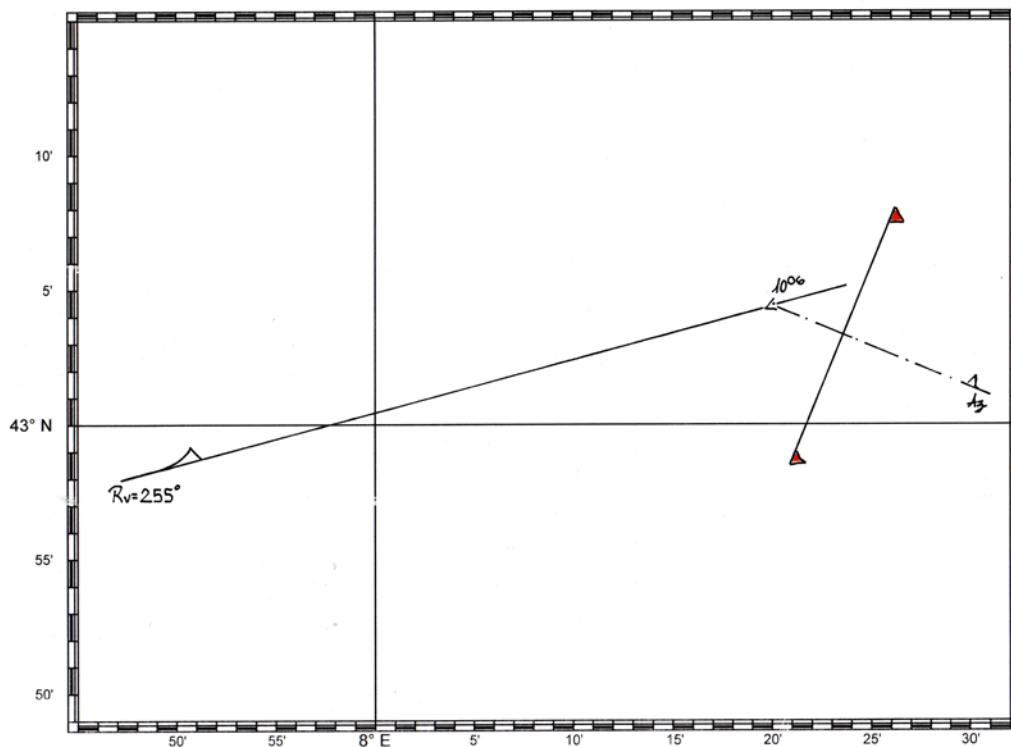


fig. 40 – grafico con la retta delle ore 10.06

Per l'istante in cui il Sole passerà al meridiano si dovrà calcolare la declinazione : ora prevista circa 12h 32m di bordo equivalenti alle 11h 32m di Greenwich. Dalle effemeridi si ricava la declinazione per le 11.00 UT: 23° 08,3' N. Il valore "d" tra le ore 11.00 e le 12.00 è pari a -0.2': nelle "tabelle di interpolazione" nella colonna dei

32 minuti ed in corrispondenza di v/d delle parti proporzionali al valore 0.2 si leggerà 0.1 (il segno negativo lo si definisce per intuizione visto che il valore “d” complessivo è di -0.2’). La declinazione per l’istante della meridiana è pari a 23° 08.2’.

Verso le ore 12.25 LT, in previsione del passaggio al meridiano superiore, si inizia a misurare l’altezza del Sole sull’orizzonte che appare in direzione Sud. Si accerta un’altezza meridiana di 69° 53,4’ e si apportano le previste correzioni :

Sole		gradi	primi	
hi	=	69	53,4	altezza istrumentale
+/- c	=			corr. istrumentale
+/- γ	=		-1,6	corr. err. indice
ho	=	69	51,8	altezza osservata
- i	=		-2,6	depressione orizzonte
- r	=		-0,3	rifrazione astronomica
+ ζ	=		15,7	semidiametro
hv	=	70	4,6	altezza vera

L’altezza vera di 70°04,6’ si trasforma in distanza zenitale “z” (90°-h) : 19° 55,4’.

Sulle effemeridi nautiche si ricava la declinazione del Sole al pms per le 11h 31m 46s GMT : per le 11.00 è 23°08.3’ N; la differenza “ d ” tra le 11.00 e le 12.00 è di -0.2’. Nelle tabelle di interpolazione alla pagina dei 31 minuti le parti proporzionali per 0.2 indicano un valore di 0.1 che sarà ovviamente negativo. Alle 11h 31m 46s la declinazione è di : 23° 08.2’ N.

Con la breve formula :

$$\phi_m = z + \delta \quad \text{somma algebrica}$$

si ottiene la latitudine meridiana per le 11h 32m LT : 19°55,4’ + 23° 08,2’ = 43°03,6’ N.

Arrivati sin qui non rimane altro da fare che tracciare un segmento orientato per E-W indicante la retta meridiana che è la latitudine alle ore 12.32 di bordo. Si trasporta la retta delle 10.06 nel senso della rotta vera di 17,0 miglia (2h 26m * 7 nodi).

L’incrocio tra la meridiana e la retta delle 10.06 “trasportata” corrisponde al punto nave delle 12.32 LT : latitudine $\phi = 43^\circ 03,6' \text{ N}$; longitudine $\lambda = 8^\circ 03,9'$.

Rispetto alla stima il punto nave è più indietro ed a dritta:

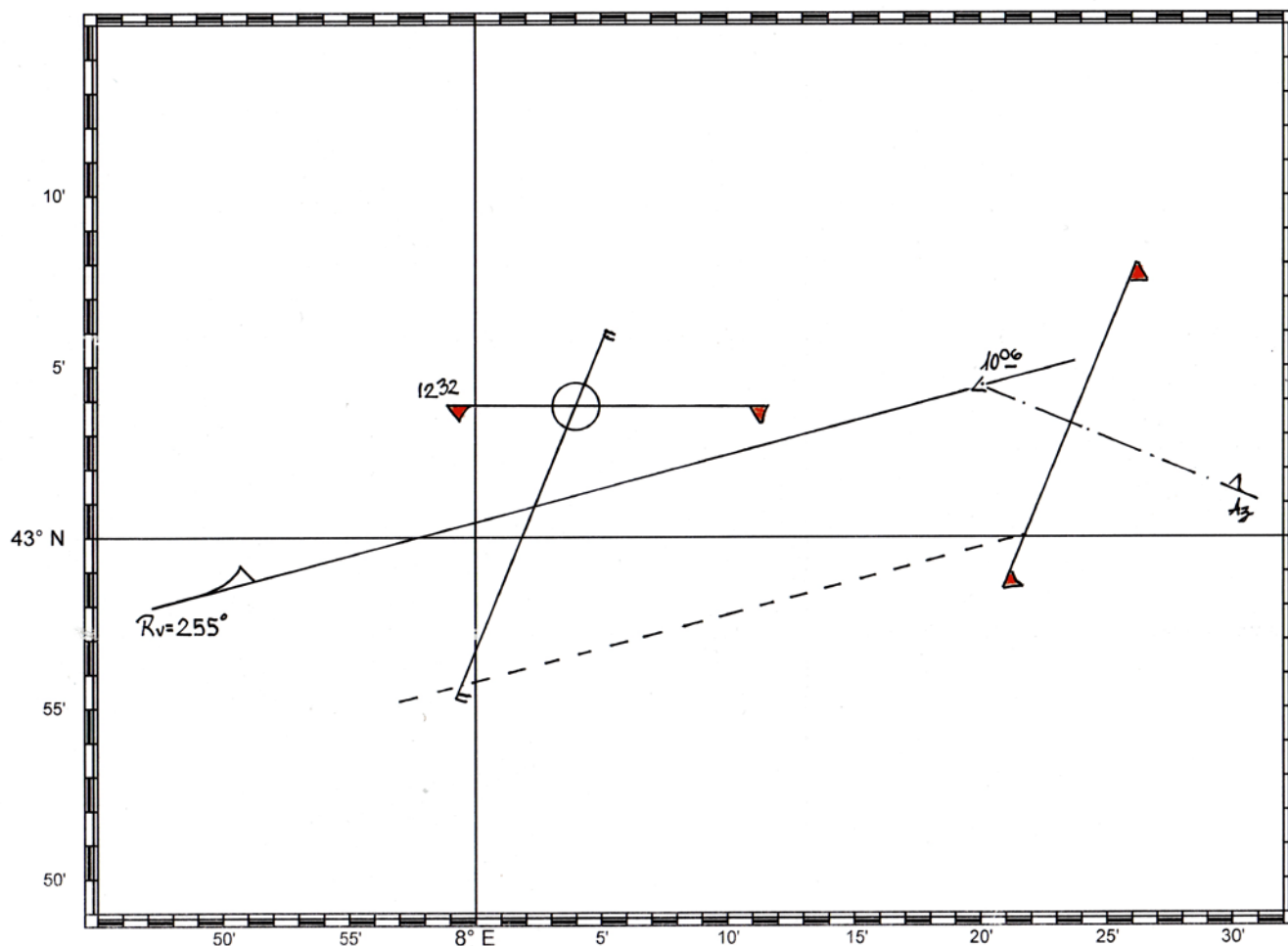


fig. 41 – grafico con retta d'altezza delle ore 10.06 e meridiana delle 12.32

2° caso : punto nave con due rette di Sole

1 marzo 2025: in navigazione da Augusta a Port Said - $R_v = 114^\circ$ e velocità 10,5 nodi; sestante con correzione dell'errore strumentale pari a $+0,5'$ e correzione per l'errore di indice di $+1,1'$, elevazione dell'occhio sul livello del mare mt. 2. Ora di bordo sul fuso B (-2h): quando l'orologio di bordo indicherà le 12.00 a Greenwich saranno le 10.00 – Cronometro di bordo con "k" = 0 sec : l'ora coincide esattamente con quella di Greenwich.

Come si evince dalle effemeridi nautiche del primo di marzo 2025 il Sole passa al meridiano di Greenwich alle 12h 12m 15s. Trovandosi la nave in longitudine molto approssimata di 26° Est si prevede che la meridiana "passi" prima rispetto a Greenwich dell'equivalente della longitudine. Utilizzando la tabella di conversione arco in tempo si trasformano i gradi in ore, minuti e secondi : $26^\circ = 1h\ 44m$. Visto che si è utilizzata una longitudine molto approssimata si presume che il Sole transiti al meridiano verso le 10h 28m GMT (12h 28m di bordo). Si decide di effettuare la prima osservazione di Sole verso le 09.00 GMT (11.00 di bordo).

Alle ore 09h 00m 20s GMT (11h 00m LT) si misura l'altezza del lembo inferiore del Sole sull'orizzonte con il sestante: è pari a $43^\circ\ 54,9'$. Per quell'istante si ricava sulla carta nautica la posizione stimata : latitudine $33^\circ\ 20'N$ – longitudine $26^\circ\ 00'E$.

Si procede al calcolo dell'angolo al polo e del tempo locale :

su effemeridi in funzione di Tm e Im :	Sole		
		gradi	primi
Tm → 09h	T☉ =	311	55,9
Im → 00m 20s	I☉ =		5
v = 0,1 letto sulle effemeridi e rapportato ai 00 minuti = 0,0 longitudine 26° 00,0' E tempo locale del sole Angolo al Polo	v Δ pp =		
	T☉ =	312	0,9
	+ λ (*/-) =	26	
	t☉ =	338	0,9
	Pe =	21	59,1

Declinazione del Sole : alle 09.00 GMT è di 7°25,9'S; la variazione oraria "d" tra le 09.00 e le 10.00 è di -1.0' : nelle tabelle di interpolazione – parti proporzionali, in corrispondenza della colonna degli 0 minuti e per v/d = 1,0, si leggerà un "pp" di 0,0. La declinazione per le 09h 00m 20s UT è di 7°25,9'S.

Come nel caso precedente si prosegue con la correzione dell'altezza misurata, calcolo dell'altezza stimata, dell'azimut e realizzazione del grafico.

Calcolo dell'altezza vera :

Sole				
		gradi	primi	
hi	=	43	54,9	altezza instrumentale
+/- c	=		0,5	corr. instrumentale
+/- γ	=		1,1	corr. err. indice
ho	=	43	56,5	altezza osservata
- i	=		-2,5	depressione orizzonte
- r	=		-0,9	rifrazione astronomica
+ ζ	=		16,1	semidiametro
hv	=	44	9,2	altezza vera

Calcolo dell'altezza stimata:

sempre con la calcolatrice si ricavano i valori di seno e coseno dei tre elementi che costituiscono il triangolo sferico : latitudine stimata, declinazione ed angolo al polo.

Il prodotto dei due seni è pari a 0,07107, quello dei coseni 0,76823. L'angolo al polo è inferiore ai 90°, latitudine e declinazione sono di segno differente (una Nord, l'altra Sud): i due prodotti si sottraggono. Per ultimo si trasforma, con l'ausilio della calcolatrice, il valore del "sen h" (0,69716) in arco (gradi e decimi di grado) : 44°,199 = 44° 12,0'.

latitudine	φ	=	33° 20' N
longitudine	λ	=	26° 00' E
declinazione	δ	=	7° 25,9'S
angolo al polo	P	=	21° 59,1'E

<i>funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice)</i>			
sen φ =	0,54951 x	cos φ =	0,83549 x
sen δ =	<u>0,12934</u>	cos δ =	0,99160 x
		cos P =	<u>0,92728</u>
m =	<u>0,07107</u>	n =	<u>0,76823</u>
n =	<u>0,76823</u>	<i>" m " positivo se latitudine e declinazione sono omonime (entrambe nord o sud) - " n "</i>	
sen h =	<u>0,69715</u>	<i>positivo se angolo al polo < 90°</i>	
hs =	<u>44°,19959</u>		
			<u>44° 12'</u>

"m" è negativo perché latitudine e declinazione sono di segno contrario

Dall'espressione $\Delta h = h_v - h_s (44^\circ 09,2' - 44^\circ 12,0')$ si ricava la differenza di altezze :

$$\Delta h = - 2,8'$$

Calcolo dell'azimut :

latitudine	φ	=	<u>$33^\circ 20' N$</u>
longitudine	λ	=	<u>$26^\circ 00' E$</u>
declinazione	δ	=	<u>$7^\circ 25,9' S$</u>
angolo al polo	P	=	<u>$21^\circ 59,1' E$</u>
elevazione mt.	e	=	<u>$2,0$ mt.</u>

Calcolo Azimuth con Azimuth Tables			
da tav. AT1 :	AT1	=	<u>$-16,3$</u>
da tav. AT2 :	AT2	=	<u>$-3,5$</u>
somma AT1 + AT2		=	<u>$-19,8$</u>
Angolo Zenitale	Z	=	<u>$S 31,2 E$</u>
Azimuth	Az	=	<u>$148,8^\circ$</u>

AT1 è negativo perché l'angolo al polo è inferiore a 90° , AT2 è negativo perché latitudine e declinazione sono eteronime (segno opposto).

Z (angolo zenitale) si misura dal polo opposto (Sud) perché la somma di AT1 ed AT2 è negativa e verso Est perché l'angolo al polo è Est.

Sviluppo del grafico:

si riporta in corrispondenza del punto stimato delle 09.00 LT l'azimut del Sole (direzione in cui si è osservato l'astro) $Az = 148,8^\circ$ (con il goniometro si approssima a 149° scarsi). Essendo il Δh negativo ($-2,8'$) si tratterà il segmento ortogonale all'azimut ad una distanza di $2,8'$ (misurati sulla scala delle latitudini a partire dal punto stimato nella direzione opposta al Sole. Se il Δh fosse stato positivo si sarebbe misurato nella direzione del Sole.

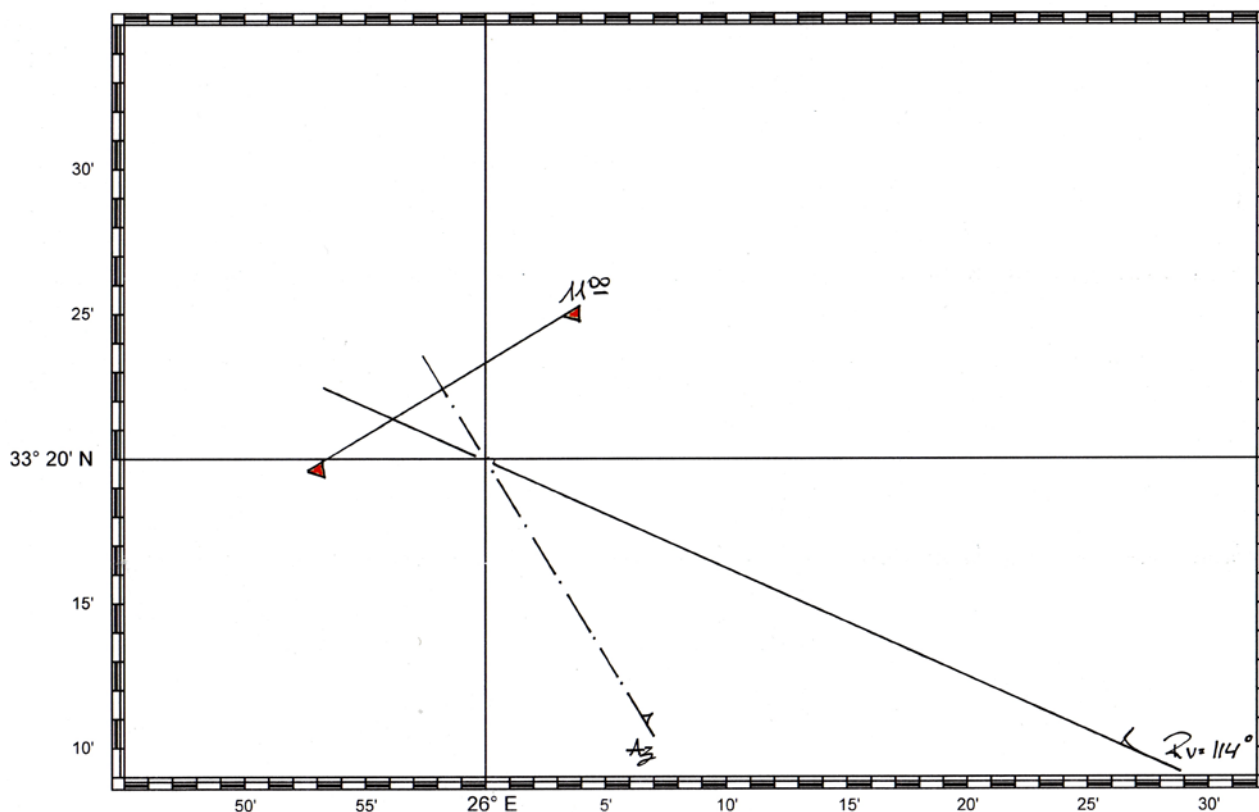


fig. 42 – grafico con la retta delle ore 11.00 ora di bordo

Verso le ore 11.30 LT in cielo compaiono le prime nuvole e all'orario previsto della meridiana la volta celeste è tutta coperta. Successivamente la situazione migliora grazie anche ad un vento teso in quota che lascia intravedere il Sole di tanto in tanto.

Per la determinazione del punto nave, avendo dovuto rinunciare alla meridiana, si opta per un grafico composto da due rette "classiche". In fin dei conti anche la meridiana è una retta orientata per E-W, poiché l'azimut alle nostre latitudini è sempre 180°, culminando il Sole a Sud. Si decide pertanto di fare un'osservazione il prima possibile per avere sempre le due osservazioni intervallate da una differenza di tempo non eccessiva.

Infatti verso le ore 13 (di bordo) si riesce ad effettuare una misurazione con il sestante : un'altezza strumentale di 48°23,8' viene rilevata alle 11h 00m 10s GMT (13.00 local time). Le coordinate del punto stimato (dedotte dalla carta nautica) sono : latit. 33°11,4' N – long. 26°21,3' E

Come già fatto nell'altra osservazione si procede con :

- determinazione di angolo al polo, tempo locale (t☀) e declinazione del Sole (δ)
- correzione dell'altezza strumentale
- calcolo di altezza stimata
- calcolo di azimut
- disegno del grafico

Calcolo dell'angolo al polo e tempo locale (t☀) :

su effemeridi in funzione di Tm e lm :	Sole		
		gradi	primi
Tm → 11h	T☀ =	341	56,1
lm → 00m 10s	I☀ =		2,5
v = 0,1 letto sulle effemeridi e rapportato ai 00 minuti = 0,0	v Δ pp =		
longitudine 26° 00,0' E	T☀ =	341	58,6
tempo locale del sole	+ λ (*-)=	26	21,3
Angolo al Polo	t☀ =	8	19,9
	Pw =	-8	19,9

Declinazione del Sole δ : alle 11.00 GMT è di 7°24,0' S; la variazione oraria "d" tra le 11.00 e le 12.00 è di -1.0' : anche in questo caso nelle tabelle di interpolazione – parti proporzionali, in corrispondenza della colonna degli 0 minuti e per v/d = 1,0, si leggerà un "pp" di 0,0. La declinazione per le 11h 00m 10s UT è di 7°24,0'S.

Calcolo dell'altezza vera:

Sole				
		gradi	primi	
hi	=	48	23,8	altezza strumentale
+/- c	=		0,5	corr. strumentale
+/- γ	=		1,1	corr. err. indice
ho	=	48	25,4	altezza osservata
- i	=		-2,5	depressione orizzonte
- r	=		-0,8	rifrazione astronomica
+ ζ	=		16,1	semidiametro
hv	=	48	38,2	altezza vera

Calcolo dell'altezza stimata:

si ricavano dalla calcolatrice i valori di seno e coseno di latitudine stimata, declinazione ed angolo al polo.
 Il prodotto dei due seni è pari a 0,07051, quello dei coseni 0,82113. Come nel caso precedente l'angolo al polo è inferiore ai 90°, latitudine e declinazione sono di segno opposto (una Nord, l'altra Sud): i due prodotti si sottraggono. Per ultimo si trasforma, con l'ausilio della calcolatrice, il valore del "sen h" (0,75063) in arco (gradi e decimi di grado) : $48,64464^\circ = 48^\circ 38,7'$

latitudine	φ	=	$33^\circ 11,4'$
longitudine	λ	=	$26^\circ 21,3'$
declinazione	δ	=	$7^\circ 24' S$
angolo al polo	P	=	$8^\circ 19,9' W$

<i>funzioni trigonometriche naturali (da calcolatr.)</i>							
sen φ	=	$0,54742$	x	cos φ	=	$0,83686$	x
sen δ	=	$0,12880$		cos δ	=	$0,99167$	x
				cos P	=	$0,98945$	
m	=	$0,07051$		n	=	$0,82113$	
n	=	$0,82113$		<i>"m" positivo se latitudine e declinazione sono omonime</i>			
sen h	=	$0,75063$		<i>(entrambe nord o sud) - "n"</i>			
				<i>48,64464° "positivo se angolo al polo < 90°"</i>			
hs	=	$48^\circ 38,7'$					

Dall'espressione $\Delta h = h_v - h_s$ ($48^\circ 38,2' - 48^\circ 38,7'$) si ricava la differenza di altezze :

$$\Delta h = - 0,5'$$

Calcolo dell'azimut :

latitudine	φ	=	$33^\circ 11,4' N$
longitudine	λ	=	$26^\circ 21,3' E$
declinazione	δ	=	$7^\circ 24,0' S$
angolo al polo	P	=	$8^\circ 19,9' W$

Calcolo Azimuth con Az. Tables	
da tav. AT1 :	AT1 = $-44,7$
da tav. AT2 :	AT2 = -9
somma AT1 + AT2	= $-53,6$
Angolo Zenitale Z	= $S 12,6 W$
Azimuth Az	= $192,6^\circ$

Sviluppo del grafico :

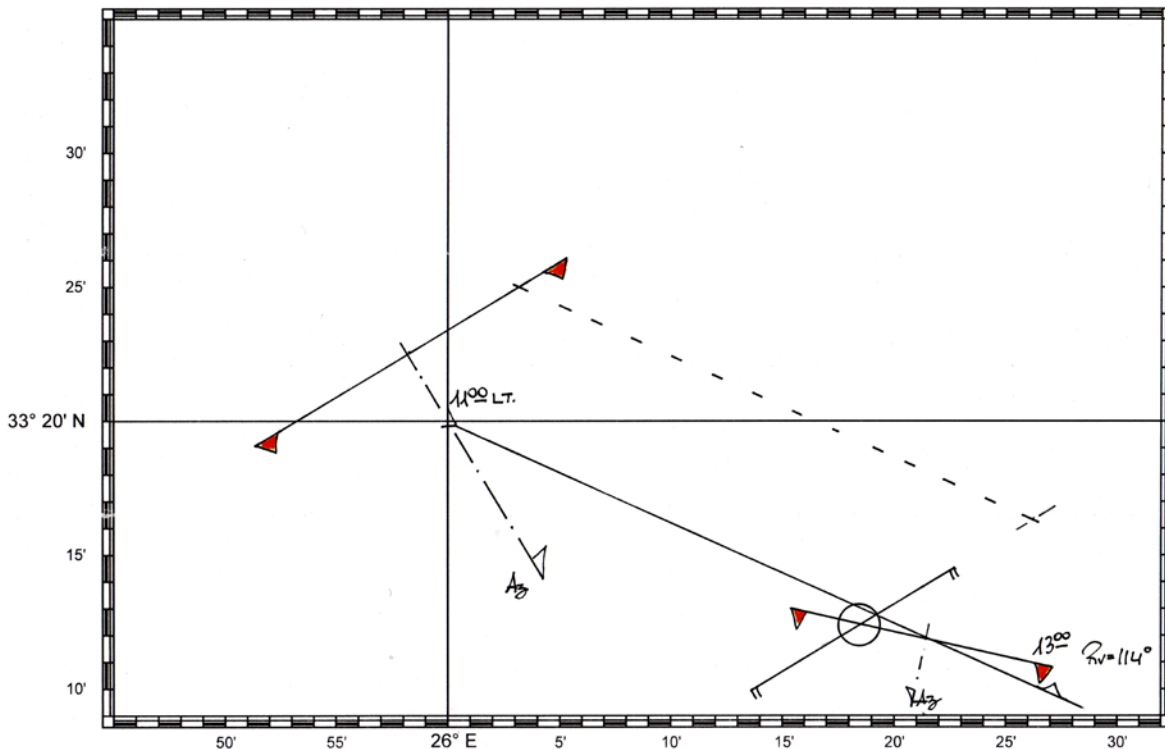


fig. 43 – grafico con retta d'altezza delle ore 10.06 e meridiana delle 12.32

Dal punto stimato per le 13.00 si traccia l'azimut del Sole ($192,6^\circ$) e ad una distanza dal punto stimato pari alla differenza di altezza ($-0,5'$, quindi in direzione opposta al Sole) si disegna la retta d'altezza ortogonale all'azimut. Infine si trasporta la retta delle ore 11.00 alle 13.00 (velocità $10,5 \times 2 \text{ ore} = 21 \text{ mg.}$).

L'incrocio della retta delle 13.00 con quella "trasportata" delle 11.00 costituisce il punto nave delle 13.00 (latitudine $33^\circ 12,7' \text{ N}$ – longitudine $26^\circ 18,7' \text{ E}$).

Appare evidente che il punto nave è indietro, rispetto a quello stimato, di circa 2,5 miglia.

Considerazione

Se si fosse riusciti a fare il punto con la meridiana avremmo ottenuto un angolo di incrocio tra le rette di soli 31° (az. 180° e $148,8^\circ$); quello realizzato, di 44° (az. $192,6^\circ$ e $148,8^\circ$), garantisce certamente un punto più preciso. E' bene cercare di realizzare, se possibile, incroci di rette con differenza di azimut superiori ai 30° - 35° .

Esercitazione pratica sulla "terraferma"

Orizzonte a "bacinella"

Si può simulare in modo esemplare qualsiasi osservazione di Sole anche standosene tranquillamente a casa propria utilizzando un orizzonte artificiale in sostituzione di quello marino. L'importante è trovarsi all'aria aperta in condizioni di assenza di vento (anche una leggera brezza impedirebbe il buon esito dell'esperimento).

Occorrente:

- una teglia senza manici con il bordo molto basso (altezza della sponda max 10 mm.) e del diametro di 300–360 mm;
- liquido per simulare l'orizzonte marino.



fig. 44 - la teglia utilizzata come orizzonte artificiale

Il liquido, che secondo la teoria dovrebbe essere costituito da mercurio, viene tranquillamente sostituito da detergente per stoviglie:

- meno costoso, anzi a costo zero, perché si recupera e si riutilizza come detersivo per piatti;
- non crea problemi nell'utilizzo: se si dovesse rovesciare il mercurio sarebbe assai difficoltoso il suo recupero;
- è reperibile ovunque.

In alternativa si possono utilizzare olio o nafta : non evaporano, ma si maneggiano con meno disinvoltura rispetto al detergente per stoviglie.

Lo si utilizza generalmente diluito con acqua (20%-30%), soprattutto nei mesi caldi, perché il detergente tende a liberarsi dell'acqua per effetto del caldo e dell'irraggiamento solare. Deve sempre rimanere liquido per garantire una superficie perfettamente orizzontale; se lo si lascia esposto al Sole per diversi minuti esso diventerà cremoso e si dovrà provvedere alla sua completa sostituzione: un buon detergente è di per sé già molto denso ed è per questo che lo si diluisce. La diluizione è bene effettuarla il giorno prima e lasciare riposare il tutto con il tappo leggermente aperto. Al momento dell'utilizzo il liquido non deve avere nessuna bolla d'aria incorporata e va versato nella bacinella molto lentamente, con flusso continuo e graduale per evitare il formarsi di bolle sia nella bacinella che nel flacone.

E' da tenere presente che più il liquido è diluito con acqua e più sarà garantito il suo livellamento, ma sarà più soggetto a diventare superficie "mossa" per l'eventuale presenza di vento, e quindi facilmente inutilizzabile.

Nella pratica si misura l'angolo formato dall'immagine diretta del Sole alto nel cielo con la sua immagine riflessa nella bacinella : il sestante lo si punta nella bacinella e si porta il lembo dell'immagine diretta a sfiorare quella riflessa. A fine misurazione l'apertura angolare del sestante sarà il doppio dell'altezza reale sull'orizzonte.

La correzione da apportare al sestante sarà quella del lembo inferiore.

L'osservazione, rispetto ad un orizzonte marino, è agevolata dal fatto che si osserva il Sole muoversi in altezza con velocità doppia rispetto a quella reale; questo ci favorisce per determinare con più precisione l'istante dell'osservazione (nel caso di retta di altezza non meridiana).

Le procedure di calcolo sia per la meridiana che per la retta di altezza corrispondono a quelle descritte in precedenza. L'unica differenza sta nelle correzioni delle altezze misurate.

All'altezza istrumentale (quella misurata con il sestante) si apportano le consuete correzioni per errore strumentale e errore d'indice. Ottenuta l'altezza osservata si interviene dimezzandone il valore; successivamente si procede con solo due correzioni previste per il Sole, e cioè : rifrazione atmosferica e semidiametro.

Come si può constatare viene esclusa la correzione per l'elevazione dell'occhio sull'orizzonte (depressione).

Alcuni testi, per raggiungere il massimo della precisione, suggeriscono di tener conto della parallasse in altezza e della temperatura/pressione nel determinare la correzione per la rifrazione. Nella pratica di bordo il navigante mai si è "sognato" di spingersi in queste considerazioni.

Esempio di correzione dell'altezza istrumentale

Il giorno 1 luglio 2025 (in Siberia $\lambda = 67^{\circ}30'$ E) si suppone di aver misurato il Sole al passaggio del meridiano superiore (lembo inferiore). La correzione "c" è di $-1.4'$, mentre la correzione dell'errore d'indice γ è di $-1.2'$. In precedenza si era calcolato il suo passaggio per le 07h 33m 57s GMT. Per quell'istante la declinazione del Sole è di $23^{\circ} 03,3'N$. L'altezza istrumentale misurata con l'ausilio di un orizzonte artificiale (a bacinella) è pari a $116^{\circ}59,4'$.

Ovviamente NON verrà effettuata nessuna correzione per l'elevazione dell'occhio sull'orizzonte !

altezza istrumentale	hi	=	116° 59,4'
errore strumentale	c	=	- 1,4'
errore d'indice	γ	=	<u>- 1,2'</u>
altezza osservata x 2	ho	=	116° 56,8'
altezza osservata	ho	=	58° 28,4'
rifrazione	r	=	- 0,5'
semidiametro	σ	=	<u>+ 15,7'</u>
altezza vera meridiana	hvm	=	58° 43,6'

Applicando la formula per la latitudine con altezza meridiana si ottiene :

distanza zenitale (90° -hvm)	=	$31^\circ 16,4'$
declinazione Sole δ	=	<u>$23^\circ 04,9'$</u>
latitudine φ	=	$54^\circ 21,3'N$

Orizzonte artificiale a “bolla”

Per dovere di cronaca citiamo uno strumento realizzato dalla ditta Cassens & Plath che viene installato sul sestante in sostituzione del binocolo e che consente di effettuare osservazioni anche notturne e senza orizzonte alcuno. All'interno dello strumento è presente un sistema combinato di reticolato e bolla. Quando l'astro si trova al centro della bolla e quest'ultima a sua volta al centro del reticolato, il sestante si troverà in posizione perfettamente verticale e l'astro riflesso in corrispondenza dell'orizzonte. Non resterebbe altro da fare che prendere l'istante astronomico esatto e leggere l'altezza indicata sul nonio/scala graduata del sestante. La pratica è ben diversa: è assai difficile portare sia l'astro che la bolla al centro del reticolato e i risultati che si ottengono molto spesso non sono soddisfacenti! Lo strumento si può montare solo sui sestanti della casa produttrice e sul Celestaire Astra III Professional, sia per il tipo di attacco sul telaio del sestante, sia perché necessita di alimentazione elettrica fornita da pile.



fig. 45 – l'accessorio “orizzonte artificiale a bolla”

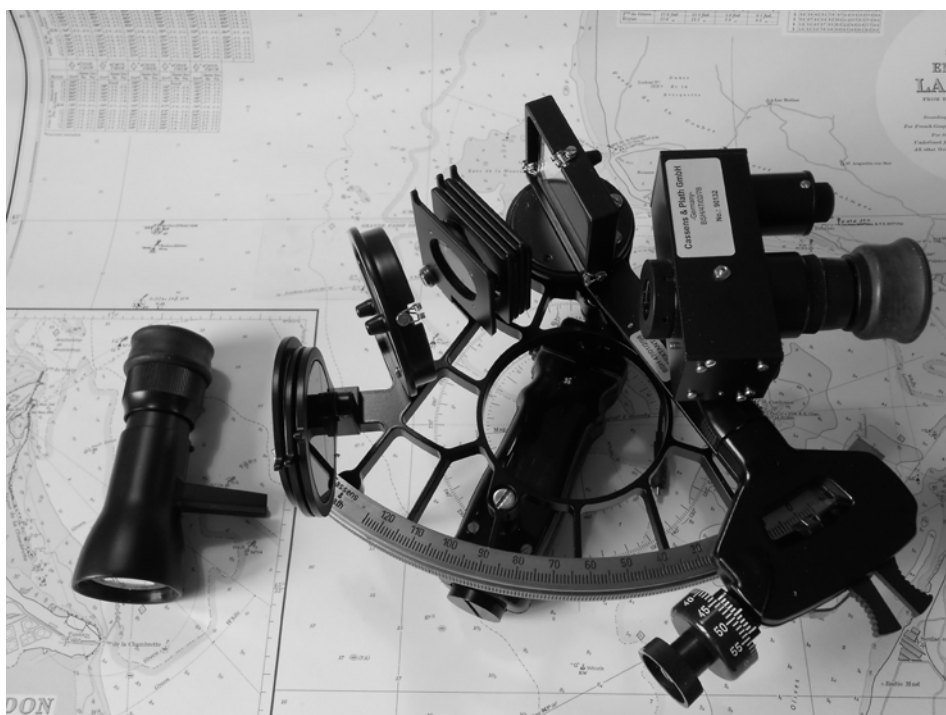


fig. 46 – l'orizzonte artificiale montato sul sestante Cassens & Plath

Anche con questo sistema non deve essere apportata alcuna correzione per l'elevazione dell'occhio sull'orizzonte e l'altezza misurata non sarà "doppia".

Il prezzo di vendita raggiunge quasi la metà del costo del sestante e talvolta supera il prezzo di un sestante di qualità media. Tutte queste "circostanze" portano a sconsigliarne l'acquisto.

Approfondimenti e limiti nell'utilizzo dell'orizzonte a "bacinella"

Visto che con il sestante non si riescono a misurare angoli superiori ai 120°-125° e che con l'orizzonte a "bacinella" le altezze vengono raddoppiate non si potrà mai osservare un astro avente un'altezza superiore ai 60°-62°.

Ne deriva che le osservazioni di Sole al passaggio al meridiano superiore potranno avvenire solo entro questi limiti. Approssimativamente si può concludere che nelle nostre zone il Sole supera i 60° di altezza sull'orizzonte :

a Genova dal 27 Aprile al 15 Agosto

a Siracusa dal 7 Aprile al 5 Settembre

quindi il Sole non sarà più osservabile al pms, ma saranno possibili osservazioni con altezze inferiori e la procedura di calcolo sarà quella relativa ad una semplice retta d'altezza.

Errori

Gli errori che precedono il calcolo astronomico sono legati alla non esatta conoscenza dei difetti dello strumento, in particolare dell'eccentricità (dato sconosciuto o divenuto rilevante a causa, ad esempio, di cadute dello strumento), e che pertanto non vengono corretti, o a elementi riconducibili alle condizioni meteo-marine (visibilità non perfetta, valori anomali della depressione dell'orizzonte marino etc.) o comunque strettamente collegati all'istante dell'osservazione.

Lettura errata del valore di altezza misurata con il sestante : a tal proposito, oltre a prestare molta attenzione nella trascrizione dei gradi letti sull'arco graduato e dei primi/decimi sul nonio, nelle osservazioni di Sole è saggio riporre il sestante, se possibile, senza muovere l'alidada. In caso di dubbio si potrà andare a controllare nuovamente la misurazione effettuata con il sestante.

Può succedere di arrivare alla conclusione dei calcoli e riscontrare una notevole differenza di altezza (altezza vera – altezza stimata) relativa ad un astro. Questo può essere dovuto principalmente a due motivi : o si è osservato con il sestante un astro diverso da quello prescelto, oppure si è commesso un errore nei calcoli (a volte nelle somme di gradi, primi e decimi, ma più frequentemente nelle sottrazioni). Solo dopo un controllo di tutti i calcoli si arriva a concludere che si è “sbagliato astro”.

Errore riferito al cronometro : è legato alla mancata conoscenza esatta dello scostamento del cronometro dal segnale orario di Greenwich, e si manifesta in un errore, solo in longitudine, del punto nave (un minuto sul tempo si traduce in 15' di longitudine). L'osservazione del Sole al passaggio al meridiano superiore, “meridiana”, (azimut 180° o 0° - retta orientata E-W) non è mai affetta da tale errore.

Errori nei calcoli : altri errori che si possono commettere sono dovuti alla non corretta trasformazione dei tempi (del Sole o delle stelle) e dell'angolo zenitale nei relativi angoli al polo o azimut. Nel ricavare i dati astronomici sulle effemeridi si possono facilmente utilizzare colonne improprie di dati; in particolare si possono invertire le colonne di quelli relativi al Sole ed al punto γ utilizzando le tavole di interpolazione per gli intervalli di tempo di minuti e secondi.

Errore nel grafico : è dovuto essenzialmente al considerare l'arco del cerchio di altezza un segmento o tratto lossodromico. E' ridotto al minimo, diventando pertanto trascurabile, se si osservano astri non eccessivamente alti (approssimativamente con altezza sull'orizzonte non superiori ai 75° - 80° circa); il grafico, pertanto, sarà costituito da rette determinate da cerchi d'altezza di grandi dimensioni (distanza zenitale superiore ai 10°).

Errore di trasporto nel grafico : come già introdotto in altro capitolo è dovuto alla differenza tra la velocità stimata e quella effettiva e si concretizza al momento di trasportare ad un determinato orario una retta o la meridiana. Con il Sole si cerca pertanto di non superare mai le 2-3 ore tra retta e meridiana. Nel caso di osservazione di stelle il problema è notevolmente ridotto perché tra le varie rilevazioni delle altezze di questi corpi celesti trascorrono pochissimi minuti.

Errore sistematico dovuto ad una correzione errata dell'errore d'indice, ad un difetto che ha l'osservatore nell'eseguire le osservazioni (tendenza a bagnare gli astri o a tenerli un poco più alti sull'orizzonte) etc.: viene di fatto eliminato solo con le osservazioni ai crepuscoli (4-5 stelle sfalsate in azimut di circa 90° le une dalle altre).

Le stelle

Il moto apparente del Sole e l'eclittica

Quando si è trattato l'argomento del moto apparente degli astri intorno alla Terra si è affermato che la declinazione del Sole varia da circa 23° Nord a 23° Sud nel corso dell'anno. Nel raggiungere queste estremità, sui rispettivi paralleli, il Sole percorre nell'arco di un anno una traiettoria definita "eclittica", inclinata rispetto all'equatore celeste sempre di circa $23^\circ 27'$. Anche se si è deciso, per nostra convenienza, di continuare ad abbracciare la teoria tolemaica (Terra al centro dell'Universo) possiamo definire l'anno siderale come il periodo di tempo necessario alla Terra per compiere il suo moto intorno al Sole e questo avviene in circa 365 giorni e 6 ore circa.

Tra tutti i punti in cui si trova il Sole durante l'anno sulla volta celeste è stato preso come riferimento uno dei due istanti in cui attraversa l'equatore e che corrisponde all'equinozio di primavera (21 marzo). E' denominato punto Vernale o di Ariete, più semplicemente punto gamma γ . E' chiamato anche "nodo ascendente" perché nel suo moto lungo l'eclittica il Sole sale, "ascende", dall'emisfero australe verso il boreale.

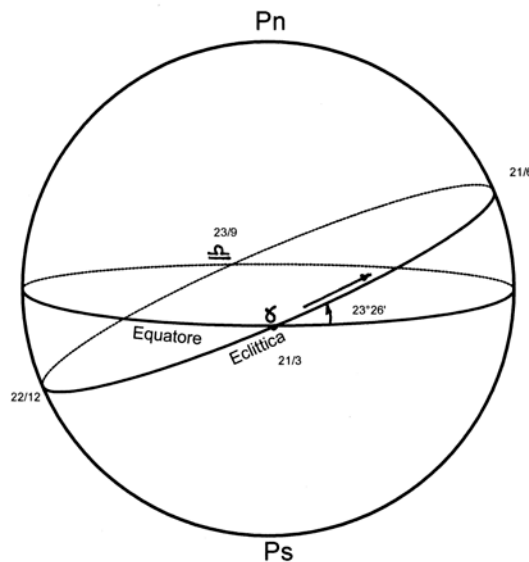


fig. 47 – l'eclittica è l'orbita che percorre il Sole nel corso dell'anno

Il 21 marzo il Sole si trova sull'equatore celeste in corrispondenza del punto γ (equinozio di primavera), quindi sale verso il solstizio d'estate (21 giugno), poi scende verso l'equatore raggiungendo il punto Ω (equinozio d'autunno, 22 settembre), per discendere verso il solstizio d'inverno (21 dicembre).

Per individuare la posizione del punto γ sarà sufficiente introdurre una sola coordinata: "tempo o angolo orario" del punto γ riferita al meridiano di Greenwich, come per il Sole e tutti gli astri; è sempre misurata sull'equatore in senso orario dal meridiano di Greenwich verso il punto γ . Si indica nei calcoli con T_s (tempo siderico). E' inutile definire l'altra coordinata che potrebbe essere la declinazione di γ : sarebbe pari a 0° perché il punto di Ariete si trova sempre sull'equatore celeste.

Le effemeridi riportano appunto la coordinata T_s (γ) ad intervalli di 1h ed è logicamente riferita ad orari T_m (GMT).

Visto che le stelle sono molto lontane da noi il movimento apparente è dovuto quasi esclusivamente alla rotazione della Terra intorno al proprio asse. Le stelle si muovono con un movimento circolare, velocità costante e appaiono quasi ferme come declinazione. Si spostano di fatto percorrendo un'orbita che coincide con un parallelo celeste fisso.

Risulterebbe assai dispendioso ed inutile realizzare effemeridi con le posizioni delle stelle ora per ora e si otterrebbe una pubblicazione costituita da diversi volumi.

Gli astronomi hanno pensato di riportare giornalmente o ogni tre giorni una coppia di coordinate delle stelle più utili al navigante: una è la declinazione, l'altra è rappresentata da un valore angolare che possiamo tranquillamente considerare una differenza di "tempo o angolo orario" tra la stella ed il punto γ . E' la coascensione retta "coa". Così se si vorrà conoscere il tempo o angolo orario di una stella si dovrà semplicemente calcolare il tempo sidereo T_s ed a questo sommare la coascensione retta.

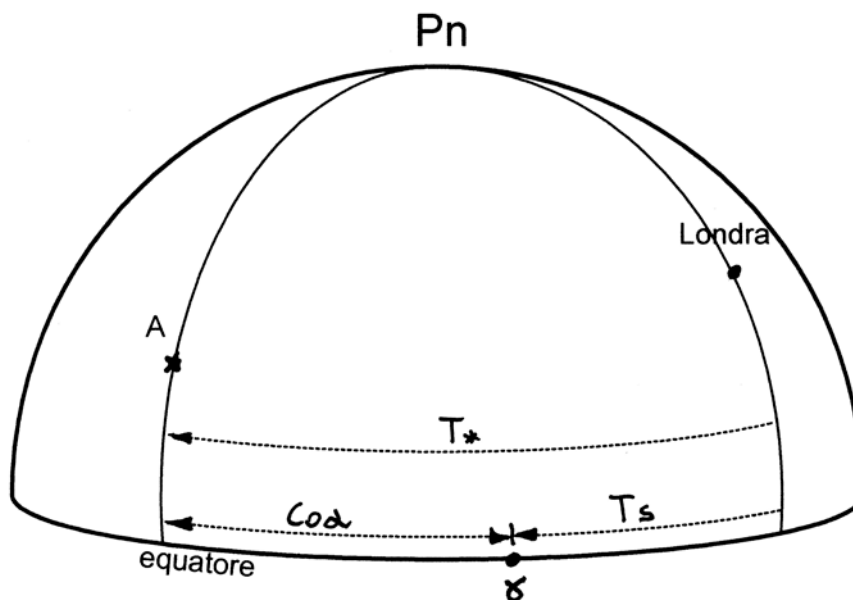


fig. 48 – la semplice relazione tra tempo sidereo (punto γ), coascensione retta della stella e tempo della stella

Il tempo sidereo T_s è l'angolo compreso tra il meridiano di Greenwich ed il meridiano del punto γ . Il tempo della stella T^* è a sua volta l'angolo compreso tra il meridiano di Greenwich ed il meridiano dell'astro. La coascensione retta è invece l'angolo compreso tra il meridiano del punto γ e quello dell'astro/stella (o arco di equatore racchiuso tra i meridiani).

T^* (tempo della stella riferito a Greenwich) = T_s (tempo del punto γ – ora intera) + I_s (intervallo di minuti e secondi del tempo di γ) + coa (coascensione retta della stella)

Come per il Sole, se il tempo deve essere riferito non più a Greenwich ma ad altra località, sarà necessario aggiungere algebricamente la longitudine (+ per long. Est; - per long. Ovest). Si calcola pertanto prima il T_s (per l'ora intera di T_m), si aggiungono in sequenza l'intervallo sidereo (minuti e secondi di tempo sidereo), la longitudine e la coascensione retta coa della stella:

$$t^* = T_s + I_s + coa + \lambda$$

formula del tempo locale di una stella

Attenzione : mentre il Sole medio percorre in un'ora 15° e si deve tenere conto della variazione "v", il punto γ percorre esattamente $15^\circ 02,5'$ (senza nessuna variazione "v" perché ha un moto con velocità costante). Per definire l'entità di minuti e secondi di I_s (intervallo di tempo sidereo) si dovrà pertanto utilizzare, nelle tabelle di interpolazione, la colonna "Ariete" o " γ ".

E' estremamente semplice seguendo l'esempio.

Si suppone di voler determinare le coordinate della stella Antares per il giorno 30 giugno 2025 alle 20h 05m 23s GMT (longitudine stimata $12^{\circ} 20,5' E$):

ore 20.00 GMT	Ts	$219^{\circ}08,3'$	tempo sidereo per le 20.00 U.T.
5m 23s	Is	$1^{\circ}21,0'$	l'intervallo sidereo di 5m 23s si ricava dalle tabelle di interpolazione nella colonna del punto di ariete
longitudine (est : +)	λ	$12^{\circ}20,5'$	
tempo sidereo locale	ts	$232^{\circ}49,8'$	
coasc.retta Antares	co α	$112^{\circ}15,0'$	
tempo di Antares	t*	$345^{\circ}04,8'$	
angolo al polo	Pe	$14^{\circ}55,2'$	la declinazione è : $\delta = 26^{\circ}29,4' S$

Altro esempio :

calcolo di tempo o angolo orario e declinazione della stella Altair riferiti ad un osservatore in latitudine $43^{\circ}30' N$ e long. $8^{\circ}48' E$ – data 1 luglio 2025 alle 02h 28m 02s UT.

su effemeridi in funzione di Tm e Im :		Altair	
		gradi	primi
Tm → 02h	Ts =	309	23,1
Im → 28m 02s	Is =	7	1,7
Ts (tempo sidereo)	Ts =	316	24,8
coascensione retta di Altair	$360-\alpha$ =	61	59,2
Tempo di Altair riferito a Greenwich	T* =	18	24,0
longitudine $8^{\circ}48,0' E$	+ λ (*/-)=	8	48
Tempo locale di Altair	t* =	27	12,0
Angolo al Polo di Altair	Pw =	-27	12

*Il tempo locale di Altair è pari a $27^{\circ}12,0'$ mentre l'angolo al polo è Pw $27^{\circ}12,0'$.
La declinazione si extrapola semplicemente dalle effemeridi ed è pari a $8^{\circ}56,1' N$.*

La stella Polare

Di questo corpo celeste le effemeridi indicano ogni tre giorni coascensione retta e declinazione, come avviene del resto per le altre stelle. La pubblicazione italiana edita dall'Ufficio Idrografico della Marina Militare riporta alla fine del testo tre semplici tabelle che consentono, una volta calcolato il tempo locale del punto γ (o sidereo), di apportare delle correzioni all'altezza vera della Polare per ottenere la latitudine. Un'altra tabella in funzione di altezza vera e ts (tempo locale del punto γ) ne fornisce l'angolo zenitale e di conseguenza l'azimut.

In mancanza di queste effemeridi si può comunque gestire la Polare come una normale stella: andando a calcolare angolo al polo, tempo etc..

Quando possibile viene osservata anche la Polare, perché essendo quasi ferma come movimento in altezza si riesce a collimare molto bene sull'orizzonte.

Luminosità delle stelle

Sulla volta celeste sono 7.154 le stelle visibili a occhio nudo, ma solo una sessantina sono quelle riportate sulle pagine giornaliere delle effemeridi e definite "nautiche".

La magnitudine apparente di un astro non è altro che la luminosità con cui esso ci appare dalla Terra, e ciò indipendentemente dalle sue dimensioni e dalla distanza. Questa grandezza viene spesso associata ai nomi delle stelle perché ci indica appunto quanto siano visibili nel firmamento. Minore è la magnitudine e maggiore è la luminosità della stella.

Nel corso del tempo l'uomo si è prodigato per stabilire una scala di grandezza: la stella più piccola visibile nel cielo dall'occhio umano (senza quindi artifici ottici) è definita di sesta grandezza, le stelle più luminose

appartengono alla prima grandezza. E' bene tenere presente che una stella di magnitudine 1 non è 6 volte più luminosa di una di magnitudine 6: lo è cento volte di più.

L'astronomo inglese N.R. Pogson mise a punto una scala nella quale venne definito il rapporto tra lo splendore di stelle appartenenti a differenti ma successive magnitudini: esso è pari a 2,512. Ciò vuol dire che una stella di magnitudine 1 appare 2,512 volte più luminosa (o splendente) di una stella di magnitudine 2 e questa di altrettanto rispetto alla successiva nella scala, e così via. Alla fine di queste successive moltiplicazioni (x 2.512) si arriva alla stella di 6 grandezza che ha coefficiente 100 e ci appare 100 volte meno luminosa di una di magnitudine 1.

Interessano al navigante quelle sino alla magnitudine 2,5 (massimo 3,0). Non si misurano mai con il sestante stelle con magnitudine 3,0 e quelle ancor meno luminose: l'osservazione astronomica si spingerebbe troppo avanti nel crepuscolo, quando l'orizzonte sarebbe già troppo poco visibile. Il navigante in genere riesce sempre a individuare 4 o 5 stelle, con valore di magnitudine contenuto entro i 2,5, da utilizzare per il punto nave astronomico: se può non va a ricercare stelle più piccole.

Nel controllare la tabella presente in calce a questo saggio può succedere di restare sorpresi dal fatto di scovare alcune stelle che hanno una magnitudine negativa : il caso più eclatante è quello della stella Sirio (magnit. -1,46). E' presto spiegato: alcune stelle sono molto luminose, ben più di cento volte rispetto ad una stella di magnitudine 6, altre hanno subito variazioni nella definizione della loro magnitudine apparente. La stessa Polare, che all'inizio era stata presa come punto zero nella scala delle magnitudini attribuendole una magnitudine di 2,0, ha subito modifiche di questo valore (nuova magnitudine pari a 2,12) perché si è rivelata una stella variabile.

Può essere comunque utile sapere che esiste un'altra grandezza, non utile al navigante, che è la *magnitudine assoluta*. Questa tiene conto anche della distanza alla quale si trova la stella e viene definita come la magnitudine che avrebbe la stessa se osservata alla distanza di 10 parsec (unità di distanza astronomica).

Le osservazioni con le stelle

L'osservazione astronomica con 4-5 stelle (in condizioni di buona visibilità dell'orizzonte) è in assoluto il miglior modo di determinare il punto nave.

Con un grafico composto, ad esempio, da 4 stelle con direzioni di osservazione (azimut) sfalsate tra loro di circa 90° si riesce ad eliminare buona parte dell'errore sistematico. Si supponga infatti di sviluppare i calcoli e di ottenere un grafico di questo tipo :

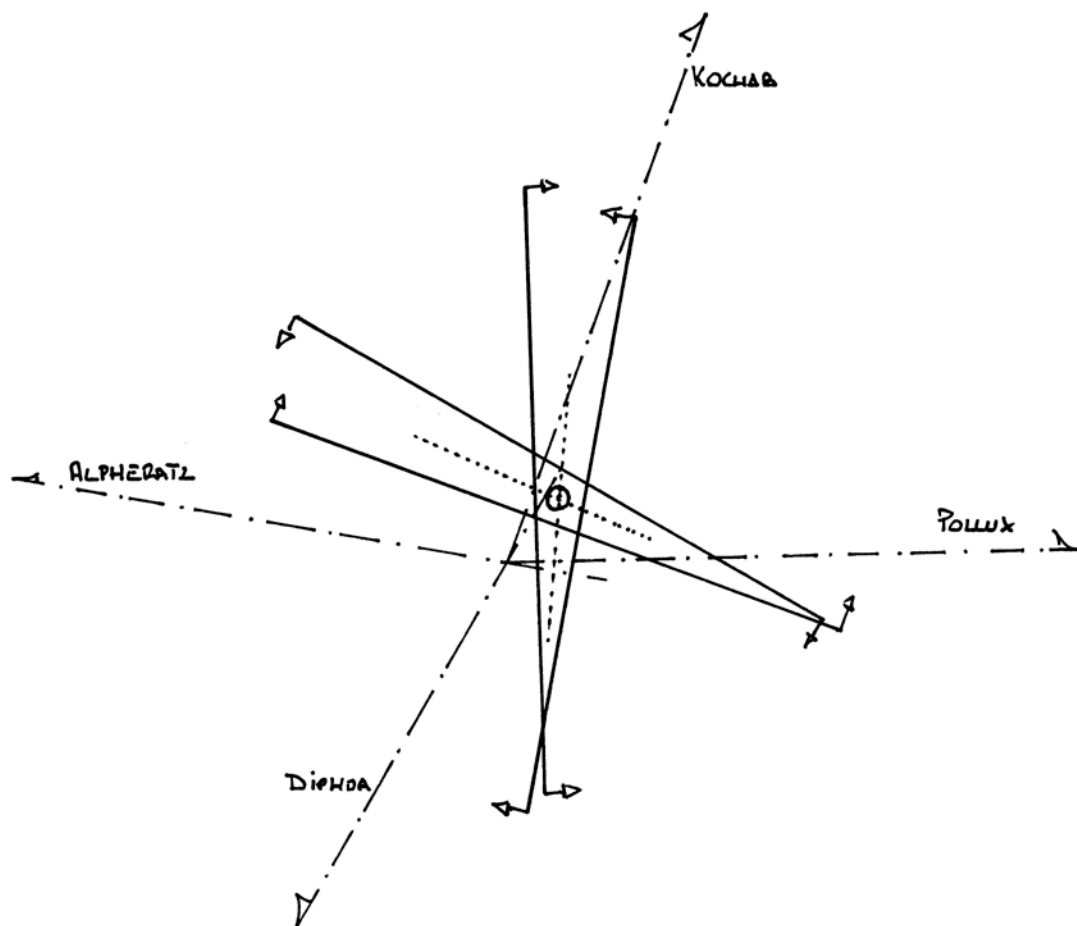


fig. 49 – grafico di osservazione con 4 stelle

Si sono osservate nella figura le stelle : Kochab per NNE, Pollux per Est, Diphda per SW e Alpheratz per W; si rammenta che all'estremità di ogni singola retta si appongono due frecce in direzione dell'azimut (direzione in cui si è osservato l'astro).

Si scelgono le coppie di rette con differenza di azimut il più possibile vicina ai 180° e si tracciano le loro bisettrici (linee a puntini). L'intersezione di queste indica il punto nave. Come si può vedere il punto nave all'interno delle rette è quasi equidistante dalle rette stesse. La distanza da esse rappresenta l'errore sistematico "azzerato" (vedi figura 49).

La disposizione delle rette di questo tipo viene definita nel comune linguaggio del navigante "rette che si guardano" (nel senso che la direzione delle frecce è rivolta verso il punto nave e le rette lo "guardano").

Un punto nave attendibile è costituito solo da rette che si guardano (fig. 49) o che si "sguardano" (fig. 50).

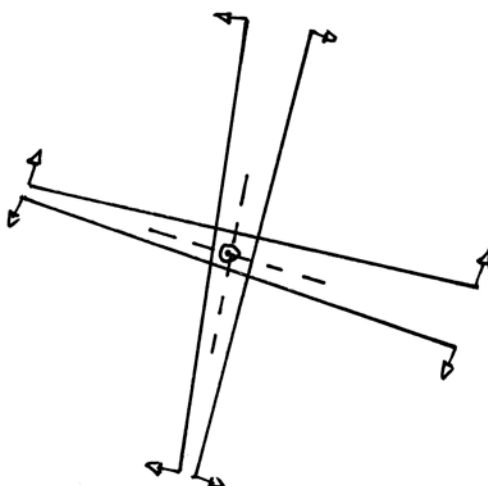


fig. 50 – buon grafico, tutte le rette si “sguardano” : con le bisettrici l'errore sistematico è nullo

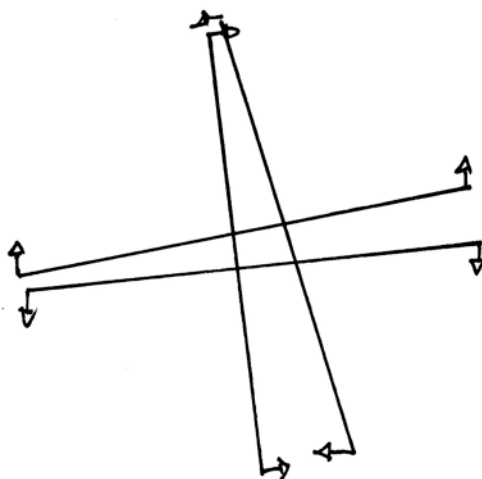


fig. 51 – grafico con rette non omogenee

Nella figura 51 si notano due coppie di rette: una si guarda, l'altra si “sguarda” : il grafico (e di conseguenza il punto nave) non è attendibile. Se ci fosse una quinta retta probabilmente si riuscirebbe ad individuare quella errata, che si potrebbe pertanto escludere dal grafico.

Le osservazioni stellari, a differenza di quelle con il Sole, devono essere pianificate con estrema cura.

Si devono scegliere in anticipo le stelle da osservare. Ad esempio, alla sera, si osservano con il sestante quando l'orizzonte è ancora buono e devono essere individuate quando ancora non si vedono ad occhio nudo: più ci si attarda a scovarle e meno l'orizzonte sarà visibile. Si deve “cercare” la stella nel cielo attraverso il binocolo del sestante che garantisce un ingrandimento di x3 o x6 volte a seconda del tipo di strumento. E' necessario pertanto conoscere già, seppur in modo approssimativo, l'altezza e l'azimut della stella. I binocoli abitualmente consentono di vedere una zona di cielo avente raggio 2°- 4°; l'approssimazione nell'altezza può anche raggiungere i due gradi, ma in genere non ci si sbaglia nell'osservare la stella perché durante il crepuscolo nautico sono visibili solamente le stelle maggiori: quelle nautiche.

E' molto più facile l'osservazione al mattino perché si parte da una situazione che ci consente di vedere le stelle nella loro intera luminosità, controllare la corrispondenza tra altezza reale e quella presunta e di seguirle sino a quando si intravedono appena con il binocolo: l'orizzonte sarà ottimo.

E' necessario a questo punto introdurre un metodo per poter determinare approssimativamente la posizione delle stelle nel cielo: lo sferoscopio o Star Finder.

Lo “ Star Finder 2102-D ”

Trattasi di uno sferoscopio di realizzazione americana. E' costituito da un disco in plastica bianca a due facce sul quale sono riportate le stelle ad uso nautico. Un lato deve essere utilizzato per latitudini Nord, l'altro per latitudini Sud. Al disco bianco se ne deve sovrapporre un altro trasparente (in funzione della latitudine più prossima a quella dell'osservatore). I dischi trasparenti sono dieci, uno per ogni 10° di valore di latitudine Nord o Sud. Se non si ha la fortuna di trovarsi ad una latitudine prossima ad una di quelle per cui sono stati realizzati i dischi trasparenti si rischia di riscontrare una eccessiva differenza tra le altezze proposte dallo sferoscopio e quelle reali: è questo un limite dello Star Finder 2102-D.

Nel mar Ligure e nel Tirreno centrale-meridionale si utilizzerà, ad esempio, quello per latitudine 45° Nord. Esistono i dischi per latitudini 65°,75° ed 85° di dubbio utilizzo pratico: nessuna nave si spinge a tali latitudini. Sarebbe stato più opportuno realizzare dischi trasparenti (ad un costo davvero irrisorio) per latitudini intermedie tra l'equatore ed i 50° Nord/Sud.

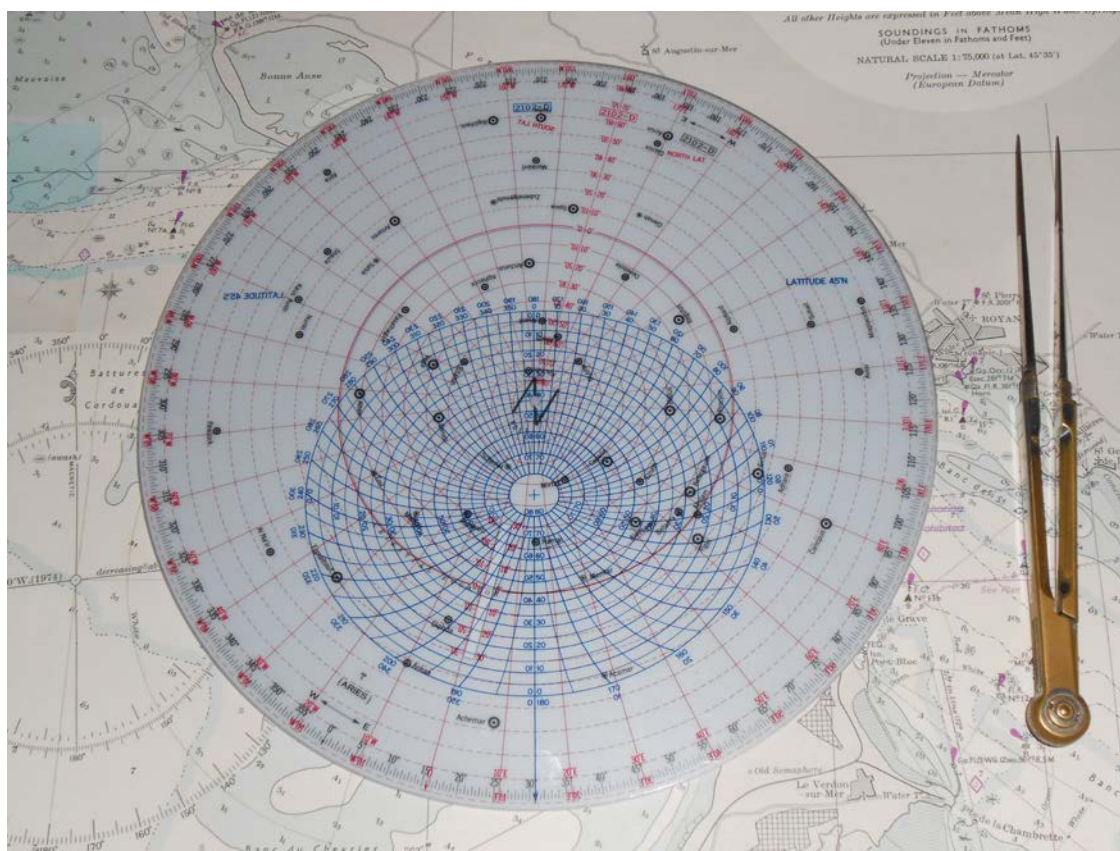


fig. 52 – lo Star Finder con il disco trasparente per latitudine 45 N

La preparazione dello strumento è davvero semplice e richiede comunque le effemeridi nautiche perché si deve calcolare il ts (γ) locale per l'orario previsto per l'osservazione.

Si suppone di trovarsi il 1 marzo 2025 in latitudine 35° Nord e longitudine 20° Est. Si determina l'ora dell'inizio del crepuscolo nautico serale (inizio previsto dell'osservazione stellare).

Sulle effemeridi si rileva che per una latitudine di 35° Nord l'inizio del crepuscolo nautico al meridiano di Greenwich è previsto per le 18h 21m GMT circa. Trovandoci in longitudine Est (20°) l'anticipo è di 1h 20m (come da tabella di conversione arco-tempo o, più semplicemente, l'anticipo è di 4m ogni grado di longitudine = 1h 20m). L'orario che ci interessa è 17h 01m GMT e per questo si calcola il ts.

$$\begin{array}{rcl}
 \text{alle 17.00} & T_s = & 54^\circ 45,1' \\
 01 \text{ min} & I_s = & 15,0' \\
 \text{longitudine} & \lambda = & \underline{20^\circ 00,0'} \\
 \text{ts} & = & 75^\circ 00,1'
 \end{array}$$

Per questo tipo di calcolo non è richiesta una particolare accuratezza : si approssimano i primi di tempo sidereo ed i minuti.

Si applica il disco trasparente dei 35° Nord sul disco fisso lato Nord e lo si ruota sino ad far coincidere il raggio con la freccia sulla graduazione esterna del disco fisso in corrispondenza dei 75°.

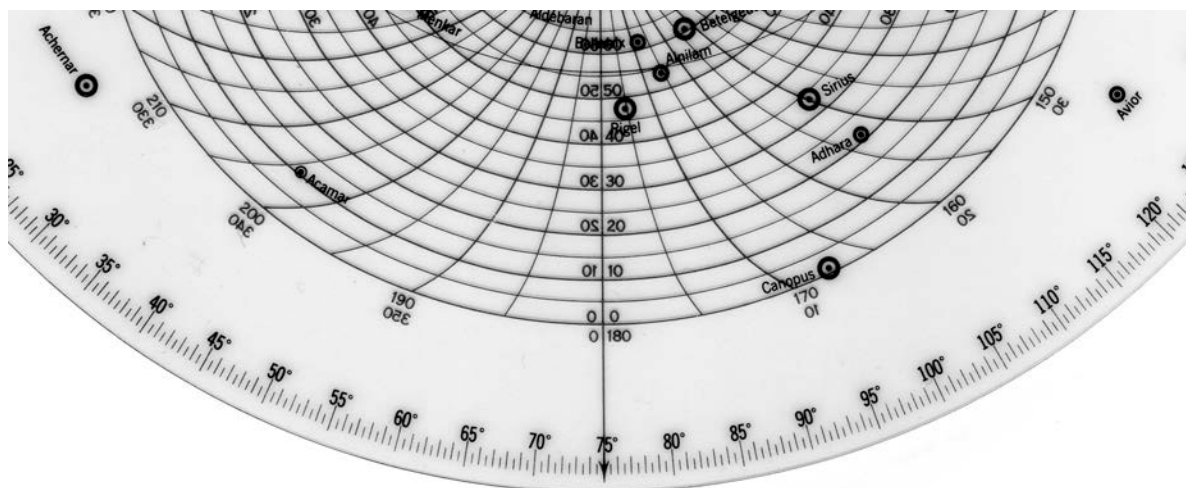


fig. 53 – Star Finder – è visibile il ts impostato su 75°

Per motivi di spazio non si riporta tutto ciò che appare sullo Star Finder, ma già da questa figura si può immaginare quali stelle (delle 4 o 5 necessarie), con differenza di azimuth tra loro di circa 90°, potrebbero essere scelte. Una di queste potrebbe essere Rigel (visibile in fig. 53 con altezza 47° e azimuth 175°) prossima al passaggio al meridiano (azimuth 180°), quindi quasi ferma in altezza e più facilmente osservabile con estrema precisione. Un'altra potrebbe essere Sirius (altezza 33° - azimuth 150°) non a 90° da Rigel ma osservabile molto prima e con orizzonte migliore perché molto luminosa: potrebbe essere la 5° stella.

Da tenere presente che il disco è posizionato per 17.01 GMT. Per impostare in anticipo sul sestante le stelle, si potranno rilevare le loro altezze approssimate dallo Star Finder, avendo l'avvertenza di far ruotare il disco trasparente di 1° ogni 4 minuti di tempo trascorsi: per esempio, alle 17.09 la freccia deve essere posizionata su 77°.

Una volta che si sono scelte le stelle non resta che attendere il momento del crepuscolo. In condizioni di orizzonte omogeneo, assenza di nuvole e parità di grandezza luminosa delle stelle scelte l'osservazione si inizia ad Est:

- al mattino : in quella direzione scompariranno per prime le stelle e si distinguerà l'orizzonte;
- alla sera : sempre ad Est appariranno prima le stelle e l'orizzonte tenderà a non essere più nitido.

Nell'osservare le stelle con il sestante si dovrà avere l'avvertenza di cercare di misurare le loro altezze nel tempo minore possibile, sempre per evitare errori di trasporto.

A bordo delle navi si è sempre utilizzato lo sferoscopio Del Pino : leggermente più grande come diametro, più massiccio e pertanto meno danneggiabile, ma soprattutto più preciso perché dispone di tanti dischi intercambiabili per latitudini intermedie. E' proprio un peccato che non sia più in commercio.

Il punto nave con le stelle

Come emerso nel capitolo precedente, per i punti nave astronomici con le stelle è necessario uno sferoscopio “valido” e molta buona volontà in più, non perché i calcoli siano più complessi, ma perché il tutto è più laborioso. Le insidie sono rappresentate dalla lunghezza dei calcoli, peraltro simili a quelli per il Sole, e di conseguenza dalla maggiore possibilità di commettere errori. Si consiglia di passare alle stelle solo dopo aver maturato un poco di esperienza con le rette di Sole.

La procedura di calcolo è la stessa seguita per il Sole, con l'unica differenza che il tempo locale della stella è ottenuto sommando al tempo del punto γ Ts, l'intervallo di minuti e secondi Is, la coascensione retta della stella ed infine la longitudine.

Si calcola il punto stimato per l'inizio dell'osservazione : il grafico per la prima stella è estremamente semplice, le altre stelle devono essere trasportate indietro all'istante della prima (in funzione della differenza di tempo intercorso tra le osservazioni e della velocità della nave). Oppure si sceglie un punto stimato per fine osservazione o per un istante intermedio. Ovviamente le rette che non hanno istante di osservazione coincidente con quello del punto stimato dovranno essere “trasportate” indietro o in avanti.

Come dall'esempio di preparazione dello Star-Finder si scelgono le stelle da osservare:

Rigel (h = 47° - az 175°)
Sirius (h = 33° - az = 150°)
Hamal (h = 50° - az = 266°)
Kochab (h = 21° - az = 008°)
Pollux (h = 55° - az = 090°)

La data è quella del 1 marzo 2025 e come punto stimato della prima osservazione, che poi dovrà essere quello al quale ricondurre tutte le rette delle stelle, si assume quello in latitudine 35° Nord e longitudine 20° Est. Il sestante utilizzato è affetto da un errore “c” con correzione strumentale di +0,5' e ha una correzione per errore d'indice pari a +1,4'. La barca segue una Rv = 100°, velocità 10 nodi, l'elevazione dell'osservatore sul livello del mare è di metri 2.

Si considera il cronometro di bordo non affetto da alcun errore (k = 0) : indica esattamente l'ora U.T. o GMT.

Si osservano in sequenza le stelle :

Sirius	hi =	32° 40'	17h 02m 20s
Rigel	hi =	46° 52'	17h 06m 52s
Hamal	hi =	49° 36'	17h 08m 58s
Pollux	hi =	56° 05'	17h 10m 44s
Kochab	hi =	21° 32,5'	17h 11m 35s

Come già avvenuto per il Sole si procederà nel calcolo di:

- t \star , angolo al polo e declinazione delle singole stelle
- altezze stimate ed azimut stimato
- altezze vere
- disegno del grafico

Per il calcolo del tempo della stella si parte dal tempo sidereo, intervallo sidereo (minuti e secondi), coascensione retta e longitudine per arrivare al t della stella e successivamente all'angolo al polo. Nel computo degli intervalli di tempo sidereo (in funzione di minuti e secondi) ricordarsi di utilizzare, nelle tabelle di interpolazione, la colonna dedicata ad “Ariete” (γ) e non quella del Sole.

Hamal			
		gradi	primi
Tm → 17h	Ts =	54	45,1
Im → 08m 58s	Is =	2	14,9
Ts (tempo sidereo)	Ts =	57	
coascensione retta di Hamal	360-α =	327	51,3
T di Hamal rifer. a Greenwich	T* =	24	51,3
longitudine 20°00,0' E	+ λ (*/-)=	20	
Tempo locale di Hamal	t* =	44	51,3
Angolo al Polo di Hamal	Pw =	-44	51,3

Pollux			
		gradi	primi
Tm → 17h	Ts =	54	45,1
Im → 10m 44s	Is =	2	41,4
Ts (tempo sidereo)	Ts =	57	26,5
coascensione retta di Pollux	360-α =	243	16,9
T di Pollux rifer. a Greenwich	T* =	300	43,4
longitudine 20°00,0' E	+ λ (*/-)=	20	
Tempo locale di Pollux	t* =	320	43,4
Angolo al Polo di Pollux	Pe =	39	16,6

Rigel			
		gradi	primi
Tm → 17h	Ts =	54	45,1
Im → 06m 52s	Is =	1	43,3
Ts (tempo sidereo)	Ts =	56	28,4
coascensione retta di Rigel	360-α =	281	3,7
T di Rigel rifer. a Greenwich	T* =	337	32,1
longitudine 20°00,0' E	+ λ (*/-)=	20	
Tempo locale di Rigel	t* =	357	32,1
Angolo al Polo di Rigel	Pe =	2	27,9

Sirio			
		gradi	primi
Tm → 17h	Ts =	54	45,1
Im → 02m 20s	Is =		35,1
Ts (tempo sidereo)	Ts =	55	20,2
coascensione retta di Sirio	360-α =	258	26
T di Sirio rifer. a Greenwich	T* =	313	46,2
longitudine 20°00,0' E	+ λ (*/-)=	20	
Tempo locale di Sirio	t* =	333	46,2
Angolo al Polo di Sirio	Pe =	26	13,8

Kochab			
		gradi	primi
Tm → 17h	Ts =	54	45,1
Im → 11m 35s	Is =	2	54,2
Ts (tempo sidereo)	Ts =	57	39,3
coascensione retta di Kochab	360-α =	137	19,2
T di Kochab rifer. a Greenwich	T* =	194	58,5
longitudine 20°00,0' E	+ λ (*/-)=	20	
Tempo locale di Kochab	t* =	214	58,5
Angolo al Polo di Kochab	Pe =	145	1,5

Le declinazioni ricavate dalle effemeridi sono :

Sirius	δ =	16°45,2' S
Rigel	δ =	8°10,5' S
Hamal	δ =	23°34,9' N
Pollux	δ =	27°57,9' N
Kochab	δ =	74°2,7' N

Si calcolano le altezze stimate delle stelle :

Sirio			
δ = 16°45,2'		P = 26°13,8' E	
<i>funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice)</i>			
sen φ =	<u>0,57358</u>	x	cos φ = <u>0,81915</u> x
sen δ =	<u>0,28825</u>	cos δ =	<u>0,95755</u> x
		cos P =	<u>0,89703</u>
m =	<u>0,16533</u>	n =	<u>0,70361</u>
n =	<u>0,70361</u>	<i>" m " positivo se latitudine e declinazione sono omonime</i>	
sen h =	<u>0,53828</u>	<i>(entrambe nord o sud) - " n</i>	
	<u>32°,5666</u>	<i>" positivo se angolo al polo</i>	
hs =	<u>32° 34,0'</u>	<i>< 90°</i>	

Rigel			
δ = 8° 10,5' S		P = 2° 27,9' e φ 35°N	
<i>funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice)</i>			
sen φ =	<u>0,57358</u>	x	cos φ = <u>0,81915</u> x
sen δ =	<u>0,14220</u>	cos δ =	<u>0,98984</u> x
		cos P =	<u>0,99907</u>
m =	<u>0,08156</u>	n =	<u>0,81007</u>
n =	<u>0,81007</u>	<i>" m " positivo se latitudine e declinazione sono omonime</i>	
sen h =	<u>0,72851</u>	<i>(entrambe nord o sud) - " n</i>	
	<u>46°,7622</u>	<i>" positivo se angolo al polo</i>	
hs =	<u>46° 45,7'</u>	<i>< 90°</i>	

i valori di m sia di Sirius che di Rigel sono negativi perchè latitudine e declinazione sono di segno opposto

Hamal	
$\delta = 23^\circ 34,9' N$	$P = 44^\circ 51,3' W \quad \varphi 35^\circ N$
<i>funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice)</i>	
$\text{sen } \varphi = 0,57358$	$\text{cos } \varphi = 0,81915$
$\text{sen } \delta = 0,40006$	$\text{cos } \delta = 0,91649$
	$\text{cos } P = 0,70889$
$m = 0,22947$	$n = 0,53219$
$n = 0,53219$	"m" positivo se latitudine e declinazione sono omonime
$\text{sen } h = 0,76166$	(entrambe nord o sud) - "n"
$49^\circ,6105$	"positivo se angolo al polo
hs = $49^\circ 36,6'$	< 90°

Pollux	
$\delta = 27^\circ 57,9' N$	$P = 39^\circ 16,6' E \quad \varphi 35^\circ N$
<i>funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice)</i>	
$\text{sen } \varphi = 0,57358$	$\text{cos } \varphi = 0,81915$
$\text{sen } \delta = 0,46893$	$\text{cos } \delta = 0,88323$
	$\text{cos } P = 0,77410$
$m = 0,26897$	$n = 0,56006$
$n = 0,56006$	"m" positivo se latitudine e declinazione sono omonime
$\text{sen } h = 0,82903$	(entrambe nord o sud) - "n"
$55^\circ,9990$	"positivo se angolo al polo
hs = $56^\circ 00,0'$	< 90°

i valori m sia di Hamal che di Pollux sono positivi perchè latitudine e declinazione sono di segno uguale

Kochab	
$\delta = 74^\circ 02,7' N$	$P = 145^\circ 01,5' E \quad \varphi 35^\circ N$
<i>funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice)</i>	
$\text{sen } \varphi = 0,57358$	$\text{cos } \varphi = 0,81915$
$\text{sen } \delta = 0,96148$	$\text{cos } \delta = 0,27488$
	$\text{cos } P = 0,81940$
$m = 0,55149$	$n = 0,18450$
$n = 0,18450$	"m" positivo se latitudine e declinazione sono omonime
$\text{sen } h = 0,36698$	(entrambe nord o sud) - "n"
$21^\circ,5295$	"positivo se angolo al polo
hs = $21^\circ 31,8'$	< 90°

il valore n di Kochab è negativo perchè l'angolo al polo è maggiore di 90°

Sirio	$P = 26^\circ 13,8' E$
$\varphi = 35^\circ N$	$\delta = 16^\circ 45,2' S$
Calcolo Azimuth con Az. Tables	
da tav. AT1 :	AT1 = $-14,2$
da tav. AT2 :	AT2 = $-6,9$
somma AT1 + AT2	= $-21,1$
Angolo Zenitale Z	= $S 30,1 E$
Azimuth Az	= $149,9^\circ$

Rigel	$P = 2^\circ 27,9' E$
$\varphi = 35^\circ N$	$\delta = 8^\circ 10,5' S$
Calcolo Azimuth con Az. Tables	
da tav. AT1 :	AT1 = $-162,7$
da tav. AT2 :	AT2 = $-33,4$
somma AT1 + AT2	= $-196,1$
Angolo Zenitale Z	= $S 3,6 E$
Azimuth Az	= $176,4^\circ$

Hamal	$P = 44^\circ 51,3' W$
$\varphi = 35^\circ N$	$\delta = 23^\circ 34,9' N$
Calcolo Azimuth con Az. Tables	
da tav. AT1 :	AT1 = -7
da tav. AT2 :	AT2 = $6,2$
somma AT1 + AT2	= $-0,8$
Angolo Zenitale Z	= $S 86 W$
Azimuth Az	= 266°

Pollux	$P = 39^\circ 16,6' E$
$\varphi = 35^\circ N$	$\delta = 27^\circ 57,9' N$
Calcolo Azimuth con Az. Tables	
da tav. AT1 :	AT1 = $-8,6$
da tav. AT2 :	AT2 = $8,4$
somma AT1 + AT2	= $-0,2$
Angolo Zenitale Z	= $S 89,2 E$
Azimuth Az	= $90,8^\circ$

Kochab	$P = 145^\circ 01,5' E$
$\varphi = 35^\circ N$	$\delta = 74^\circ 02,7' N$
Calcolo Azimuth con Az. Tables	
da tav. AT1 :	AT1 = 10
da tav. AT2 :	AT2 = 61
somma AT1 + AT2	= 71
Angolo Zenitale Z	= $N 9,8 E$
Azimuth Az	= $9,8^\circ$

Si apportano le correzioni alle altezze misurate con il sestante :

Rigel			
	gradi	primi	
hi	=	46 52,0	altezza istrumentale
+/- c	=	0,5	corr. istrumentale
+/- γ	=	1,4	corr. err. indice
ho	=	46 53,9	altezza osservata
- i	=	-2,5	depressione orizzonte
- r	=	-0,9	rifrazione astronomica
hv	=	46 50,5	altezza vera

Sirio			
	gradi	primi	
hi	=	32 40,0	altezza istrumentale
+/- c	=	0,5	corr. istrumentale
+/- γ	=	1,4	corr. err. indice
ho	=	32 41,9	altezza osservata
- i	=	-2,5	depressione orizzonte
- r	=	-1,5	rifrazione astronomica
hv	=	32 37,9	altezza vera

Kochab			
	gradi	primi	
hi	=	21 32,5	altezza istrumentale
+/- c	=	0,5	corr. istrumentale
+/- γ	=	1,4	corr. err. indice
ho	=	21 34,4	altezza osservata
- i	=	-2,5	depressione orizzonte
- r	=	-2,5	rifrazione astronomica
hv	=	21 29,4	altezza vera

Hamal			
	gradi	primi	
hi	=	49 36,0	altezza istrumentale
+/- c	=	0,5	corr. istrumentale
+/- γ	=	1,4	corr. err. indice
ho	=	49 37,9	altezza osservata
- i	=	-2,5	depressione orizzonte
- r	=	-0,8	rifrazione astronomica
hv	=	49 34,6	altezza vera

Pollux			
	gradi	primi	
hi	=	56 5,0	altezza istrumentale
+/- c	=	0,5	corr. istrumentale
+/- γ	=	1,4	corr. err. indice
ho	=	56 6,9	altezza osservata
- i	=	-2,5	depressione orizzonte
- r	=	-0,7	rifrazione astronomica
hv	=	56 3,7	altezza vera

Si procede al calcolo delle differenze di altezze (h vera – h stimata) :

Sirius	$32^{\circ}37,9' - 32^{\circ}34,0' = + 3,9'$
Rigel	$46^{\circ}50,5' - 46^{\circ}45,7' = + 4,8'$
Kochab	$21^{\circ}29,4' - 21^{\circ}31,8' = - 2,4'$
Hamal	$49^{\circ}34,6' - 49^{\circ}36,6' = - 2,0'$
Pollux	$56^{\circ}03,7' - 56^{\circ}00,0' = + 3,7'$

Visto che si decide di calcolare il punto nave alla prima osservazione (Sirius) si definiscono i trasporti delle rette (a velocità di 10 nodi) :

Rigel	- 5 minuti	-0,8 miglia
Hamal	- 7 minuti	-1,2 miglia
Pollux	- 8 minuti	-1,3 miglia
Kochab	- 9 minuti	-1,5 miglia

Mentre per la stella Sirius non è necessario alcun trasporto (l'istante dell'osservazione di questo astro coincide con l'orario per il quale si desidera stabilire il punto nave) per tutte le altre si dovrà effettuare il trasporto nel senso opposto della rotta, visto che si devono ricondurre alle ore 17.02. Nel caso di Pollux si traccia la direzione dell'azimut ($090,5^\circ$), poi si riporta la differenza di altezze con apertura di compasso pari alla $\Delta h (+3,7)$ e in direzione dell'astro (perché il Δh è positivo). Da questo punto si potrebbe già tracciare la retta della stella (nel caso di fig. 54 è stata disegnata solo per far vedere come si opera). La retta delle 17.10 è tracciata con tratto-punto: la si trasporta indietro di 1,3 miglia (8 minuti).

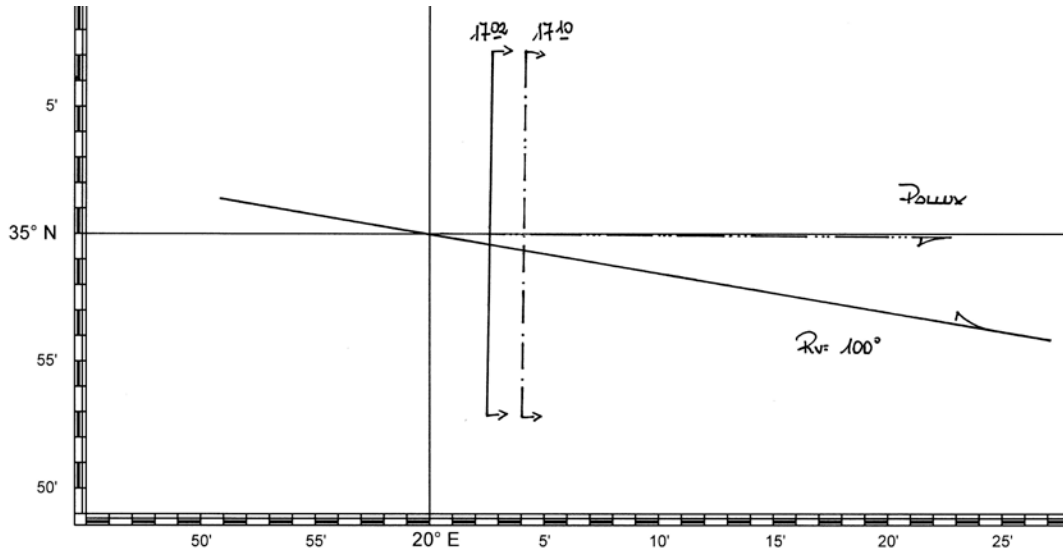


fig. 54 – il trasporto della retta di Pollux

Nel realizzare il grafico si disegneranno solo le rette per gli istanti desiderati: Sirius non richiede alcun trasporto perché la stella è stata osservata alle 17.02; per le altre quattro si traceranno solo le rette trasportate alle 17.02 omettendo di disegnare le rette dei veri istanti di osservazione. Nel caso, ad esempio, di Pollux (fig. 54) la retta delle 17.10 non sarà disegnata sul grafico (fig. 55).

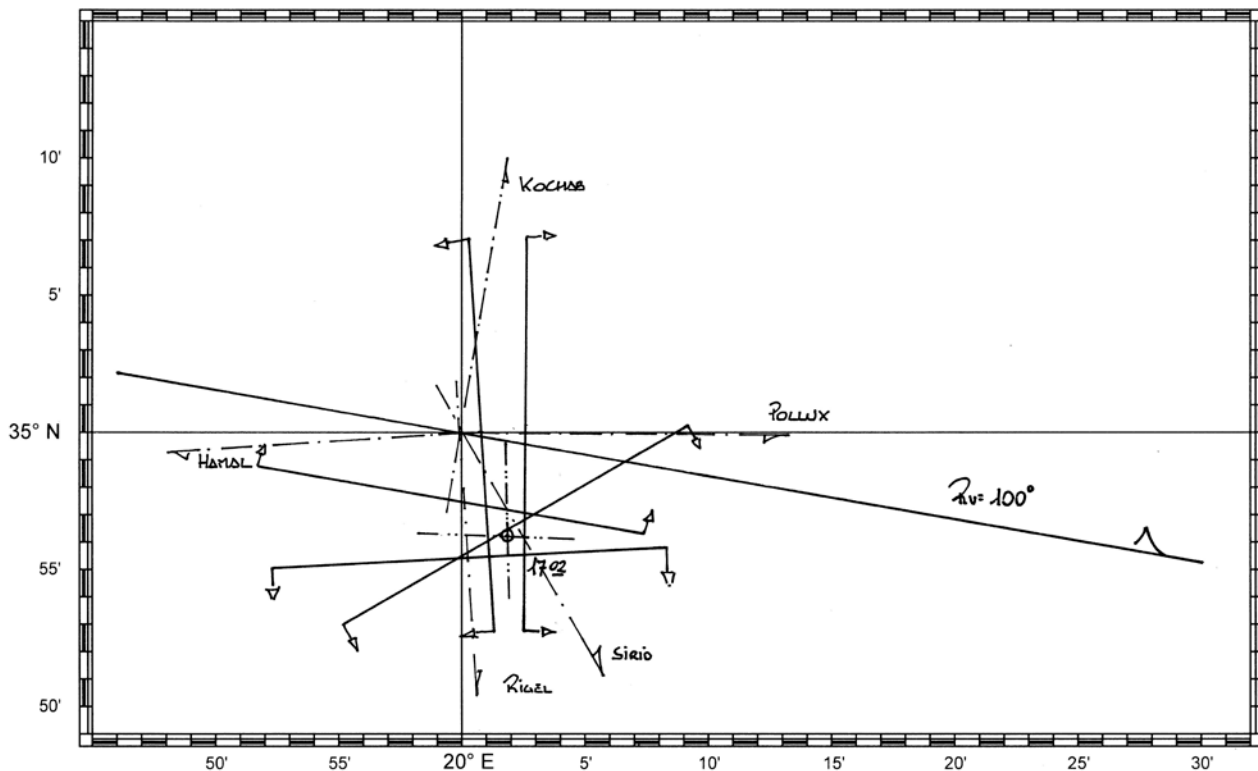


fig. 55 – il grafico per le 17.02

Considerazioni sul grafico:

Le rette di altezza si “sguardano” (guardano verso l'esterno del punto nave); solo Sirius, che è una stella molto grande, coincide con il punto. L'osservazione è molto buona e l'errore sistematico è stato annullato. Per le bisettrici vengono prese in considerazione le coppie di stelle Pollux- Hamal e Rigel-Kochab. Il punto nave per le 17.02 è : $\varphi = 34^{\circ}56,2'$ Nord, $\lambda = 20^{\circ}01,9'$ Est.

Volendo essere ancora più precisi si potrebbe osservare che sarebbe preferibile stabilire il punto nave per le ore 17.07 (istante dell'osservazione di Rigel) perché si ridurrebbero errori nella stima della velocità effettiva. Si dovrebbero effettuare infatti trasporti delle rette per un massimo di 5 minuti anziché i 12 dell'esempio.

tabelle per svolgere gli esercizi

tabelle di uso comune per il navigante

note :

Conversione dell'arco in tempo

(es. gradi/primi di longitudine in ore, minuti e secondi)

<i>gradi</i>	<i>ore</i>	<i>min.</i>
°	h	m
1	0	4
2	0	8
3	0	12
4	0	16
5	0	20
6	0	24
7	0	28
8	0	32
9	0	36
10	0	40
11	0	44
12	0	48
13	0	52
14	0	56
15	1	0
16	1	4
17	1	8
18	1	12
19	1	16
20	1	20
21	1	24
22	1	28
23	1	32
24	1	36
25	1	40
26	1	44
27	1	48
28	1	52
29	1	56
30	2	0
31	2	4
32	2	8
33	2	12
34	2	16
35	2	20
36	2	24
37	2	28
38	2	32
39	2	36
40	2	40
41	2	44
42	2	48
43	2	52
44	2	56
45	3	0
46	3	4
47	3	8
48	3	12
49	3	16
50	3	20
51	3	24
52	3	28
53	3	32
54	3	36
55	3	40
56	3	44
57	3	48
58	3	52
59	3	56
60	4	0

<i>primi</i>	<i>min.</i>	<i>sec.</i>
'	m	s
1	0	4
2	0	8
3	0	12
4	0	16
5	0	20
6	0	24
7	0	28
8	0	32
9	0	36
10	0	40
11	0	44
12	0	48
13	0	52
14	0	56
15	1	0
16	1	4
17	1	8
18	1	12
19	1	16
20	1	20
21	1	24
22	1	28
23	1	32
24	1	36
25	1	40
26	1	44
27	1	48
28	1	52
29	1	56
30	2	0
31	2	4
32	2	8
33	2	12
34	2	16
35	2	20
36	2	24
37	2	28
38	2	32
39	2	36
40	2	40
41	2	44
42	2	48
43	2	52
44	2	56
45	3	0
46	3	4
47	3	8
48	3	12
49	3	16
50	3	20
51	3	24
52	3	28
53	3	32
54	3	36
55	3	40
56	3	44
57	3	48
58	3	52
59	3	56
60	4	0

Tavola delle Distanze

percorsi in miglia in funzione di tempo (minuti) e velocità (nodi)

	velocità in nodi																
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
minuti																	
1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7
3	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0
4	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3
5	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
6	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
7	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
8	0,5	0,7	0,8	0,9	1,1	1,2	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4	2,5	2,7
9	0,6	0,8	0,9	1,1	1,2	1,4	1,5	1,7	1,8	2,0	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7	2,9	3,0
10	0,7	0,8	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,8	3,0	3,2	3,3
11	0,7	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	2,9	3,1	3,3	3,5	3,7
12	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
13	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,7	3,9	4,1	4,3
14	0,9	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,3	2,6	2,8	3,0	3,3	3,5	3,7	4,0	4,2	4,4	4,7
15	1,0	1,3	1,5	1,8	2,0	2,3	2,5	2,8	3,0	3,3	3,5	3,8	4,0	4,3	4,5	4,8	5,0
16	1,1	1,3	1,6	1,9	2,1	2,4	2,7	2,9	3,2	3,5	3,7	4,0	4,3	4,5	4,8	5,1	5,3
17	1,1	1,4	1,7	2,0	2,3	2,6	2,8	3,1	3,4	3,7	4,0	4,3	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7
18	1,2	1,5	1,8	2,1	2,4	2,7	3,0	3,3	3,6	3,9	4,2	4,5	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0
19	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1	4,4	4,8	5,1	5,4	5,7	6,0	6,3
20	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	4,3	4,7	5,0	5,3	5,7	6,0	6,3	6,7
21	1,4	1,8	2,1	2,5	2,8	3,2	3,5	3,9	4,2	4,6	4,9	5,3	5,6	6,0	6,3	6,7	7,0
22	1,5	1,8	2,2	2,6	2,9	3,3	3,7	4,0	4,4	4,8	5,1	5,5	5,9	6,2	6,6	7,0	7,3
23	1,5	1,9	2,3	2,7	3,1	3,5	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,1	6,5	6,9	7,3	7,7
24	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	4,4	4,8	5,2	5,6	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0
25	1,7	2,1	2,5	2,9	3,3	3,8	4,2	4,6	5,0	5,4	5,8	6,3	6,7	7,1	7,5	7,9	8,3
26	1,7	2,2	2,6	3,0	3,5	3,9	4,3	4,8	5,2	5,6	6,1	6,5	6,9	7,4	7,8	8,2	8,7
27	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5	5,0	5,4	5,9	6,3	6,8	7,2	7,7	8,1	8,6	9,0
28	1,9	2,3	2,8	3,3	3,7	4,2	4,7	5,1	5,6	6,1	6,5	7,0	7,5	7,9	8,4	8,9	9,3
29	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,4	4,8	5,3	5,8	6,3	6,8	7,3	7,7	8,2	8,7	9,2	9,7
30	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0
31	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,7	5,2	5,7	6,2	6,7	7,2	7,8	8,3	8,8	9,3	9,8	10,3
32	2,1	2,7	3,2	3,7	4,3	4,8	5,3	5,9	6,4	6,9	7,5	8,0	8,5	9,1	9,6	10,1	10,7
33	2,2	2,8	3,3	3,9	4,4	5,0	5,5	6,1	6,6	7,2	7,7	8,3	8,8	9,4	9,9	10,5	11,0
34	2,3	2,8	3,4	4,0	4,5	5,1	5,7	6,2	6,8	7,4	7,9	8,5	9,1	9,6	10,2	10,8	11,3
35	2,3	2,9	3,5	4,1	4,7	5,3	5,8	6,4	7,0	7,6	8,2	8,8	9,3	9,9	10,5	11,1	11,7
36	2,4	3,0	3,6	4,2	4,8	5,4	6,0	6,6	7,2	7,8	8,4	9,0	9,6	10,2	10,8	11,4	12,0
37	2,5	3,1	3,7	4,3	4,9	5,6	6,2	6,8	7,4	8,0	8,6	9,3	9,9	10,5	11,1	11,7	12,3
38	2,5	3,2	3,8	4,4	5,1	5,7	6,3	7,0	7,6	8,2	8,9	9,5	10,1	10,8	11,4	12,0	12,7
39	2,6	3,3	3,9	4,6	5,2	5,9	6,5	7,2	7,8	8,5	9,1	9,8	10,4	11,1	11,7	12,4	13,0
40	2,7	3,3	4,0	4,7	5,3	6,0	6,7	7,3	8,0	8,7	9,3	10,0	10,7	11,3	12,0	12,7	13,3

Sole - correzione altezze

depressione
orizzonte
apparente " i "

elevazione in mt.	i
0,00	0,0
0,46	-1,2
0,54	-1,3
0,63	-1,4
0,72	-1,5
0,82	-1,6
0,92	-1,7
1,03	-1,8
1,15	-1,9
1,28	-2,0
1,40	-2,1
1,54	-2,2
1,68	-2,3
1,83	-2,4
1,99	-2,5
2,15	-2,6
2,32	-2,7
2,49	-2,8
2,68	-2,9
2,87	-3,0
3,06	-3,1
3,26	-3,2
3,47	-3,3
3,68	-3,4
3,90	-3,5
4,13	-3,6
4,36	-3,7
4,60	-3,8
4,84	-3,9
5,10	-4,0
5,35	-4,1
5,61	-4,2
5,88	-4,3
6,17	-4,4
6,45	-4,5
6,74	-4,6
7,04	-4,7
7,34	-4,8
7,64	-4,9
7,96	-5,0
8,28	-5,1
8,61	-5,2
8,94	-5,3
9,29	-5,4
9,63	-5,5
9,98	-5,6
10,34	-5,7

rifrazione
astronomica
" r "

altezza osservata		r
15	16	-3,4
15	41	-3,3
16	8	-3,2
16	37	-3,1
17	7	-3,0
17	38	-2,9
18	12	-2,8
18	48	-2,7
19	26	-2,6
20	7	-2,5
20	51	-2,4
21	38	-2,3
22	29	-2,2
23	24	-2,1
24	23	-2,0
25	26	-1,9
26	35	-1,8
27	51	-1,7
29	14	-1,6
30	44	-1,5
32	23	-1,4
34	13	-1,3
36	15	-1,2
38	31	-1,1
41	3	-1,0
43	52	-0,9
47	4	-0,8
50	39	-0,7
54	42	-0,6
59	15	-0,5
64	24	-0,4
70	6	-0,3
76	21	-0,2
83	3	-0,1
90	0	0,0

semidiametro
(positiva per lembo inf.
negativa per lembo sup.)

il valore esatto del semidiametro è preferibile prelevarlo, se presente, dalla pagina giornaliera delle effemeridi nautiche

lembo inferiore

gennaio	+ 16,3
febbraio	+ 16,2
marzo	+ 16,1
aprile	+ 15,9
maggio	+ 15,8
giugno	+ 15,7
luglio	+ 15,7
agosto	+ 15,8
settembre	+ 15,9
ottobre	+ 16,0
novembre	+ 16,2
dicembre	+ 16,3

lembo superiore

gennaio	- 16,3
febbraio	- 16,2
marzo	- 16,1
aprile	- 15,9
maggio	- 15,8
giugno	- 15,7
luglio	- 15,7
agosto	- 15,8
settembre	- 15,9
ottobre	- 16,0
novembre	- 16,2
dicembre	- 16,3

Rifrazione calcolata per pressione atmosferica 760 mm. - alla temperatura 10° C - Per una temperatura differente di 10° C in più o in meno la differenza di rifrazione è pari a 2" circa

es. : 1,00 mt di elevazione considerare 1,03 : - **1,8**

es.: 45° 25' di altez.osserv. considerare 43° 52' : - **0,9**

per orizzonte artificiale o a bacinella considerare elevazione = 0,0

Stelle - correzione altezze

depressione orizzonte apparente i
elevazione dell'occhio sull'orizzonte (in metri)

rifrazione
astronomica " r "

mt.	correz.	mt.	correz.
0,00	0,0	9,28	-5,4
0,46	-1,2	9,63	-5,5
0,54	-1,3	9,98	-5,6
0,62	-1,4	10,34	-5,7
0,72	-1,5	10,71	-5,8
0,81	-1,6	11,08	-5,9
0,92	-1,7	11,46	-6,0
1,03	-1,8	11,84	-6,1
1,15	-1,9	12,24	-6,2
1,27	-2,0	12,63	-6,3
1,40	-2,1	13,04	-6,4
1,54	-2,2	13,45	-6,5
1,68	-2,3	13,86	-6,6
1,83	-2,4	14,29	-6,7
1,99	-2,5	14,72	-6,8
2,15	-2,6	15,15	-6,9
2,32	-2,7	15,60	-7,0
2,50	-2,8	16,05	-7,1
2,68	-2,9	16,50	-7,2
2,86	-3,0	16,96	-7,3
3,06	-3,1	17,43	-7,4
3,26	-3,2	17,90	-7,5
3,47	-3,3	18,38	-7,6
3,68	-3,4	18,87	-7,7
3,90	-3,5	19,36	-7,8
4,13	-3,6	19,86	-7,9
4,36	-3,7	20,37	-8,0
4,60	-3,8	20,88	-8,1
4,84	-3,9	21,40	-8,2
5,09	-4,0	21,93	-8,3
5,35	-4,1	22,46	-8,4
5,61	-4,2	23,00	-8,5
5,89	-4,3	23,54	-8,6
6,16	-4,4	24,09	-8,7
6,45	-4,5	24,65	-8,8
6,74	-4,6	25,21	-8,9
7,03	-4,7	25,78	-9,0
7,33	-4,8	26,36	-9,1
7,64	-4,9	26,94	-9,2
7,96	-5,0	27,53	-9,3
8,28	-5,1	28,12	-9,4
8,61	-5,2	28,73	-9,5
8,94	-5,3	29,33	-9,6

altezza	correz.
15 1	-3,6
15 26	-3,5
15 52	-3,4
16 19	-3,3
16 48	-3,2
17 19	-3,1
17 51	-3,0
18 26	-2,9
19 2	-2,8
19 42	-2,7
20 23	-2,6
21 8	-2,5
21 56	-2,4
22 47	-2,3
23 43	-2,2
24 43	-2,1
25 47	-2,0
26 58	-1,9
28 14	-1,8
29 37	-1,7
31 8	-1,6
32 48	-1,5
34 37	-1,4
36 38	-1,3
38 51	-1,2
41 18	-1,1
44 1	-1,0
47 2	-0,9
50 23	-0,8
54 5	-0,7
58 10	-0,6
62 39	-0,5
67 31	-0,4
72 45	-0,3
78 18	-0,2
84 5	-0,1
90	0,0

Rifrazione calcolata per pressione atmosferica 760 mm. ed alla temperatura 10° C - Per una temperatura differente di 10° C in più o in meno la differenza sulla rifrazione è pari a 2" circa

Effemeridi Nautiche delle Stelle - 2025

Sole				
tempo Tv		declinazione		
h	°	'	°	'
O	176	54,8	-7	34,4 S
1	191	54,9		33,5
2	206	55,0		32,5
3	221	55,2		31,6
4	236	55,3		30,6
5	251	55,4		29,7
6	266	55,5	-7	28,7 S
7	281	55,6		27,8
8	296	55,8		26,8
9	311	55,9		25,9
10	326	56,0		24,9
11	341	56,1		24,0
12	356	56,2	-7	23,0 S
13	11	56,4		22,0
14	26	56,5		21,1
15	41	56,6		20,1
16	56	56,7		19,2
17	71	56,9		18,2
18	86	57,0	-7	17,3 S
19	101	57,1		16,3
20	116	57,2		15,4
21	131	57,4		14,4
22	146	57,5		13,5
23	161	57,6		12,5
24	176	57,7	-7	11,6 S
v = 0,1		d = 1,0'		

giorno	1
mese	3

passaggio al meridiano di Greenwich :

12 h 12 m 15 s U.T.

Lat.	Crepuscolo Nautico		Sorgere	
	inizio		fine	
	h	m	h	m
52° N	5	32	6	11
50° N	5	33	6	10
45° N	5	34	6	8
40° N	5	34	6	6
35° N	5	34	6	4
30° N	5	34	6	2
20° N	5	32	5	57
10° N	5	28	5	53
equat.	5	24	5	48
10° S	5	18	5	42
Lat.	Tramonto		Crepuscolo Nautico	
	fine		inizio	
	h	m	h	m
52° N	17	40	18	13
50° N	17	42	18	14
45° N	17	47	18	17
40° N	17	52	18	19
35° N	17	56	18	21
30° N	17	59	18	23
20° N	18	5	18	27
10° N	18	10	18	32
equat.	18	16	18	36
10° S	18	21	18	42

semidiametro del Sole (S.D.)

16,14'

Ariete		
Ts		
h	°	'
O	159	3,2
1	174	5,7
2	189	8,1
3	204	10,6
4	219	13,0
5	234	15,5
6	249	18,0
7	264	20,4
8	279	22,9
9	294	25,4
10	309	27,8
11	324	30,3
12	339	32,8
13	354	35,2
14	9	37,7
15	24	40,1
16	39	42,6
17	54	45,1
18	69	47,5
19	84	50,0
20	99	52,5
21	114	54,9
22	129	57,4
23	144	59,9
24	160	2,3

<i>stella</i>	360-a	°	'	°	'	<i>stella</i>	360-a	°	'	°	'	<i>stella</i>	360-a	°	'	°	'
acamar	315	11,8	40	12,5	S	canopus	263	52,1	52	42,8	S	miaplacidus	221	37,4	69	49,3	S
achernar	335	20,5	57	6,8	S	capella	280	21,6	46	1,5	N	mirfak	308	28,2	49	57,2	N
acrux	172	59,4	63	14,2	S	castor	245	56,6	31	50,0	N	mizar	158	45,4	54	47,4	N
adhara	255	5,6	29	0,6	S	cor caroli	165	41,5	38	10,7	N	nunki	75	47,8	26	15,9	S
albireo	67	4,2	28	0,5	N	deneb	49	26,1	45	22,0	N	peacock	53	6,0	56	39,2	S
aldebaran	290	39,5	16	33,6	N	denebola	182	24,5	14	25,7	N	phact	274	51,4	34	3,8	S
alioth	166	12,4	55	49,2	N	diphda	348	47,4	17	51,1	S	pollux	243	16,9	27	57,9	N
alkaid	152	51,5	49	11,0	N	dubhe	193	40,1	61	36,8	N	procyon	244	50,5	5	9,6	N
almak	328	38,5	42	27,1	N	elnath	278	1,6	28	37,8	N	rasalhague	95	58,5	12	32,3	N
al nair	27	33,2	46	50,4	S	eltanin	90	42,3	51	28,7	N	regulus	207	34,0	11	50,5	N
alnilam	275	37,5	1	11,2	S	enif	33	39,0	9	59,3	N	rigel	281	3,7	8	10,5	S
alphard	217	47,3	8	46,2	S	fomalhaut	15	14,7	29	29,5	S	saiph	272	45,6	9	39,8	S
alphecca	126	3,5	26	37,5	N	gacrux	171	51,1	57	15,2	S	schedar	349	31,4	56	40,6	N
alpheratz	357	35,0	29	13,7	N	gienah	175	43,2	17	41,0	S	scheddi	32	53,9	16	0,9	S
altair	62	0,1	8	55,9	N	hadar	148	35,5	60	29,5	S	shaula	96	10,3	37	7,3	S
ankaa	353	7,4	42	10,3	S	hamal	327	51,3	23	34,9	N	sirius	258	26,0	16	45,2	S
antares	112	15,7	26	29,3	S	kaus aust.	83	32,5	34	22,3	S	spica	158	21,9	11	17,7	S
arcturus	145	47,6	19	2,8	N	kochab	137	19,2	74	2,7	N	suhail	222	45,8	43	32,2	S
atria	107	9,9	69	4,1	S	markab	13	30,1	15	20,3	N	vega	80	33,4	38	48,1	N
avior	234	14,2	59	35,6	S	menkar	314	6,1	4	11,2	N	polaris	314	12,2	89	22,5	N
bellatrix	278	22,7	6	22,3	N	menkent	147	57,2	36	29,6	S						
betelgeu.	270	51,8	7	24,7	N	merak	194	9,1	56	14,7	N						

Effeemeridi Nautiche delle Stelle - 2025

Sole					
tempo Tv			declinazione		
h	°	'	°	'	
O	179	5,1	23	10,0	N
1	194	5,0		9,9	
2	209	4,9		9,7	
3	224	4,8		9,6	
4	239	4,6		9,4	
5	254	4,5		9,2	
6	269	4,4	23	9,1	N
7	284	4,3		8,9	
8	299	4,1		8,8	
9	314	4,0		8,6	
10	329	3,9		8,5	
11	344	3,8		8,3	
12	359	3,6	23	8,1	N
13	14	3,5		8,0	
14	29	3,4		7,8	
15	44	3,3		7,7	
16	59	3,1		7,5	
17	74	3,0		7,3	
18	89	2,9	23	7,2	N
19	104	2,8		7,0	
20	119	2,7		6,8	
21	134	2,5		6,7	
22	149	2,4		6,5	
23	164	2,3		6,3	
24	179	2,2	23	6,2	N
v = -0,1			d = -0,2'		

giorno	30
mese	6

Ariete		
Ts		
h	°	'
O	278	19,0
1	293	21,5
2	308	23,9
3	323	26,4
4	338	28,9
5	353	31,3
6	8	33,8
7	23	36,3
8	38	38,7
9	53	41,2
10	68	43,7
11	83	46,1
12	98	48,6
13	113	51,0
14	128	53,5
15	143	56,0
16	158	58,4
17	174	0,9
18	189	3,4
19	204	5,8
20	219	8,3
21	234	10,8
22	249	13,2
23	264	15,7
24	279	18,1

passaggio al meridiano di Greenwich :

12 h 3 m 46 s U.T.

Lat.	Crepuscolo Nautico				Sorgere	
	inizio		fine		Sole	
	h	m	h	m	h	m
52° N	1	39	2	56	3	44
50° N	2	6	3	10	3	55
45° N	2	50	3	40	4	17
40° N	3	20	4	2	4	35
35° N	3	43	4	20	4	49
30° N	4	2	4	35	5	2
20° N	4	30	5	00	5	24
10° N	4	53	5	20	5	43
equat.	5	11	5	38	6	0
10° S	5	28	5	55	6	17
Lat.	Tramonto		Crepuscolo Nautico			
	Sole		inizio		fine	
	h	m	h	m	h	m
52° N	20	23	21	12	22	28
50° N	20	13	20	57	22	1
45° N	19	51	20	28	21	17
40° N	19	33	20	6	20	47
35° N	19	18	19	48	20	24
30° N	19	5	19	33	20	6
20° N	18	43	19	8	19	37
10° N	18	25	18	48	19	15
equat.	18	7	18	30	18	56
10° S	17	50	18	13	18	39

semidiametro del Sole (S.D.)

15,73'

stella	360-a	°	'	declinazione	°	'	stella	360-a	°	'	declinazione	°	'	stella	360-a	°	'	declinazione	°	'
acamar	315	11,7	40	11,9	S	canopus	263	52,8	52	42,5	S	miaplacidus	221	38,9	69	49,5	S			
achernar	335	20,1	57	6,1	S	capella	280	21,8	46	1,3	N	mirfak	308	28,1	49	56,9	N			
acruz	172	59,7	63	14,7	S	castor	245	56,9	31	50,0	N	mizar	158	45,5	54	47,8	N			
adhara	255	5,9	29	0,4	S	cor caroli	165	41,5	38	11,0	N	nunki	75	46,9	26	15,9	S			
albireo	67	3,4	28	0,7	N	deneb	49	25,1	45	22,1	N	peacock	53	4,5	56	39,0	S			
aldebaran	290	39,5	16	33,6	N	denebola	182	24,6	14	25,9	N	phact	274	51,8	34	3,5	S			
alioth	166	12,6	55	49,6	N	diphda	348	46,9	17	50,7	S	pollux	243	17,2	27	57,9	N			
alkaid	152	51,5	49	11,4	N	dubhe	193	40,7	61	37,1	N	procyon	244	50,7	5	9,6	N			
almak	328	38,1	42	26,9	N	elnath	278	1,7	28	37,7	N	rasalhague	95	57,8	12	32,5	N			
al nair	27	32,1	46	50,0	S	eltanin	90	41,4	51	29,1	N	regulus	207	34,2	11	50,6	N			
alnilam	275	37,7	1	11,1	S	enif	33	38,2	9	59,5	N	rigel	281	3,8	8	10,3	S			
alphard	217	47,6	8	46,2	S	fomalhaut	15	13,9	29	29,0	S	saiph	272	45,8	9	39,6	S			
alphecca	126	3,1	26	37,8	N	gacrux	171	51,2	57	15,7	S	schedar	349	30,6	56	40,4	N			
alpheratz	357	34,3	29	13,7	N	gienah	175	43,2	17	41,1	S	scheddi	32	53,0	16	0,6	S			
altair	61	59,2	8	56,1	N	hadar	148	35,2	60	30,0	S	shaula	96	9,4	37	7,4	S			
ankaa	353	6,8	42	9,8	S	hamal	327	50,9	23	34,9	N	sirius	258	26,3	16	45,0	S			
antares	112	15,0	26	29,4	S	kaus aust.	83	31,6	34	22,3	S	spica	158	21,8	11	17,7	S			
arcturus	145	47,4	19	3,1	N	kochab	137	19,0	74	3,2	N	suhail	222	46,4	43	32,2	S			
atria	107	8,4	69	4,5	S	markab	13	29,4	15	20,5	N	vega	80	32,5	38	48,4	N			
avior	234	15,2	59	35,6	S	menkar	314	5,9	4	11,4	N	polaris	314	10,9	89	22,0	N			
bellatrix	278	22,8	6	22,4	N	menkent	147	56,9	36	29,9	S									
betelgeu.	270	52,0	7	24,7	N	merak	194	9,6	56	15,0	N									

Effemeridi Nautiche delle Stelle - 2025

Sole					
tempo Tv			declinazione		
h	°	'	°	'	
O	179	2,2	23	6,2	N
1	194	2,0		6,0	
2	209	1,9		5,8	
3	224	1,8		5,7	
4	239	1,7		5,5	
5	254	1,6		5,3	
6	269	1,4	23	5,1	N
7	284	1,3		5,0	
8	299	1,2		4,8	
9	314	1,1		4,6	
10	329	1,0		4,4	
11	344	0,8		4,3	
12	359	0,7	23	4,1	N
13	14	0,6		3,9	
14	29	0,5		3,7	
15	44	0,4		3,5	
16	59	0,2		3,4	
17	74	0,1		3,2	
18	89	0,0	23	3,0	N
19	103	59,9		2,8	
20	118	59,8		2,6	
21	133	59,6		2,5	
22	148	59,5		2,3	
23	163	59,4		2,1	
24	178	59,3	23	1,9	N
v = -0,1			d = -0,2'		

giorno	1
mese	7

passaggio al meridiano di Greenwich :

12 h 3 m 57 s U.T.

Lat.	Crepuscolo Nautico		Sorgere	
	inizio		fine	
	h	m	h	m
52° N	1	41	2	57
50° N	2	7	3	11
45° N	2	51	3	40
40° N	3	21	4	2
35° N	3	44	4	20
30° N	4	2	4	35
20° N	4	31	5	00
10° N	4	53	5	20
equat.	5	12	5	38
10° S	5	28	5	55
Lat.	Tramonto		Crepuscolo Nautico	
	fine		inizio	
	h	m	h	m
52° N	20	23	21	11
50° N	20	13	20	57
45° N	19	50	20	28
40° N	19	33	20	5
35° N	19	18	19	48
30° N	19	5	19	33
20° N	18	44	19	8
10° N	18	25	18	48
equat.	18	8	18	30
10° S	17	50	18	13

semidiametro del Sole (S.D.) 15,73'

Ariete		
Ts		
h	°	'
O	279	18,1
1	294	20,6
2	309	23,1
3	324	25,5
4	339	28,0
5	354	30,5
6	9	32,9
7	24	35,4
8	39	37,9
9	54	40,3
10	69	42,8
11	84	45,3
12	99	47,7
13	114	50,2
14	129	52,6
15	144	55,1
16	159	57,6
17	175	0,0
18	190	2,5
19	205	5,0
20	220	7,4
21	235	9,9
22	250	12,4
23	265	14,8
24	280	17,3

stella	360-a	declinazione		stella	360-a	declinazione		stella	360-a	declinazione							
	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'	°	'					
acamar	315	11,7	40	11,9	S	canopus	263	52,8	52	42,5	S	miaplacidus	221	38,9	69	49,5	S
achernar	335	20,1	57	6,1	S	capella	280	21,8	46	1,3	N	mirfak	308	28,1	49	56,9	N
acrux	172	59,7	63	14,7	S	castor	245	56,9	31	50,0	N	mizar	158	45,5	54	47,8	N
adhara	255	5,9	29	0,4	S	cor caroli	165	41,5	38	11,0	N	nunki	75	46,9	26	15,9	S
albireo	67	3,4	28	0,7	N	deneb	49	25,1	45	22,1	N	peacock	53	4,5	56	39,0	S
aldebaran	290	39,5	16	33,6	N	denebola	182	24,6	14	25,9	N	phact	274	51,8	34	3,5	S
alioth	166	12,6	55	49,6	N	diphda	348	46,9	17	50,7	S	pollux	243	17,2	27	57,9	N
alkaid	152	51,5	49	11,4	N	dubhe	193	40,7	61	37,1	N	procyon	244	50,7	5	9,6	N
almak	328	38,1	42	26,9	N	elnath	278	1,7	28	37,7	N	rasalhague	95	57,8	12	32,5	N
al nair	27	32,1	46	50,0	S	eltanin	90	41,4	51	29,1	N	regulus	207	34,2	11	50,6	N
alnilam	275	37,7	1	11,1	S	enif	33	38,2	9	59,5	N	rigel	281	3,8	8	10,3	S
alphard	217	47,6	8	46,2	S	fomalhaut	15	13,9	29	29,0	S	saiph	272	45,8	9	39,6	S
alphecca	126	3,1	26	37,8	N	gacrux	171	51,3	57	15,7	S	schedar	349	30,6	56	40,4	N
alpheratz	357	34,3	29	13,7	N	gienah	175	43,2	17	41,1	S	scheddi	32	53,0	16	0,6	S
altair	61	59,2	8	56,1	N	hadar	148	35,2	60	30,0	S	shaula	96	9,4	37	7,4	S
ankaa	353	6,8	42	9,8	S	hamal	327	50,9	23	34,9	N	sirius	258	26,3	16	45,0	S
antares	112	15,0	26	29,4	S	kaus aust.	83	31,6	34	22,3	S	spica	158	21,8	11	17,7	S
arcturus	145	47,4	19	3,1	N	kochab	137	19,0	74	3,2	N	suhail	222	46,4	43	32,2	S
atria	107	8,4	69	4,5	S	markab	13	29,4	15	20,5	N	vega	80	32,5	38	48,4	N
avior	234	15,2	59	35,6	S	menkar	314	5,9	4	11,4	N	polaris	314	10,5	89	22,0	N
bellatrix	278	22,8	6	22,4	N	menkent	147	56,9	36	29,9	S						
betelgeu.	270	52,0	7	24,7	N	merak	194	9,6	56	15,0	N						

Tabelle di Interpolazione - parti proporzionali di tempo (v) e declinazione (d)

0 ^m			1 ^m			2 ^m			3 ^m					
sec	sole		ariete		sec	sole		ariete		sec.	sole		ariete	
	°	'	°	'		°	'	°	'		°	'	°	'
1	0,3		0,3		1	15,0		15,0		1	30,0		30,0	
2	0,5		0,5		2	15,3		15,3		2	30,3		30,3	
3	0,8		0,8		3	15,5		15,5		3	30,5		30,6	
4	1,0		1,0		4	15,8		15,8		4	30,8		30,8	
5	1,3		1,3		5	16,0		16,0		5	31,0		31,1	
6	1,5		1,5		6	16,3		16,3		6	31,3		31,3	
7	1,8		1,8		7	16,5		16,5		7	31,5		31,6	
8	2,0		2,0		8	16,8		16,8		8	31,8		31,8	
9	2,3		2,3		9	17,0		17,0		9	32,0		32,1	
10	2,5		2,5		10	17,3		17,3		10	32,3		32,3	
11	2,8		2,8		11	17,5		17,5		11	32,5		32,6	
12	3,0		3,0		12	17,8		17,8		12	32,8		32,8	
13	3,3		3,3		13	18,0		18,1		13	33,0		33,1	
14	3,5		3,5		14	18,3		18,3		14	33,3		33,3	
15	3,8		3,8		15	18,5		18,6		15	33,5		33,6	
16	4,0		4,0		16	18,8		18,8		16	33,8		33,8	
17	4,3		4,3		17	19,0		19,1		17	34,0		34,1	
18	4,5		4,5		18	19,3		19,3		18	34,3		34,3	
19	4,8		4,8		19	19,5		19,6		19	34,5		34,6	
20	5,0		5,0		20	19,8		19,8		20	34,8		34,8	
21	5,3		5,3		21	20,0		20,1		21	35,0		35,1	
22	5,5		5,5		22	20,3		20,3		22	35,3		35,3	
23	5,8		5,8		23	20,5		20,6		23	35,5		35,6	
24	6,0		6,0		24	20,8		20,8		24	35,8		35,8	
25	6,3		6,3		25	21,0		21,1		25	36,0		36,1	
26	6,5		6,5		26	21,3		21,3		26	36,3		36,4	
27	6,8		6,8		27	21,5		21,6		27	36,5		36,6	
28	7,0		7,0		28	21,8		21,8		28	36,8		36,9	
29	7,3		7,3		29	22,0		22,1		29	37,0		37,1	
30	7,5		7,5		30	22,3		22,3		30	37,3		37,4	
31	7,8		7,8		31	22,5		22,6		31	37,5		37,6	
32	8,0		8,0		32	22,8		22,8		32	37,8		37,9	
33	8,3		8,3		33	23,0		23,1		33	38,0		38,1	
34	8,5		8,5		34	23,3		23,3		34	38,3		38,4	
35	8,8		8,8		35	23,5		23,6		35	38,5		38,6	
36	9,0		9,0		36	23,8		23,8		36	38,8		38,9	
37	9,3		9,3		37	24,0		24,1		37	39,0		39,1	
38	9,5		9,5		38	24,3		24,3		38	39,3		39,4	
39	9,8		9,8		39	24,5		24,6		39	39,5		39,6	
40	10,0		10,0		40	24,8		24,8		40	39,8		39,9	
41	10,3		10,3		41	25,0		25,1		41	40,0		40,1	
42	10,5		10,5		42	25,3		25,3		42	40,3		40,4	
43	10,8		10,8		43	25,5		25,6		43	40,5		40,6	
44	11,0		11,0		44	25,8		25,8		44	40,8		40,9	
45	11,3		11,3		45	26,0		26,1		45	41,0		41,1	
46	11,5		11,5		46	26,3		26,3		46	41,3		41,4	
47	11,8		11,8		47	26,5		26,6		47	41,5		41,6	
48	12,0		12,0		48	26,8		26,8		48	41,8		41,9	
49	12,3		12,3		49	27,0		27,1		49	42,0		42,1	
50	12,5		12,5		50	27,3		27,3		50	42,3		42,4	
51	12,8		12,8		51	27,5		27,6		51	42,5		42,6	
52	13,0		13,0		52	27,8		27,8		52	42,8		42,9	
53	13,3		13,3		53	28,0		28,1		53	43,0		43,1	
54	13,5		13,5		54	28,3		28,3		54	43,3		43,4	
55	13,8		13,8		55	28,5		28,6		55	43,5		43,6	
56	14,0		14,0		56	28,8		28,8		56	43,8		43,9	
57	14,3		14,3		57	29,0		29,1		57	44,0		44,1	
58	14,5		14,5		58	29,3		29,3		58	44,3		44,4	
59	14,8		14,8		59	29,5		29,6		59	44,5		44,6	
60	15,0		15,0		60	29,8		29,8		60	44,8		44,9	
						30,0		30,1			45,0		45,1	

V/D - parti proporzionali

v/d	pp	v/d	pp
		0,6	
0,1		0,7	
0,2		0,8	
0,3		0,9	
0,4		1,0	
0,5		1,1	

V/D - parti proporzionali

v/d	pp	v/d	pp
		0,6	0,0
0,1	0,0	0,7	0,0
0,2	0,0	0,8	0,0
0,3	0,0	0,9	0,0
0,4	0,0	1,0	0,0
0,5	0,0	1,1	0,0

V/D - parti proporzionali

v/d	pp	v/d	pp
		0,6	0,0
0,1	0,0	0,7	0,0
0,2	0,0	0,8	0,0
0,3	0,0	0,9	0,0
0,4	0,0	1,0	0,0
0,5	0,0	1,1	0,0

V/D - parti proporzionali

v/d	pp	v/d	pp
		0,6	0,0
0,1	0,0	0,7	0,0
0,2	0,0	0,8	0,0
0,3	0,0	0,9	0,0
0,4	0,0	1,0	0,1
0,5	0,0	1,1	0,1

Tabelle di Interpolazione - parti proporzionali di tempo (v) e declinazione (d)

28^m

29^m

30^m

31^m

sec.	sole		ariete	
	o	'	o	'
			7	1,2
1	7	0,2	7	1,4
2	7	0,5	7	1,7
3	7	0,8	7	1,9
4	7	1,0	7	2,2
5	7	1,2	7	2,4
6	7	1,5	7	2,7
7	7	1,8	7	2,9
8	7	2,0	7	3,2
9	7	2,2	7	3,4
10	7	2,5	7	3,7
11	7	2,8	7	3,9
12	7	3,0	7	4,2
13	7	3,2	7	4,4
14	7	3,5	7	4,7
15	7	3,8	7	4,9
16	7	4,0	7	5,2
17	7	4,3	7	5,4
18	7	4,5	7	5,7
19	7	4,8	7	5,9
20	7	5,0	7	6,2
21	7	5,3	7	6,4
22	7	5,5	7	6,7
23	7	5,7	7	6,9
24	7	6,0	7	7,2
25	7	6,3	7	7,4
26	7	6,5	7	7,7
27	7	6,7	7	7,9
28	7	7,0	7	8,2
29	7	7,3	7	8,4
30	7	7,5	7	8,7
31	7	7,7	7	8,9
32	7	8,0	7	9,2
33	7	8,3	7	9,4
34	7	8,5	7	9,7
35	7	8,7	7	9,9
36	7	9,0	7	10,2
37	7	9,3	7	10,4
38	7	9,5	7	10,7
39	7	9,7	7	10,9
40	7	10,0	7	11,2
41	7	10,3	7	11,4
42	7	10,5	7	11,7
43	7	10,8	7	11,9
44	7	11,0	7	12,2
45	7	11,3	7	12,4
46	7	11,5	7	12,7
47	7	11,8	7	12,9
48	7	12,0	7	13,2
49	7	12,3	7	13,5
50	7	12,5	7	13,7
51	7	12,8	7	14,0
52	7	13,0	7	14,2
53	7	13,3	7	14,5
54	7	13,5	7	14,7
55	7	13,8	7	15,0
56	7	14,0	7	15,2
57	7	14,3	7	15,5
58	7	14,5	7	15,7
59	7	14,8	7	16,0
60	7	15,0	7	16,2

sec.	sole		ariete	
	o	'	o	'
	7	15,0	7	16,2
1	7	15,3	7	16,5
2	7	15,5	7	16,7
3	7	15,8	7	17,0
4	7	16,0	7	17,2
5	7	16,3	7	17,5
6	7	16,5	7	17,7
7	7	16,8	7	18,0
8	7	17,0	7	18,2
9	7	17,3	7	18,5
10	7	17,5	7	18,7
11	7	17,8	7	19,0
12	7	18,0	7	19,2
13	7	18,3	7	19,5
14	7	18,5	7	19,7
15	7	18,8	7	20,0
16	7	19,0	7	20,2
17	7	19,3	7	20,5
18	7	19,5	7	20,7
19	7	19,8	7	21,0
20	7	20,0	7	21,2
21	7	20,3	7	21,5
22	7	20,5	7	21,7
23	7	20,8	7	22,0
24	7	21,0	7	22,2
25	7	21,3	7	22,5
26	7	21,5	7	22,7
27	7	21,8	7	23,0
28	7	22,0	7	23,2
29	7	22,3	7	23,5
30	7	22,5	7	23,7
31	7	22,8	7	24,0
32	7	23,0	7	24,2
33	7	23,3	7	24,5
34	7	23,5	7	24,7
35	7	23,8	7	25,0
36	7	24,0	7	25,2
37	7	24,3	7	25,5
38	7	24,5	7	25,7
39	7	24,8	7	26,0
40	7	25,0	7	26,2
41	7	25,3	7	26,5
42	7	25,5	7	26,7
43	7	25,8	7	27,0
44	7	26,0	7	27,2
45	7	26,3	7	27,5
46	7	26,5	7	27,7
47	7	26,8	7	28,0
48	7	27,0	7	28,2
49	7	27,3	7	28,5
50	7	27,5	7	28,7
51	7	27,8	7	29,0
52	7	28,0	7	29,2
53	7	28,3	7	29,5
54	7	28,5	7	29,7
55	7	28,8	7	30,0
56	7	29,0	7	30,2
57	7	29,3	7	30,5
58	7	29,5	7	30,7
59	7	29,8	7	31,0
60	7	30,0	7	31,3

sec.	sole		ariete	
	o	'	o	'
	7	30,0	7	31,3
1	7	30,2	7	31,5
2	7	30,5	7	31,8
3	7	30,8	7	32,0
4	7	31,0	7	32,3
5	7	31,3	7	32,5
6	7	31,5	7	32,8
7	7	31,8	7	33,0
8	7	32,0	7	33,3
9	7	32,3	7	33,5
10	7	32,5	7	33,8
11	7	32,8	7	34,0
12	7	33,0	7	34,3
13	7	33,3	7	34,5
14	7	33,5	7	34,8
15	7	33,8	7	35,0
16	7	34,0	7	35,3
17	7	34,3	7	35,5
18	7	34,5	7	35,8
19	7	34,8	7	36,0
20	7	35,0	7	36,3
21	7	35,3	7	36,5
22	7	35,5	7	36,8
23	7	35,8	7	37,0
24	7	36,0	7	37,3
25	7	36,3	7	37,5
26	7	36,5	7	37,8
27	7	36,7	7	38,0
28	7	37,0	7	38,3
29	7	37,3	7	38,5
30	7	37,5	7	38,8
31	7	37,8	7	39,0
32	7	38,0	7	39,3
33	7	38,3	7	39,5
34	7	38,5	7	39,8
35	7	38,8	7	40,0
36	7	39,0	7	40,3
37	7	39,3	7	40,5
38	7	39,5	7	40,8
39	7	39,8	7	41,0
40	7	40,0	7	41,3
41	7	40,3	7	41,5
42	7	40,5	7	41,8
43	7	40,8	7	42,0
44	7	41,0	7	42,3
45	7	41,2	7	42,5
46	7	41,5	7	42,8
47	7	41,8	7	43,0
48	7	42,0	7	43,3
49	7	42,3	7	43,5
50	7	42,5	7	43,8
51	7	42,8	7	44,0
52	7	43,0	7	44,3
53	7	43,3	7	44,5
54	7	43,5	7	44,8
55	7	43,8	7	45,0
56	7	44,0	7	45,3
57	7	44,3	7	45,5
58	7	44,5	7	45,8
59	7	44,8	7	46,0
60	7	45,0	7	46,3

sec.	sole		ariete	
	o	'	o	'
	7	45,0	7	46,3
1	7	45,3	7	46,5
2	7	45,5	7	46,8
3	7	45,8	7	47,0
4	7	46,0	7	47,3
5	7	46,2	7	47,5
6	7	46,5	7	47,8
7	7	46,8	7	48,0
8	7	47,0	7	48,3
9	7	47,3	7	48,5
10	7	47,5	7	48,8
11	7	47,8	7	49,0
12	7	48,0	7	49,3
13	7	48,3	7	49,6
14	7	48,5	7	49,8
15	7	48,8	7	50,1
16	7	49,0	7	50,3
17	7	49,3	7	50,6
18	7	49,5	7	50,8
19	7	49,8	7	51,1
20	7	50,0	7	51,3
21	7	50,3	7	51,6
22	7	50,5	7	51,8
23	7	50,7	7	52,1
24	7	51,0	7	52,3
25	7	51,3	7	52,6
26	7	51,5	7	52,8
27	7	51,8	7	53,1
28	7	52,0	7	53,3
29	7	52,3	7	53,6
30	7	52,5	7	53,8
31	7	52,8	7	54,1
32	7	53,0	7	54,3
33	7	53,3	7	54,6
34	7	53,5	7	54,8
35	7	53,8	7	55,1
36	7	54,0	7	55,3
37	7	54,3	7	55,6
38	7	54,5	7	55,8
39	7	54,8	7	56,1
40	7	55,0	7	56,3
41	7	55,3	7	56,6
42	7	55,5	7	56,8
43	7	55,7	7	57,1
44	7	56,0	7	57,3
45	7	56,3	7	57,6
46	7	56,5	7	57,8
47	7	56,8	7	58,1
48	7	57,0	7	58,3
49	7	57,2	7	58,6
50	7	57,5	7	58,8
51	7	57,8	7	59,1
52	7	58,0	7	59,3
53	7	58,3	7	59,6
54	7	58,5	7	59,8
55	7	58,8	8	0,1
56	7	59,0	8	0,3
57	7	59,3	8	0,6
58	7	59,5	8	0,8
59	7	59,8	8	1,1
60	8		8	1,3

V/D - parti proporzionali

v/d	pp	v/d	pp
0,1	0,0	0,6	0,3
0,2	0,1	0,7	0,3
0,3	0,1	0,8	0,4
0,4	0,2	0,9	0,4
0,5	0,2	1,0	0,5
		1,1	0,5

V/D - parti proporzionali

v/d	pp	v/d	pp
0,1	0,0	0,6	0,3
0,2	0,1	0,7	0,3
0,3	0,1	0,8	0,4
0,4	0,2	0,9	0,4
0,5	0,2	1,0	0,5

Schema di calcolo di meridiana di Sole

data tf Tm = Cronometro di bordo : K =
 Latitudine φ = Longitudine λ = Elevazione sul mare in mt. =
 Sestante : correzione "c" = correzione " γ " =

Dalle Effemeridi Nautiche si ricava l'istante del passaggio al meridiano del Sole a Greenwich :

Tm =
 - λ = (longitudine espressa in ore/minuti/secondi)
 (n.b. la latitudine Est si sottrae, quella Ovest si somma perché ad esempio nel caso di long. Est l'evento astronomico si verifica prima rispetto a) Greenwich
 Tm pms (orario del passaggio del sole al meridiano dell'osservatore)

si calcola la declinazione del sole per l'istante previsto del passaggio al meridiano :

Calcolo declinazione del Sole	
δ per Tm =	_____
d(+/-) =	_____
Δpp =	_____
δ =	_____
<i>Δpp parti proporzionali di d (+/-) rilevato in fondo alla colonna declinazione del Sole</i>	

si procede alla correzione dell'altezza meridiana osservata con il sestante :

Correzione altezza strumentale							
	gradi	primi					
hi =	_____	_____	altezza strumentale				
+/- c =	_____	_____	correzione strumentale				
+/- γ =	_____	_____	correzione errore d'indice				
ho =	_____	_____	altezza osservata				
- i =	_____	_____	depressione orizzonte				
- r =	_____	_____	rifrazione astronomica				
+ ζ =	_____	_____	semidiametro				
hv =	<table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>gradi</td><td>primi</td></tr><tr><td> </td><td> </td></tr></table>	gradi	primi				altezza vera
gradi	primi						

si trasforma l'altezza meridiana in distanza zenitale :

$$z = 90^\circ - hv \text{ (altezza meridiana) } = \text{.....}$$

infine si applica la semplice relazione per ottenere la latitudine :

$$\varphi_m = z + \delta \quad \text{somma algebrica}$$

$$z = \text{.....}$$

$$\delta = \text{.....}$$

$$\varphi_m = \text{.....}$$

Schema di calcolo di retta di Sole

data tf Tm = Cronometro di bordo : K =
 Latitudine φ = Longitudine λ = Elevazione sul mare in mt. =
 Sestante : correzione "c" = correzione " γ " =

Calcolo angolo al Polo			
su effemeridi in funzione di Tm ed lm			
		gradi	primi
Tm →	Tv =		
lm →	lv =		
v* →	Δpp =		
	Tv =		
	+ λ (+/-) =		
	tv =		
	Pe/w =		

Calcolo declinazione del Sole
δ per Tm = _____
d(+/-) = _____
Δpp^* = _____
δ = _____
<i>Δpp parti proporzionali di d (+/-) rilevato in fondo alla colonna declinazione del Sole</i>

Calcolo Azimut con Az.Tables	
da tav. AT1:	AT1 = _____
da tav. AT2:	AT2 = _____
somma AT1 + AT2	= _____
Angolo Zenitale Z	= _____
Azimut	Az = _____

v* : parti proporzionali di "v" = +/- ..in fondo alla colonna tempo del Sole

dal T riferito a GMT si passa al t locale con la longitudine (est + o ovest -) : $t = T + \lambda$ algebrica (λ est : + ; λ ovest : -)

il tempo (tv) si trasforma in angolo al polo P (e o w) : se $t < 180^\circ$: $t = Pw$ se $t > 180^\circ$: $Pe = 360^\circ - t$

$$\text{sen } h = (\text{sen } \varphi \text{ sen } \delta) + (\text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ cos } P)$$

sen altezza = (sen latitudine x sen declinazione) + (cos latitudine x cos declinazione x cos angolo al Polo)

Calcolo altezza stimata					
funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice scientifica)					
sen φ	= _____	x	cos φ	= _____	x
sen δ	= _____		cos δ	= _____	x
			cos P	= _____	
m	= _____		r.	= _____	
n	= _____				
sen h	= _____				
hs	= _____				

" m " è positivo se latitudine e declinazione sono omonime (entrambe nord o sud) - " n " è positivo se l'angolo al polo è < 90°

Correzione altezza strumentale						
	gradi primi					
hi	= _____	altezza strumentale				
+/- c	= _____	correzione strumentale				
+/- γ	= _____	correzione errore d'indice				
ho	= _____	altezza osservata				
- i	= _____	depressione orizzonte				
- r	= _____	rifrazione astronomica				
+ ζ	= _____	semidiametro				
hv	= <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td>gradi</td><td>primi</td></tr><tr><td>_____</td><td>_____</td></tr></table>	gradi	primi	_____	_____	altezza vera
gradi	primi					
_____	_____					

Differenza di altezze (x il grafico)	
hv	= _____
hs	= _____
Δh	= _____

Schema di calcolo di retta di stella

data tf Tm = Cronometro di bordo : K =
 Latitudine φ = Longitudine λ = Elevazione sul mare in mt. =
 Sestante : correzione "c" = correzione " γ " =

Calcolo angolo al Polo			
su effemeridi in funzione di Tm ed Im			
		gradi	primi
Tm →	Ts =		
Im →	Is =		
	co α =		
	T* =		
	+ λ (+/-) =		
	t* =		
	Pe/w =		

Declinazione della stella
δ del giorno =

Calcolo Azimut con Az.Tables	
da tav. AT1:	AT1 =
da tav. AT2:	AT2 =
somma AT1 + AT2	=
Angolo Zenitale Z	=
Azimut	AZ =

dal T riferito a GMT si passa al t locale con la longitudine (est + o ovest -) : $t = T + \lambda$ algebrica (λ est : + ; λ ovest : -)

il tempo (tv) si trasforma in angolo al polo P (e o w) : se $t < 180^\circ$: $t = Pw$ se $t > 180^\circ$: $Pe = 360^\circ - t$

$$\text{sen } h = (\text{sen } \varphi \text{ sen } \delta) + (\text{cos } \varphi \text{ cos } \delta \text{ cos } P)$$

sen altezza = (sen latitudine x sen declinazione) + (cos latitudine x cos declinazione x cos angolo al Polo)

Calcolo altezza stimata					
funzioni trigonometriche naturali (da calcolatrice scientifica)					
sen φ	=	_____ x	cos φ	=	_____ x
sen δ	=	_____	cos δ	=	_____ x
			cos P	=	_____
m	=	_____	r	=	_____
n	=	_____			
sen h	=	_____			
hs	=	_____			

" m " è positivo se latitudine e declinazione sono omonime (entrambe nord o sud) - " n " è positivo se l'angolo al polo è < 90°

Correzione altezza strumentale	
	gradi primi
hi	= _____ altezza strumentale
+/- c	= _____ correzione strumentale
+/- γ	= _____ correzione errore d'indice
ho	= _____ altezza osservata
- i	= _____ depressione orizzonte
- r	= _____ rifrazione astronomica
	gradi primi
hv	= altezza vera

Differenza di altezze (x il grafico)	
hv	= _____
hs	= _____
Δh	= _____

Guida ai tasti di una calcolatrice scientifica

- Ricavare il valore naturale del seno (coseno, tangente etc.) di un arco espresso in gradi, primi secondi

es. seno di $33^{\circ} 23,5'$:

sin **(** **33** **° ' "** **23.5** **° ' "** **)** **EXE**

exe o enter

risultato : 0,55036

- Ricavare il valore espresso in gradi, primi, secondi di un arco conosciuto il valore naturale del relativo seno (o coseno etc.)

es. valore naturale (seno) : 0,55036 :

SHIFT **sin** **(** **0,55036** **)** **EXE**

exe o enter

risultato : 33,39171 gradi

la parte intera corrisponde ai gradi : 33°

la parte decimale indica i decimi di grado ; se si moltiplicano x 60 ($0,39171 \times 60$) si ottengono i primi e decimi $23,5'$

risultato finale : $33^{\circ} 23,5'$

Programma in linguaggio basic per la navigazione astronomica

Desiderando creare un listato in linguaggio basic per una calcolatrice si è scelta la Casio fx5800P per la sua versatilità nell'utilizzo.

Vengono utilizzate sia la formula del "sen h" che la formula delle cotangenti - l'immissione dei dati è intuitivo (si inseriscono solo latitudine, declinazione ed angolo al polo (precedute dal segno negativo nel caso di latitudine e/o declinazione Sud e nel caso di angolo al polo Ovest). La calcolatrice programmabile restituisce i valori di altezza stimata ed azimut. Volendo ricopiarlo su altri modelli o marche il listato dovrà essere "modificato" in funzione del loro possibile diverso " dialetto basic ".

ClrMemory : "INSERT – DEGREES FOR SOUTH LATITUDE,
DECLINATION OR WEST POLE ANGLE" ▲

" LATITUDE " ? → A : Lbl 1 : " DECLINATION " ? → B : " POLE ANGLE "
? → C :

(SIN (A) x SIN (B)) + (COS (A) x COS (B) x COS (C)) : ANS → H :

H : " HEIGHT " : SIN⁻¹ (H) → K : K° ▲

Abs (1/SIN(C) x TAN(B)) : ANS → I : Abs (1/TAN (C) x TAN (A)) : ANS
→ L :

IF AxB <0 : THEN Ix(-1) : ANS → I : IFEND :

IF C >-90 AND C <90 : THEN Lx(-1) : ANS → L : IFEND :

I+L : ANS → M : (M x COS (A)) : ANS → N : Abs (TAN⁻¹ (1/N)) : ANS →

Z : AX1 : ANS → D :

IF M<0 : THEN A x (-1) : ANS → D : IFEND :

IF D>0 AND C>0 : THEN Z x 1 : ANS → Y : IFEND :

IF D>0 AND C<0 : THEN 360-Z : ANS → Y : IFEND :

IF D<0 AND C>0 : THEN 180-Z : ANS → Y : IFEND :

IF D<0 AND C<0 : THEN 180+Z : ANS → Y : IFEND :

" AZIMUTH = " : Y° ▲

" 1 TO CONTINUE 2 TO FINISH " ? → B :

IF B=1 : THEN GOTO 1 : ELSE "." : IFEND : RETURN

Magnitudine delle stelle

Stella	Magnitudine	Costellazione	distanza
Acamar	3,2	Eridani	120
Achernar	0,5	Eridani	140
Acrux	0,81	Crucis	320
Adhara	1,51	Canis Majoris	430
Albireo	3,18	Cygnus	434
Aldebaran	0,98	Tauri	65
Alioth	1,76	Ursae Majoris	81
Alkaid	1,85	Ursae Majoris	100
Almak	2,26	Andromedae	350
Al nair	1,74	Gruis	100
Alnilam	1,69	Orionis	1300
Alphard	2,0	Hydrae	180
Alphecca	2,24	Corona Borealis	75
Alpheratz	2,06	Andromedae	97
Altair	0,77	Aquilae	17
Ankaa	2,37	Phoenicis	77
Antares	1,09	Scorpii	600
Arcturus	-0,04	Bootis	37
Atria	1,92	Trianguli Australis	420
Avior	1,86	Carinae	632
Bellatrix	1,64	Orionis	240
Betelgeuse	0,58	Orionis	640
Canopus	-0,62	Carinae	310
Capella	0,08	Aurigae	42
Castor	1,58	Geminorum	52
Cor caroli	2,89	Canum Venaticorum	110
Deneb	1,25	Cygni	1400
Denebola	2,14	Leonis	36
Diphda	2,04	Ceti	96
Dubhe	1,87	Ursae Majoris	120
Elnath	1,68	Tauri	130
Eltanin	2,36	Draconis	154
Enif	2,4	Pegasi	670
Fomalhaut	1,16	Piscis Aust.	25
Gacrux	1,63	Crucis	88
Gienah	2,59	Corvi	165
Hadar	0,6	Centauri	530
Hamal	2	Arietis	66
Kaus aust.	1,8	Sagittarii	140
Kochab	2,08	Ursae Minoris	130
Markab	2,49	Pegasi	133
Menkar	2,54	Ceti	249
Menkent	2,06	Centauri	61
Merak	2,35	Ursae Majoris	79
Miaplacidus	1,7	Carinae	110
Mirfak	1,82	Persei	590
Mizar	2,27	Ursae Majoris	78
Nunki	2,06	Sagittarii	220
Peacock	1,91	Pavonis	180
Phact	2,7	Columbae	161
Polaris	2,01	Ursae Minoris	430
Pollux	1,15	Geminorum	34
Procyon	0,34	Canis Minoris	11
Rasalhague	2,1	Ophiuchi	47
Regulus	1,35	Leonis	77
Rigel	0,12	Orionis	770
Saiph	2,05	Orionis	720
Schedar	2,25	Cassiopeiae	230
Scheddi	2,81	Capricorni	39
Shaula	1,62	Scorpii	700
Sirius	-1,47	Canis Majoris	8,6
Spica	1,04	Virgins	260
Suhail	2,21	Velorum	545
Vega	0,03	Lyrae	25

Le distanze dalla Terra sono espresse in anni luce

note :

Azimuth Tables
(*tavole per il calcolo dell'azimut*)

note :

Azimuth Tables

con queste tavole si determina l'angolo zenitale Z mediante semplici interpolazioni e successivamente l'azimut necessario per poter disegnare il grafico delle rette d'altezza

La formula sviluppata per ogni grado di angolo al polo, declinazione e latitudine è la seguente:

$$\cot Z \sec \text{lat} = (\text{cosec } P \tan \text{decl.}) - (\cot P \tan \text{latit.})$$

AT1

si entra con i valori dell'angolo al polo dell'astro e della latitudine dell'osservatore

il valore della tab. AT1 è :

positivo se angolo al polo > 90°

negativo se angolo al polo < 90°

AT2

si entra con i valori dell'angolo al polo dell'astro e della declinazione dell'astro

il valore della tab. AT2 è :

positivo se i segni di latitudine e declinazione dell'astro sono omonimi (entrambi Nord o Sud)

negativo se i segni di latitudine e declinazione dell'astro sono eteronimi (una Nord, l'altra Sud)

AT3

si entra con la somma algebrica di AT1 + AT2 e la latitudine dell'osservatore

l'angolo zenitale Z si misura a partire dal cardine del polo elevato, lo stesso della latitudine dell'osservatore, se AT1 + AT2 è positivo; verso Est o verso Ovest in funzione dell'angolo al polo (verso Est se angolo al polo Est);

se AT1 + AT2 è negativo, l'angolo zenitale Z si misura a partire dal cardine del polo depresso, quello opposto alla latitudine dell'osservatore; verso Est o verso Ovest in funzione dell'angolo al polo (verso Est se angolo al polo Est).

esempi

lat.	decl.	tempo	ang. polo	AT1	AT2	AT1 + AT2	Z	az.
40 N	20 N	345	15 E	- 31,3	+ 14,1	- 17,2	S 37,2 E	142,8
40 N	20 S	345	15 E	- 31,3	-14,1	- 45,4	S 16 E	164
40 N	20 N	15	15 W	- 31,3	+ 14,1	- 17,2	S 37,2 W	217,2
40 N	20 S	265	95 E	+ 0,7	- 3,7	- 3,0	S 77,1 E	102,9

<i>Regole per il passaggio da Z ad azimut</i>			
Z =	N E	az =	Z
Z =	N W	az =	360° - Z
Z =	S ... E	az =	180° - Z
Z =	S ... W	az =	180° + Z

In queste tavole si è voluto coprire integralmente il campo dei valori di declinazione degli astri. Per qualsiasi corpo celeste è pertanto possibile determinarne l'azimut . La latitudine dell'osservatore viene limitata a 60° poiché l'esperienza suggerisce che mai si effettuino osservazioni astronomiche oltre tali paralleli (zone prossime ai circoli glaciali, ad esempio, a Nord delle Isole Shetland o a Sud di Cape Hoorn).

Utilizzo delle Azimuth Tables per la navigazione ortodromica : è possibile determinare la Rv iniziale assumendo la latitudine del punto di partenza come latitudine dell'osservatore, la latitudine del punto di arrivo come declinazione ed infine la differenza di longitudine come angolo al polo.

Angolo al Polo																
latitudine	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	∞	10,0	5,0	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
2	∞	20,0	10,0	6,7	5,0	4,0	3,3	2,8	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3
3	∞	30,0	15,0	10,0	7,5	6,0	5,0	4,3	3,7	3,3	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1	2,0
4	∞	40,1	20,0	13,3	10,0	8,0	6,7	5,7	5,0	4,4	4,0	3,6	3,3	3,0	2,8	2,6
5	∞	50,1	25,1	16,7	12,5	10,0	8,3	7,1	6,2	5,5	5,0	4,5	4,1	3,8	3,5	3,3
6	∞	60,2	30,1	20,1	15,0	12,0	10,0	8,6	7,5	6,6	6,0	5,4	4,9	4,6	4,2	3,9
7	∞	70,3	35,2	23,4	17,6	14,0	11,7	10,0	8,7	7,8	7,0	6,3	5,8	5,3	4,9	4,6
8	∞	80,5	40,2	26,8	20,1	16,1	13,4	11,4	10,0	8,9	8,0	7,2	6,6	6,1	5,6	5,2
9	∞	90,7	45,4	30,2	22,7	18,1	15,1	12,9	11,3	10,0	9,0	8,1	7,5	6,9	6,4	5,9
10	∞	101	50,5	33,6	25,2	20,2	16,8	14,4	12,5	11,1	10,0	9,1	8,3	7,6	7,1	6,6
11	∞	111	55,7	37,1	27,8	22,2	18,5	15,8	13,8	12,3	11,0	10,0	9,1	8,4	7,8	7,3
12	∞	122	60,9	40,6	30,4	24,3	20,2	17,3	15,1	13,4	12,1	10,9	10,0	9,2	8,5	7,9
13	∞	132	66,1	44,1	33,0	26,4	22,0	18,8	16,4	14,6	13,1	11,9	10,9	10,0	9,3	8,6
14	∞	143	71,4	47,6	35,7	28,5	23,7	20,3	17,7	15,7	14,1	12,8	11,7	10,8	10,0	9,3
15	∞	154	76,7	51,1	38,3	30,6	25,5	21,8	19,1	16,9	15,2	13,8	12,6	11,6	10,7	10,0
16	∞	164	82,1	54,7	41,0	32,8	27,3	23,4	20,4	18,1	16,3	14,8	13,5	12,4	11,5	10,7
17	∞	175	87,5	58,3	43,7	34,9	29,1	24,9	21,8	19,3	17,3	15,7	14,4	13,2	12,3	11,4
18	∞	186	93,0	62,0	46,5	37,1	30,9	26,5	23,1	20,5	18,4	16,7	15,3	14,1	13,0	12,1
19	∞	197	98,6	65,7	49,2	39,4	32,8	28,0	24,5	21,7	19,5	17,7	16,2	14,9	13,8	12,9
20	∞	209	104	69,4	52,1	41,6	34,6	29,6	25,9	23,0	20,6	18,7	17,1	15,8	14,6	13,6
21	∞	220	110	73,2	54,9	43,9	36,5	31,3	27,3	24,2	21,8	19,7	18,1	16,6	15,4	14,3
22	∞	231	116	77,1	57,8	46,2	38,4	32,9	28,7	25,5	22,9	20,8	19,0	17,5	16,2	15,1
23	∞	243	122	81,0	60,7	48,5	40,4	34,6	30,2	26,8	24,1	21,8	20,0	18,4	17,0	15,8
24	∞	255	127	85,0	63,7	50,9	42,4	36,3	31,7	28,1	25,3	22,9	20,9	19,3	17,9	16,6
25	∞	267	134	89,0	66,7	53,3	44,4	38,0	33,2	29,4	26,4	24,0	21,9	20,2	18,7	17,4
26	∞	279	140	93,1	69,7	55,7	46,4	39,7	34,7	30,8	27,7	25,1	22,9	21,1	19,6	18,2
27	∞	292	146	97,2	72,9	58,2	48,5	41,5	36,3	32,2	28,9	26,2	24,0	22,1	20,4	19,0
28	∞	305	152	101	76,0	60,8	50,6	43,3	37,8	33,6	30,2	27,4	25,0	23,0	21,3	19,8
29	∞	318	159	106	79,3	63,4	52,7	45,1	39,4	35,0	31,4	28,5	26,1	24,0	22,2	20,7
30	∞	331	165	110	82,6	66,0	54,9	47,0	41,1	36,5	32,7	29,7	27,2	25,0	23,2	21,5
31	∞	344	172	115	85,9	68,7	57,2	48,9	42,8	37,9	34,1	30,9	28,3	26,0	24,1	22,4
32	∞	358	179	119	89,4	71,4	59,5	50,9	44,5	39,5	35,4	32,1	29,4	27,1	25,1	23,3
33	∞	372	186	124	92,9	74,2	61,8	52,9	46,2	41,0	36,8	33,4	30,6	28,1	26,0	24,2
34	∞	386	193	129	96,5	77,1	64,2	54,9	48,0	42,6	38,3	34,7	31,7	29,2	27,1	25,2
35	∞	401	201	134	100	80,0	66,6	57,0	49,8	44,2	39,7	36,0	32,9	30,3	28,1	26,1
36	∞	416	208	139	104	83,0	69,1	59,2	51,7	45,9	41,2	37,4	34,2	31,5	29,1	27,1
37	∞	432	216	144	108	86,1	71,7	61,4	53,6	47,6	42,7	38,8	35,5	32,6	30,2	28,1
38	∞	448	224	149	112	89,3	74,3	63,6	55,6	49,3	44,3	40,2	36,8	33,8	31,3	29,2
39	∞	464	232	155	116	92,6	77,0	66,0	57,6	51,1	45,9	41,7	38,1	35,1	32,5	30,2
40	∞	481	240	160	120	95,9	79,8	68,3	59,7	53,0	47,6	43,2	39,5	36,3	33,7	31,3
41	∞	498	249	166	124	99,4	82,7	70,8	61,9	54,9	49,3	44,7	40,9	37,7	34,9	32,4
42	∞	516	258	172	129	103	85,7	73,3	64,1	56,8	51,1	46,3	42,4	39,0	36,1	33,6
43	∞	534	267	178	133	107	88,7	75,9	66,4	58,9	52,9	48,0	43,9	40,4	37,4	34,8
44	∞	553	277	184	138	110	91,9	78,6	68,7	61,0	54,8	49,7	45,4	41,8	38,7	36,0
45	∞	573	286	191	143	114	95,1	81,4	71,2	63,1	56,7	51,4	47,0	43,3	40,1	37,3
46	∞	593	297	198	148	118	98,5	84,3	73,7	65,4	58,7	53,3	48,7	44,9	41,5	38,6
47	∞	614	307	205	153	123	102	87,3	76,3	67,7	60,8	55,2	50,5	46,4	43,0	40,0
48	∞	636	318	212	159	127	106	90,5	79,0	70,1	63,0	57,1	52,3	48,1	44,5	41,4
49	∞	659	329	220	165	131	109	93,7	81,9	72,6	65,2	59,2	54,1	49,8	46,1	42,9
50	∞	683	341	227	170	136	113	97,1	84,8	75,2	67,6	61,3	56,1	51,6	47,8	44,5
51	∞	707	354	236	177	141	117	101	87,9	78,0	70,0	63,5	58,1	53,5	49,5	46,1
52	∞	733	367	244	183	146	122	104	91,1	80,8	72,6	65,8	60,2	55,4	51,3	47,8
53	∞	760	380	253	190	152	126	108	94,4	83,8	75,3	68,3	62,4	57,5	53,2	49,5
54	∞	789	394	263	197	157	131	112	97,9	86,9	78,1	70,8	64,8	59,6	55,2	51,4
55	∞	818	409	273	204	163	136	116	102	90,2	81,0	73,5	67,2	61,9	57,3	53,3
56	∞	849	425	283	212	169	141	121	105	93,6	84,1	76,3	69,7	64,2	59,5	55,3
57	∞	882	441	294	220	176	147	125	110	97,2	87,3	79,2	72,4	66,7	61,8	57,5
58	∞	917	458	305	229	183	152	130	114	101	90,8	82,3	75,3	69,3	64,2	59,7
59	∞	953	477	318	238	190	158	136	118	105	94,4	85,6	78,3	72,1	66,8	62,1
60	∞	992	496	330	248	198	165	141	123	109	98,2	89,1	81,5	75,0	69,5	64,6
	180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165

ATI : è positivo se l'angolo al polo è > 90°, negativo se < 90°

	Angolo al Polo															
latitudine	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
2	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
3	2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9
4	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2
5	3,3	3,1	2,9	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5
6	3,9	3,7	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8
7	4,6	4,3	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1
8	5,2	4,9	4,6	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4
9	5,9	5,5	5,2	4,9	4,6	4,4	4,1	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9	2,7
10	6,6	6,1	5,8	5,4	5,1	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1
11	7,3	6,8	6,4	6,0	5,6	5,3	5,1	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4
12	7,9	7,4	7,0	6,5	6,2	5,8	5,5	5,3	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,7
13	8,6	8,1	7,6	7,1	6,7	6,3	6,0	5,7	5,4	5,2	5,0	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0
14	9,3	8,7	8,2	7,7	7,2	6,9	6,5	6,2	5,9	5,6	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,3
15	10,0	9,3	8,8	8,2	7,8	7,4	7,0	6,6	6,3	6,0	5,7	5,5	5,3	5,0	4,8	4,6
16	10,7	10,0	9,4	8,8	8,3	7,9	7,5	7,1	6,8	6,4	6,1	5,9	5,6	5,4	5,2	5,0
17	11,4	10,7	10,0	9,4	8,9	8,4	8,0	7,6	7,2	6,9	6,6	6,3	6,0	5,7	5,5	5,3
18	12,1	11,3	10,6	10,0	9,4	8,9	8,5	8,0	7,7	7,3	7,0	6,7	6,4	6,1	5,9	5,6
19	12,9	12,0	11,3	10,6	10,0	9,5	9,0	8,5	8,1	7,7	7,4	7,1	6,8	6,5	6,2	6,0
20	13,6	12,7	11,9	11,2	10,6	10,0	9,5	9,0	8,6	8,2	7,8	7,5	7,1	6,8	6,6	6,3
21	14,3	13,4	12,6	11,8	11,1	10,5	10,0	9,5	9,0	8,6	8,2	7,9	7,5	7,2	6,9	6,6
22	15,1	14,1	13,2	12,4	11,7	11,1	10,5	10,0	9,5	9,1	8,7	8,3	7,9	7,6	7,3	7,0
23	15,8	14,8	13,9	13,1	12,3	11,7	11,1	10,5	10,0	9,5	9,1	8,7	8,3	8,0	7,7	7,4
24	16,6	15,5	14,6	13,7	12,9	12,2	11,6	11,0	10,5	10,0	9,5	9,1	8,7	8,4	8,0	7,7
25	17,4	16,3	15,3	14,4	13,5	12,8	12,1	11,5	11,0	10,5	10,0	9,6	9,2	8,8	8,4	8,1
26	18,2	17,0	16,0	15,0	14,2	13,4	12,7	12,1	11,5	11,0	10,5	10,0	9,6	9,2	8,8	8,4
27	19,0	17,8	16,7	15,7	14,8	14,0	13,3	12,6	12,0	11,4	10,9	10,4	10,0	9,6	9,2	8,8
28	19,8	18,5	17,4	16,4	15,4	14,6	13,9	13,2	12,5	11,9	11,4	10,9	10,4	10,0	9,6	9,2
29	20,7	19,3	18,1	17,1	16,1	15,2	14,4	13,7	13,1	12,4	11,9	11,4	10,9	10,4	10,0	9,6
30	21,5	20,1	18,9	17,8	16,8	15,9	15,0	14,3	13,6	13,0	12,4	11,8	11,3	10,9	10,4	10,0
31	22,4	21,0	19,7	18,5	17,5	16,5	15,7	14,9	14,2	13,5	12,9	12,3	11,8	11,3	10,8	10,4
32	23,3	21,8	20,4	19,2	18,1	17,2	16,3	15,5	14,7	14,0	13,4	12,8	12,3	11,8	11,3	10,8
33	24,2	22,6	21,2	20,0	18,9	17,8	16,9	16,1	15,3	14,6	13,9	13,3	12,7	12,2	11,7	11,2
34	25,2	23,5	22,1	20,8	19,6	18,5	17,6	16,7	15,9	15,1	14,5	13,8	13,2	12,7	12,2	11,7
35	26,1	24,4	22,9	21,6	20,3	19,2	18,2	17,3	16,5	15,7	15,0	14,4	13,7	13,2	12,6	12,1
36	27,1	25,3	23,8	22,4	21,1	20,0	18,9	18,0	17,1	16,3	15,6	14,9	14,3	13,7	13,1	12,6
37	28,1	26,3	24,6	23,2	21,9	20,7	19,6	18,7	17,8	16,9	16,2	15,5	14,8	14,2	13,6	13,1
38	29,2	27,2	25,6	24,0	22,7	21,5	20,4	19,3	18,4	17,5	16,8	16,0	15,3	14,7	14,1	13,5
39	30,2	28,2	26,5	24,9	23,5	22,2	21,1	20,0	19,1	18,2	17,4	16,6	15,9	15,2	14,6	14,0
40	31,3	29,3	27,4	25,8	24,4	23,1	21,9	20,8	19,8	18,8	18,0	17,2	16,5	15,8	15,1	14,5
41	32,4	30,3	28,4	26,8	25,2	23,9	22,6	21,5	20,5	19,5	18,6	17,8	17,1	16,3	15,7	15,1
42	33,6	31,4	29,5	27,7	26,1	24,7	23,5	22,3	21,2	20,2	19,3	18,5	17,7	16,9	16,2	15,6
43	34,8	32,5	30,5	28,7	27,1	25,6	24,3	23,1	22,0	20,9	20,0	19,1	18,3	17,5	16,8	16,2
44	36,0	33,7	31,6	29,7	28,0	26,5	25,2	23,9	22,8	21,7	20,7	19,8	19,0	18,2	17,4	16,7
45	37,3	34,9	32,7	30,8	29,0	27,5	26,1	24,8	23,6	22,5	21,4	20,5	19,6	18,8	18,0	17,3
46	38,6	36,1	33,9	31,9	30,1	28,5	27,0	25,6	24,4	23,3	22,2	21,2	20,3	19,5	18,7	17,9
47	40,0	37,4	35,1	33,0	31,1	29,5	27,9	26,5	25,3	24,1	23,0	22,0	21,0	20,2	19,3	18,6
48	41,4	38,7	36,3	34,2	32,3	30,5	28,9	27,5	26,2	24,9	23,8	22,8	21,8	20,9	20,0	19,2
49	42,9	40,1	37,6	35,4	33,4	31,6	30,0	28,5	27,1	25,8	24,7	23,6	22,6	21,6	20,8	19,9
50	44,5	41,6	39,0	36,7	34,6	32,7	31,0	29,5	28,1	26,8	25,6	24,4	23,4	22,4	21,5	20,6
51	46,1	43,1	40,4	38,0	35,9	33,9	32,2	30,6	29,1	27,7	26,5	25,3	24,2	23,2	22,3	21,4
52	47,8	44,6	41,9	39,4	37,2	35,2	33,3	31,7	30,2	28,7	27,4	26,2	25,1	24,1	23,1	22,2
53	49,5	46,3	43,4	40,8	38,5	36,5	34,6	32,8	31,3	29,8	28,5	27,2	26,0	25,0	23,9	23,0
54	51,4	48,0	45,0	42,4	40,0	37,8	35,9	34,1	32,4	30,9	29,5	28,2	27,0	25,9	24,8	23,8
55	51,4	49,8	46,7	44,0	41,5	39,2	37,2	35,3	33,6	32,1	30,6	29,3	28,0	26,9	25,8	24,7
56	55,3	51,7	48,5	45,6	43,1	40,7	38,6	36,7	34,9	33,3	31,8	30,4	29,1	27,9	26,7	25,7
57	57,5	53,7	50,4	47,4	44,7	42,3	40,1	38,1	36,3	34,6	33,0	31,6	30,2	29,0	27,8	26,7
58	59,7	55,8	52,3	49,3	46,5	44,0	41,7	39,6	37,7	35,9	34,3	32,8	31,4	30,1	28,9	27,7
59	62,1	58,0	54,4	51,2	48,3	45,7	43,4	41,2	39,2	37,4	35,7	34,1	32,7	31,3	30,0	28,8
60	64,6	60,4	56,7	53,3	50,3	47,6	45,1	42,9	40,8	38,9	37,1	35,5	34,0	32,6	31,2	30,0
	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	153	152	151	150

AT1 : è positivo se l'angolo al polo è $> 90^\circ$, negativo se $< 90^\circ$

		Angolo al Polo														
latitudine	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
3	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5
4	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
5	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9
6	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
7	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2
8	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4
9	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6
10	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,8
11	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9
12	3,7	3,5	3,4	3,3	3,2	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1
13	4,0	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
14	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5
15	4,6	4,5	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7
16	5,0	4,8	4,6	4,4	4,3	4,1	3,9	3,8	3,7	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9
17	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1
18	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5	3,4	3,2
19	6,0	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,6	4,4	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6	3,4
20	6,3	6,1	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,8	3,6
21	6,6	6,4	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,6	4,4	4,3	4,1	4,0	3,8
22	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,0
23	7,4	7,1	6,8	6,5	6,3	6,1	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1	4,9	4,7	4,6	4,4	4,2
24	7,7	7,4	7,1	6,9	6,6	6,4	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8	4,6	4,5
25	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9	6,7	6,4	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7
26	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1	4,9
27	8,8	8,5	8,2	7,8	7,6	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1
28	9,2	8,8	8,5	8,2	7,9	7,6	7,3	7,1	6,8	6,6	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3
29	9,6	9,2	8,9	8,5	8,2	7,9	7,6	7,4	7,1	6,8	6,6	6,4	6,2	5,9	5,7	5,5
30	10,0	9,6	9,2	8,9	8,6	8,2	7,9	7,7	7,4	7,1	6,9	6,6	6,4	6,2	6,0	5,8
31	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9	8,6	8,3	8,0	7,7	7,4	7,2	6,9	6,7	6,4	6,2	6,0
32	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9	8,6	8,3	8,0	7,7	7,4	7,2	6,9	6,7	6,5	6,2
33	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9	8,6	8,3	8,0	7,7	7,5	7,2	7,0	6,7	6,5
34	11,7	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,6	8,3	8,0	7,8	7,5	7,2	7,0	6,7
35	12,1	11,7	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,6	8,3	8,1	7,8	7,5	7,3	7,0
36	12,6	12,1	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,3
37	13,1	12,5	12,1	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5
38	13,5	13,0	12,5	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8
39	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,6	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1
40	14,5	14,0	13,4	12,9	12,4	12,0	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4
41	15,1	14,5	13,9	13,4	12,9	12,4	12,0	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7
42	15,6	15,0	14,4	13,9	13,3	12,9	12,4	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0
43	16,2	15,5	14,9	14,4	13,8	13,3	12,8	12,4	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3
44	16,7	16,1	15,5	14,9	14,3	13,8	13,3	12,8	12,4	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7
45	17,3	16,6	16,0	15,4	14,8	14,3	13,8	13,3	12,8	12,3	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0
46	17,9	17,2	16,6	15,9	15,4	14,8	14,3	13,7	13,3	12,8	12,3	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4
47	18,6	17,8	17,2	16,5	15,9	15,3	14,8	14,2	13,7	13,2	12,8	12,3	11,9	11,5	11,1	10,7
48	19,2	18,5	17,8	17,1	16,5	15,9	15,3	14,7	14,2	13,7	13,2	12,8	12,3	11,9	11,5	11,1
49	19,9	19,1	18,4	17,7	17,1	16,4	15,8	15,3	14,7	14,2	13,7	13,2	12,8	12,3	11,9	11,5
50	20,6	19,8	19,1	18,4	17,7	17,0	16,4	15,8	15,3	14,7	14,2	13,7	13,2	12,8	12,3	11,9
51	21,4	20,6	19,8	19,0	18,3	17,6	17,0	16,4	15,8	15,2	14,7	14,2	13,7	13,2	12,8	12,3
52	22,2	21,3	20,5	19,7	19,0	18,3	17,6	17,0	16,4	15,8	15,3	14,7	14,2	13,7	13,3	12,8
53	23,0	22,1	21,2	20,4	19,7	19,0	18,3	17,6	17,0	16,4	15,8	15,3	14,7	14,2	13,7	13,3
54	23,8	22,9	22,0	21,2	20,4	19,7	18,9	18,3	17,6	17,0	16,4	15,8	15,3	14,8	14,3	13,8
55	24,7	23,8	22,9	22,0	21,2	20,4	19,7	19,0	18,3	17,6	17,0	16,4	15,9	15,3	14,8	14,3
56	25,7	24,7	23,7	22,8	22,0	21,2	20,4	19,7	19,0	18,3	17,7	17,1	16,5	15,9	15,4	14,8
57	26,7	25,6	24,6	23,7	22,8	22,0	21,2	20,4	19,7	19,0	18,4	17,7	17,1	16,5	15,9	15,4
58	27,7	26,6	25,6	24,6	23,7	22,9	22,0	21,2	20,5	19,8	19,1	18,4	17,8	17,2	16,6	16,0
59	28,8	27,7	26,6	25,6	24,7	23,8	22,9	22,1	21,3	20,6	19,8	19,1	18,5	17,8	17,2	16,6
60	30,0	28,8	27,7	26,7	25,7	24,7	23,8	23,0	22,2	21,4	20,6	19,9	19,2	18,6	17,9	17,3
	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141	140	139	138	137	136	135

ATI : è positivo se l'angolo al polo è > 90°, negativo se < 90°

		Angolo al Polo														
latitudine	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
4	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
5	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
6	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6
7	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7
8	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8
9	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	0,9
10	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0
11	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1
12	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2
13	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3
14	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4
15	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5
16	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,7
17	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,8
18	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9
19	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0
20	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1
21	3,8	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2
22	4,0	3,9	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3
23	4,2	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5
24	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5	3,4	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6
25	4,7	4,5	4,3	4,2	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5	3,4	3,3	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7
26	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,7	3,5	3,4	3,3	3,2	3,0	2,9	2,8
27	5,1	4,9	4,8	4,6	4,4	4,3	4,1	4,0	3,8	3,7	3,6	3,4	3,3	3,2	3,1	2,9
28	5,3	5,1	5,0	4,8	4,6	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1
29	5,5	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2
30	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5	4,4	4,2	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5	3,3
31	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,0	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5
32	6,2	6,0	5,8	5,6	5,4	5,2	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9	3,8	3,6
33	6,5	6,3	6,1	5,8	5,6	5,4	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9	3,7
34	6,7	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,1	3,9
35	7,0	6,8	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2	4,0
36	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4	4,2
37	7,5	7,3	7,0	6,8	6,6	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,4
38	7,8	7,5	7,3	7,0	6,8	6,6	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5
39	8,1	7,8	7,6	7,3	7,0	6,8	6,6	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7
40	8,4	8,1	7,8	7,6	7,3	7,0	6,8	6,6	6,3	6,1	5,9	5,7	5,4	5,2	5,0	4,8
41	8,7	8,4	8,1	7,8	7,6	7,3	7,0	6,8	6,6	6,3	6,1	5,9	5,6	5,4	5,2	5,0
42	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,6	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,1	5,8	5,6	5,4	5,2
43	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,6	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,1	5,8	5,6	5,4
44	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,0	5,8	5,6
45	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,3	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0	5,8
46	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,3	7,0	6,7	6,5	6,2	6,0
47	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	7,0	6,7	6,4	6,2
48	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9	6,7	6,4
49	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7	8,4	8,1	7,8	7,5	7,2	6,9	6,6
50	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,7	8,3	8,0	7,7	7,4	7,2	6,9
51	12,3	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,6	8,3	8,0	7,7	7,4	7,1
52	12,8	12,4	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,6	8,3	8,0	7,7	7,4
53	13,3	12,8	12,4	11,9	11,5	11,1	10,7	10,4	10,0	9,6	9,3	9,0	8,6	8,3	8,0	7,7
54	13,8	13,3	12,8	12,4	12,0	11,5	11,1	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9	8,6	8,3	7,9
55	14,3	13,8	13,3	12,9	12,4	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9	8,6	8,2
56	14,8	14,3	13,8	13,3	12,9	12,4	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9	8,6
57	15,4	14,9	14,4	13,9	13,4	12,9	12,5	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,3	8,9
58	16,0	15,5	14,9	14,4	13,9	13,4	13,0	12,5	12,1	11,6	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6	9,2
59	16,6	16,1	15,5	15,0	14,5	14,0	13,5	13,0	12,5	12,1	11,7	11,2	10,8	10,4	10,0	9,6
60	17,3	16,7	16,2	15,6	15,1	14,5	14,0	13,5	13,1	12,6	12,1	11,7	11,2	10,8	10,4	10,0
	135	134	133	132	131	130	129	128	127	126	125	124	123	122	121	120

ATI : è positivo se l'angolo al polo è $> 90^\circ$, negativo se $< 90^\circ$

Angolo al Polo																
latitudine	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1
4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4
10	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
11	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5
12	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6
13	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,6
14	1,4	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7
15	1,5	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
16	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,8	0,8
17	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8
18	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9
19	2,0	1,9	1,8	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	0,9
20	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0
21	2,2	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1	1,0
22	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,2	1,1
23	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
24	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2
25	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2
26	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
27	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4
28	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4
29	3,2	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5
30	3,3	3,2	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8	1,7	1,5
31	3,5	3,3	3,2	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,8	1,7	1,6
32	3,6	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	2,8	2,7	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	1,8	1,7
33	3,7	3,6	3,5	3,3	3,2	3,0	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,9	1,7
34	3,9	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,9	2,7	2,6	2,5	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8
35	4,0	3,9	3,7	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1	2,0	1,9
36	4,2	4,0	3,9	3,7	3,5	3,4	3,2	3,1	2,9	2,8	2,6	2,5	2,4	2,2	2,1	1,9
37	4,4	4,2	4,0	3,8	3,7	3,5	3,4	3,2	3,0	2,9	2,7	2,6	2,4	2,3	2,2	2,0
38	4,5	4,3	4,2	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,4	2,2	2,1
39	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9	3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	2,9	2,8	2,6	2,5	2,3	2,2
40	4,8	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,6	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7	2,6	2,4	2,2
41	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4,1	3,9	3,7	3,5	3,3	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,3
42	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,5	3,3	3,1	2,9	2,8	2,6	2,4
43	5,4	5,2	5,0	4,8	4,5	4,3	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,9	2,7	2,5
44	5,6	5,4	5,1	4,9	4,7	4,5	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5	3,3	3,1	3,0	2,8	2,6
45	5,8	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,1	2,9	2,7
46	6,0	5,7	5,5	5,3	5,1	4,8	4,6	4,4	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0	2,8
47	6,2	5,9	5,7	5,5	5,2	5,0	4,8	4,6	4,3	4,1	3,9	3,7	3,5	3,3	3,1	2,9
48	6,4	6,2	5,9	5,7	5,4	5,2	4,9	4,7	4,5	4,3	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	3,0
49	6,6	6,4	6,1	5,9	5,6	5,4	5,1	4,9	4,6	4,4	4,2	4,0	3,7	3,5	3,3	3,1
50	6,9	6,6	6,3	6,1	5,8	5,6	5,3	5,1	4,8	4,6	4,3	4,1	3,9	3,6	3,4	3,2
51	7,1	6,8	6,6	6,3	6,0	5,8	5,5	5,2	5,0	4,7	4,5	4,3	4,0	3,8	3,5	3,3
52	7,4	7,1	6,8	6,5	6,2	6,0	5,7	5,4	5,2	4,9	4,7	4,4	4,2	3,9	3,7	3,4
53	7,7	7,4	7,1	6,8	6,5	6,2	5,9	5,6	5,4	5,1	4,8	4,6	4,3	4,1	3,8	3,6
54	7,9	7,6	7,3	7,0	6,7	6,4	6,1	5,8	5,6	5,3	5,0	4,7	4,5	4,2	3,9	3,7
55	8,2	7,9	7,6	7,3	7,0	6,7	6,4	6,1	5,8	5,5	5,2	4,9	4,6	4,4	4,1	3,8
56	8,6	8,2	7,9	7,6	7,2	6,9	6,6	6,3	6,0	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5	4,3	4,0
57	8,9	8,5	8,2	7,8	7,5	7,2	6,9	6,5	6,2	5,9	5,6	5,3	5,0	4,7	4,4	4,1
58	9,2	8,9	8,5	8,2	7,8	7,5	7,1	6,8	6,5	6,1	5,8	5,5	5,2	4,9	4,6	4,3
59	9,6	9,2	8,8	8,5	8,1	7,8	7,4	7,1	6,7	6,4	6,1	5,7	5,4	5,1	4,8	4,5
60	10,0	9,6	9,2	8,8	8,4	8,1	7,7	7,4	7,0	6,6	6,3	6,0	5,6	5,3	5,0	4,6
	120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	105

ATI : è positivo se l'angolo al polo è > 90°, negativo se < 90°

	Angolo al Polo															
latitudine	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
8	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
9	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
10	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
11	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
12	0,6	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0
13	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
14	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
15	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0
16	0,8	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
17	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
18	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
19	0,9	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0
20	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
21	1,0	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
22	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
23	1,1	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
24	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
25	1,2	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,0
26	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,0
27	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
28	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
29	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
30	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
31	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
32	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0
33	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,3	0,2	0,1	0,0
34	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1	0,0
35	1,9	1,7	1,6	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,5	0,4	0,2	0,1	0,0
36	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,2	1,0	0,9	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0
37	2,0	1,9	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	0,9	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0
38	2,1	1,9	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,3	0,1	0,0
39	2,2	2,0	1,9	1,7	1,6	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0
40	2,2	2,1	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3	1,2	1,0	0,9	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0
41	2,3	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,2	1,1	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,0
42	2,4	2,2	2,1	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	0,9	0,8	0,6	0,5	0,3	0,2	0,0
43	2,5	2,3	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,0
44	2,6	2,4	2,2	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,7	0,5	0,3	0,2	0,0
45	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9	1,8	1,6	1,4	1,2	1,1	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2	0,0
46	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5	0,4	0,2	0,0
47	2,9	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,6	0,4	0,2	0,0
48	3,0	2,8	2,6	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
49	3,1	2,9	2,7	2,4	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
50	3,2	3,0	2,8	2,5	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,3	1,0	0,8	0,6	0,4	0,2	0,0
51	3,3	3,1	2,9	2,6	2,4	2,2	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	0,9	0,6	0,4	0,2	0,0
52	3,4	3,2	3,0	2,7	2,5	2,3	2,0	1,8	1,6	1,3	1,1	0,9	0,7	0,4	0,2	0,0
53	3,6	3,3	3,1	2,8	2,6	2,3	2,1	1,9	1,6	1,4	1,2	0,9	0,7	0,5	0,2	0,0
54	3,7	3,4	3,2	2,9	2,7	2,4	2,2	1,9	1,7	1,4	1,2	1,0	0,7	0,5	0,2	0,0
55	3,8	3,6	3,3	3,0	2,8	2,5	2,3	2,0	1,8	1,5	1,2	1,0	0,7	0,5	0,2	0,0
56	4,0	3,7	3,4	3,2	2,9	2,6	2,3	2,1	1,8	1,6	1,3	1,0	0,8	0,5	0,3	0,0
57	4,1	3,8	3,6	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2	1,9	1,6	1,3	1,1	0,8	0,5	0,3	0,0
58	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,8	2,5	2,2	2,0	1,7	1,4	1,1	0,8	0,6	0,3	0,0
59	4,5	4,1	3,8	3,5	3,2	2,9	2,6	2,3	2,0	1,7	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0,0
60	4,6	4,3	4,0	3,7	3,4	3,1	2,7	2,4	2,1	1,8	1,5	1,2	0,9	0,6	0,3	0,0
	105	104	103	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90

AT1 : è positivo se l'angolo al polo è $> 90^\circ$, negativo se $< 90^\circ$

		Angolo al Polo															
<i>declin.</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	∞	10,0	5,0	3,3	2,5	2,0	1,7	1,4	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,8	0,7	0,7	
2	∞	20,0	10,0	6,7	5,0	4,0	3,3	2,9	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7	1,6	1,4	1,3	
3	∞	30,0	15,0	10,0	7,5	6,0	5,0	4,3	3,8	3,4	3,0	2,7	2,5	2,3	2,2	2,0	
4	∞	40,1	20,0	13,4	10,0	8,0	6,7	5,7	5,0	4,5	4,0	3,7	3,4	3,1	2,9	2,7	
5	∞	50,1	25,1	16,7	12,5	10,0	8,4	7,2	6,3	5,6	5,0	4,6	4,2	3,9	3,6	3,4	
6	∞	60,2	30,1	20,1	15,1	12,1	10,1	8,6	7,6	6,7	6,1	5,5	5,1	4,7	4,3	4,1	
7	∞	70,4	35,2	23,5	17,6	14,1	11,7	10,1	8,8	7,8	7,1	6,4	5,9	5,5	5,1	4,7	
8	∞	80,5	40,3	26,9	20,1	16,1	13,4	11,5	10,1	9,0	8,1	7,4	6,8	6,2	5,8	5,4	
9	∞	90,8	45,4	30,3	22,7	18,2	15,2	13,0	11,4	10,1	9,1	8,3	7,6	7,0	6,5	6,1	
10	∞	101	50,5	33,7	25,3	20,2	16,9	14,5	12,7	11,3	10,2	9,2	8,5	7,8	7,3	6,8	
11	∞	111	55,7	37,1	27,9	22,3	18,6	15,9	14,0	12,4	11,2	10,2	9,3	8,6	8,0	7,5	
12	∞	122	60,9	40,6	30,5	24,4	20,3	17,4	15,3	13,6	12,2	11,1	10,2	9,4	8,8	8,2	
13	∞	132	66,2	44,1	33,1	26,5	22,1	18,9	16,6	14,8	13,3	12,1	11,1	10,3	9,5	8,9	
14	∞	143	71,4	47,6	35,7	28,6	23,9	20,5	17,9	15,9	14,4	13,1	12,0	11,1	10,3	9,6	
15	∞	154	76,8	51,2	38,4	30,7	25,6	22,0	19,3	17,1	15,4	14,0	12,9	11,9	11,1	10,4	
16	∞	164	82,2	54,8	41,1	32,9	27,4	23,5	20,6	18,3	16,5	15,0	13,8	12,7	11,9	11,1	
17	∞	175	87,6	58,4	43,8	35,1	29,2	25,1	22,0	19,5	17,6	16,0	14,7	13,6	12,6	11,8	
18	∞	186	93,1	62,1	46,6	37,3	31,1	26,7	23,3	20,8	18,7	17,0	15,6	14,4	13,4	12,6	
19	∞	197	98,7	65,8	49,4	39,5	32,9	28,3	24,7	22,0	19,8	18,0	16,6	15,3	14,2	13,3	
20	∞	209	104	69,5	52,2	41,8	34,8	29,9	26,2	23,3	21,0	19,1	17,5	16,2	15,0	14,1	
21	∞	220	110	73,3	55,0	44,0	36,7	31,5	27,6	24,5	22,1	20,1	18,5	17,1	15,9	14,8	
22	∞	232	116	77,2	57,9	46,4	38,7	33,2	29,0	25,8	23,3	21,2	19,4	18,0	16,7	15,6	
23	∞	243	122	81,1	60,9	48,7	40,6	34,8	30,5	27,1	24,4	22,2	20,4	18,9	17,5	16,4	
24	∞	255	128	85,1	63,8	51,1	42,6	36,5	32,0	28,5	25,6	23,3	21,4	19,8	18,4	17,2	
25	∞	267	134	89,1	66,8	53,5	44,6	38,3	33,5	29,8	26,9	24,4	22,4	20,7	19,3	18,0	
26	∞	279	140	93,2	69,9	56,0	46,7	40,0	35,0	31,2	28,1	25,6	23,5	21,7	20,2	18,8	
27	∞	292	146	97,4	73,0	58,5	48,7	41,8	36,6	32,6	29,3	26,7	24,5	22,7	21,1	19,7	
28	∞	305	152	102	76,2	61,0	50,9	43,6	38,2	34,0	30,6	27,9	25,6	23,6	22,0	20,5	
29	∞	318	159	106	79,5	63,6	53,0	45,5	39,8	35,4	31,9	29,1	26,7	24,6	22,9	21,4	
30	∞	331	165	110	82,8	66,2	55,2	47,4	41,5	36,9	33,2	30,3	27,8	25,7	23,9	22,3	
31	∞	344	172	115	86,1	68,9	57,5	49,3	43,2	38,4	34,6	31,5	28,9	26,7	24,8	23,2	
32	∞	358	179	119	89,6	71,7	59,8	51,3	44,9	39,9	36,0	32,7	30,1	27,8	25,8	24,1	
33	∞	372	186	124	93,1	74,5	62,1	53,3	46,7	41,5	37,4	34,0	31,2	28,9	26,8	25,1	
34	∞	386	193	129	96,7	77,4	64,5	55,3	48,5	43,1	38,8	35,3	32,4	30,0	27,9	26,1	
35	∞	401	201	134	100	80,3	67,0	57,5	50,3	44,8	40,3	36,7	33,7	31,1	28,9	27,1	
36	∞	416	208	139	104	83,4	69,5	59,6	52,2	46,4	41,8	38,1	34,9	32,3	30,0	28,1	
37	∞	432	216	144	108	86,5	72,1	61,8	54,1	48,2	43,4	39,5	36,2	33,5	31,1	29,1	
38	∞	448	224	149	112	89,6	74,7	64,1	56,1	49,9	45,0	40,9	37,6	34,7	32,3	30,2	
39	∞	464	232	155	116	92,9	77,5	66,4	58,2	51,8	46,6	42,4	38,9	36,0	33,5	31,3	
40	∞	481	240	160	120	96,3	80,3	68,9	60,3	53,6	48,3	44,0	40,4	37,3	34,7	32,4	
41	∞	498	249	166	125	100	83,2	71,3	62,5	55,6	50,1	45,6	41,8	38,6	35,9	33,6	
42	∞	516	258	172	129	103	86,1	73,9	64,7	57,6	51,9	47,2	43,3	40,0	37,2	34,8	
43	∞	534	267	178	134	107	89,2	76,5	67,0	59,6	53,7	48,9	44,9	41,5	38,5	36,0	
44	∞	553	277	185	138	111	92,4	79,2	69,4	61,7	55,6	50,6	46,4	42,9	39,9	37,3	
45	∞	573	287	191	143	115	95,7	82,1	71,9	63,9	57,6	52,4	48,1	44,5	41,3	38,6	
46	∞	593	297	198	148	119	99,1	85,0	74,4	66,2	59,6	54,3	49,8	46,0	42,8	40,0	
47	∞	614	307	205	154	123	103	88,0	77,1	68,6	61,8	56,2	51,6	47,7	44,3	41,4	
48	∞	636	318	212	159	127	106	91,1	79,8	71,0	64,0	58,2	53,4	49,4	45,9	42,9	
49	∞	659	330	220	165	132	110	94,4	82,7	73,5	66,2	60,3	55,3	51,1	47,6	44,4	
50	∞	683	341	228	171	137	114	97,8	85,6	76,2	68,6	62,5	57,3	53,0	49,3	46,0	
51	∞	708	354	236	177	142	118	101	88,7	78,9	71,1	64,7	59,4	54,9	51,0	47,7	
52	∞	733	367	245	183	147	122	105	92,0	81,8	73,7	67,1	61,6	56,9	52,9	49,5	
53	∞	760	380	254	190	152	127	109	95,4	84,8	76,4	69,5	63,8	59,0	54,9	51,3	
54	∞	789	394	263	197	158	132	113	98,9	88,0	79,3	72,1	66,2	61,2	56,9	53,2	
55	∞	818	409	273	205	164	137	117	103	91,3	82,2	74,8	68,7	63,5	59,0	55,2	
56	∞	849	425	283	213	170	142	122	107	94,8	85,4	77,7	71,3	65,9	61,3	57,3	
57	∞	882	441	294	221	177	147	126	111	98,4	88,7	80,7	74,1	68,5	63,7	59,5	
58	∞	917	459	306	229	184	153	131	115	102	92,2	83,9	77,0	71,1	66,2	61,8	
59	∞	954	477	318	239	191	159	137	120	106	95,8	87,2	80,0	74,0	68,8	64,3	
60	∞	992	496	331	248	199	166	142	124	111	100	90,8	83,3	77,0	71,6	66,9	
		180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
61	∞	1034	517	345	259	207	173	148	130	115	104	94,5	86,8	80,2	74,6	69,7
62	∞	1078	539	359	270	216	180	154	135	120	108	98,6	90,5	83,6	77,7	72,7
63	∞	1125	562	375	281	225	188	161	141	125	113	103	94,4	87,2	81,1	75,8
64	∞	1175	587	392	294	235	196	168	147	131	118	107	98,6	91,1	84,8	79,2
65	∞	1229	614	410	307	246	205	176	154	137	123	112	103	95,3	88,6	82,9
66	∞	1287	644	429	322	258	215	184	161	144	129	118	108	100	92,8	86,8
67	∞	1350	675	450	338	270	225	193	169	151	136	123	113	105	97,4	91,0
68	∞	1418	709	473	355	284	237	203	178	158	143	130	119	110	102	95,6
69	∞	1493	746	498	373	299	249	214	187	167	150	137	125	116	108	101
70	∞	1574	787	525	394	315	263	225	197	176	158	144	132	122	114	106
71	∞	1664	832	555	416	333	278	238	209	186	167	152	140	129	120	112
72	∞	1763	882	588	441	353	294	253	221	197	177	161	148	137	127	119
73	∞	1874	937	625	469	375	313	268	235	209	188	171	157	145	135	126
74	∞	1998	999	666	500	400	334	286	251	223	201	183	168	155	144	135
75	∞	2138	1069	713	535	428	357	306	268	239	215	196	180	166	154	144
76	∞	2298	1149	766	575	460	384	329	288	256	231	210	193	178	166	155
77	∞	2482	1241	828	621	497	414	355	311	277	249	227	208	193	179	167
78	∞	2696	1348	899	674	540	450	386	338	301	271	247	226	209	194	182
79	∞	2948	1474	983	738	590	492	422	370	329	296	270	247	229	213	199
80	∞	3250	1625	1084	813	651	543	465	407	363	327	297	273	252	234	219
81	∞	3618	1809	1206	905	724	604	518	454	404	364	331	304	281	261	244
82	∞	4077	2039	1360	1020	816	681	584	511	455	410	373	342	316	294	275
83	∞	4667	2334	1556	1168	934	779	668	585	521	469	427	392	362	337	315
84	∞	5452	2726	1818	1364	1092	910	781	684	608	548	499	458	423	393	368
85	∞	6549	3275	2184	1639	1311	1093	938	821	731	658	599	550	508	472	442
86	∞	8194	4098	2732	2050	1641	1368	1173	1028	914	824	749	688	636	591	553
87	∞	10933	5467	3646	2735	2189	1825	1566	1371	1220	1099	1000	918	848	789	737
88	∞	16408	8205	5472	4105	3286	2740	2350	2058	1831	1649	1501	1377	1273	1184	1106
89	∞	32826	16416	10947	8213	6573	5481	4701	4116	3662	3299	3002	2755	2547	2368	2214
90	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	180	179	178	177	176	175	174	173	172	171	170	169	168	167	166	165

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

	Angolo al Polo															
declin.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	0,7	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
2	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7
3	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
4	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4
5	3,4	3,2	3,0	2,8	2,7	2,6	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,0	1,9	1,9	1,8	1,7
6	4,1	3,8	3,6	3,4	3,2	3,1	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1
7	4,7	4,5	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,3	3,1	3,0	2,9	2,8	2,7	2,6	2,5	2,5
8	5,4	5,1	4,8	4,5	4,3	4,1	3,9	3,8	3,6	3,5	3,3	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8
9	6,1	5,7	5,4	5,1	4,9	4,6	4,4	4,2	4,1	3,9	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2
10	6,8	6,4	6,0	5,7	5,4	5,2	4,9	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0	3,9	3,8	3,6	3,5
11	7,5	7,1	6,6	6,3	6,0	5,7	5,4	5,2	5,0	4,8	4,6	4,4	4,3	4,1	4,0	3,9
12	8,2	7,7	7,3	6,9	6,5	6,2	5,9	5,7	5,4	5,2	5,0	4,8	4,7	4,5	4,4	4,3
13	8,9	8,4	7,9	7,5	7,1	6,8	6,4	6,2	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,8	4,6
14	9,6	9,0	8,5	8,1	7,7	7,3	7,0	6,7	6,4	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	5,0
15	10,4	9,7	9,2	8,7	8,2	7,8	7,5	7,2	6,9	6,6	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,4
16	11,1	10,4	9,8	9,3	8,8	8,4	8,0	7,7	7,3	7,0	6,8	6,5	6,3	6,1	5,9	5,7
17	11,8	11,1	10,5	9,9	9,4	8,9	8,5	8,2	7,8	7,5	7,2	7,0	6,7	6,5	6,3	6,1
18	12,6	11,8	11,1	10,5	10,0	9,5	9,1	8,7	8,3	8,0	7,7	7,4	7,2	6,9	6,7	6,5
19	13,3	12,5	11,8	11,1	10,6	10,1	9,6	9,2	8,8	8,5	8,1	7,9	7,6	7,3	7,1	6,9
20	14,1	13,2	12,4	11,8	11,2	10,6	10,2	9,7	9,3	8,9	8,6	8,3	8,0	7,8	7,5	7,3
21	14,8	13,9	13,1	12,4	11,8	11,2	10,7	10,2	9,8	9,4	9,1	8,8	8,5	8,2	7,9	7,7
22	15,6	14,7	13,8	13,1	12,4	11,8	11,3	10,8	10,3	9,9	9,6	9,2	8,9	8,6	8,3	8,1
23	16,4	15,4	14,5	13,7	13,0	12,4	11,8	11,3	10,9	10,4	10,0	9,7	9,3	9,0	8,8	8,5
24	17,2	16,2	15,2	14,4	13,7	13,0	12,4	11,9	11,4	10,9	10,5	10,2	9,8	9,5	9,2	8,9
25	18,0	16,9	15,9	15,1	14,3	13,6	13,0	12,4	11,9	11,5	11,0	10,6	10,3	9,9	9,6	9,3
26	18,8	17,7	16,7	15,8	15,0	14,3	13,6	13,0	12,5	12,0	11,5	11,1	10,7	10,4	10,1	9,8
27	19,7	18,5	17,4	16,5	15,7	14,9	14,2	13,6	13,0	12,5	12,1	11,6	11,2	10,9	10,5	10,2
28	20,5	19,3	18,2	17,2	16,3	15,5	14,8	14,2	13,6	13,1	12,6	12,1	11,7	11,3	11,0	10,6
29	21,4	20,1	19,0	17,9	17,0	16,2	15,5	14,8	14,2	13,6	13,1	12,6	12,2	11,8	11,4	11,1
30	22,3	20,9	19,7	18,7	17,7	16,9	16,1	15,4	14,8	14,2	13,7	13,2	12,7	12,3	11,9	11,5
31	23,2	21,8	20,6	19,4	18,5	17,6	16,8	16,0	15,4	14,8	14,2	13,7	13,2	12,8	12,4	12,0
32	24,1	22,7	21,4	20,2	19,2	18,3	17,4	16,7	16,0	15,4	14,8	14,3	13,8	13,3	12,9	12,5
33	25,1	23,6	22,2	21,0	19,9	19,0	18,1	17,3	16,6	16,0	15,4	14,8	14,3	13,8	13,4	13,0
34	26,1	24,5	23,1	21,8	20,7	19,7	18,8	18,0	17,3	16,6	16,0	15,4	14,9	14,4	13,9	13,5
35	27,1	25,4	23,9	22,7	21,5	20,5	19,5	18,7	17,9	17,2	16,6	16,0	15,4	14,9	14,4	14,0
36	28,1	26,4	24,8	23,5	22,3	21,2	20,3	19,4	18,6	17,9	17,2	16,6	16,0	15,5	15,0	14,5
37	29,1	27,3	25,8	24,4	23,1	22,0	21,0	20,1	19,3	18,5	17,8	17,2	16,6	16,1	15,5	15,1
38	30,2	28,3	26,7	25,3	24,0	22,8	21,8	20,9	20,0	19,2	18,5	17,8	17,2	16,6	16,1	15,6
39	31,3	29,4	27,7	26,2	24,9	23,7	22,6	21,6	20,7	19,9	19,2	18,5	17,8	17,2	16,7	16,2
40	32,4	30,4	28,7	27,2	25,8	24,5	23,4	22,4	21,5	20,6	19,9	19,1	18,5	17,9	17,3	16,8
41	33,6	31,5	29,7	28,1	26,7	25,4	24,3	23,2	22,2	21,4	20,6	19,8	19,1	18,5	17,9	17,4
42	34,8	32,7	30,8	29,1	27,7	26,3	25,1	24,0	23,0	22,1	21,3	20,5	19,8	19,2	18,6	18,0
43	36,0	33,8	31,9	30,2	28,6	27,3	26,0	24,9	23,9	22,9	22,1	21,3	20,5	19,9	19,2	18,7
44	37,3	35,0	33,0	31,3	29,7	28,2	26,9	25,8	24,7	23,7	22,9	22,0	21,3	20,6	19,9	19,3
45	38,6	36,3	34,2	32,4	30,7	29,2	27,9	26,7	25,6	24,6	23,7	22,8	22,0	21,3	20,6	20,0
46	40,0	37,6	35,4	33,5	31,8	30,3	28,9	27,6	26,5	25,5	24,5	23,6	22,8	22,1	21,4	20,7
47	41,4	38,9	36,7	34,7	32,9	31,4	29,9	28,6	27,4	26,4	25,4	24,5	23,6	22,8	22,1	21,4
48	42,9	40,3	38,0	35,9	34,1	32,5	31,0	29,6	28,4	27,3	26,3	25,3	24,5	23,7	22,9	22,2
49	44,4	41,7	39,3	37,2	35,3	33,6	32,1	30,7	29,4	28,3	27,2	26,2	25,3	24,5	23,7	23,0
50	46,0	43,2	40,8	38,6	36,6	34,8	33,3	31,8	30,5	29,3	28,2	27,2	26,3	25,4	24,6	23,8
51	47,7	44,8	42,2	40,0	37,9	36,1	34,5	33,0	31,6	30,4	29,2	28,2	27,2	26,3	25,5	24,7
52	49,5	46,4	43,8	41,4	39,3	37,4	35,7	34,2	32,8	31,5	30,3	29,2	28,2	27,3	26,4	25,6
53	51,3	48,1	45,4	42,9	40,8	38,8	37,0	35,4	34,0	32,6	31,4	30,3	29,2	28,3	27,4	26,5
54	53,2	49,9	47,1	44,5	42,3	40,2	38,4	36,7	35,2	33,8	32,6	31,4	30,3	29,3	28,4	27,5
55	55,2	51,8	48,8	46,2	43,9	41,8	39,9	38,1	36,6	35,1	33,8	32,6	31,5	30,4	29,5	28,6
56	57,3	53,8	50,7	48,0	45,5	43,3	41,4	39,6	37,9	36,5	35,1	33,8	32,7	31,6	30,6	29,7
57	59,5	55,9	52,7	49,8	47,3	45,0	43,0	41,1	39,4	37,9	36,4	35,1	33,9	32,8	31,8	30,8
58	61,8	58,1	54,7	51,8	49,2	46,8	44,7	42,7	41,0	39,3	37,9	36,5	35,3	34,1	33,0	32,0
59	64,3	60,4	56,9	53,9	51,1	48,7	46,4	44,4	42,6	40,9	39,4	38,0	36,7	35,5	34,3	33,3
60	66,9	62,8	59,2	56,1	53,2	50,6	48,3	46,2	44,3	42,6	41,0	39,5	38,2	36,9	35,7	34,6
	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	153	152	151	150

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
61	69,7	65,5	61,7	58,4	55,4	52,7	50,3	48,2	46,2	44,4	42,7	41,2	39,7	38,4	37,2	36,1
62	72,7	68,2	64,3	60,9	57,8	55,0	52,5	50,2	48,1	46,2	44,5	42,9	41,4	40,1	38,8	37,6
63	75,8	71,2	67,1	63,5	60,3	57,4	54,8	52,4	50,2	48,3	46,4	44,8	43,2	41,8	40,5	39,3
64	79,2	74,4	70,1	66,3	63,0	59,9	57,2	54,7	52,5	50,4	48,5	46,8	45,2	43,7	42,3	41,0
65	82,9	77,8	73,3	69,4	65,9	62,7	59,8	57,2	54,9	52,7	50,7	48,9	47,2	45,7	44,2	42,9
66	86,8	81,5	76,8	72,7	69,0	65,7	62,7	60,0	57,5	55,2	53,1	51,2	49,5	47,8	46,3	44,9
67	91,0	85,5	80,6	76,2	72,4	68,9	65,7	62,9	60,3	57,9	55,7	53,7	51,9	50,2	48,6	47,1
68	95,6	89,8	84,7	80,1	76,0	72,4	69,1	66,1	63,3	60,9	58,6	56,5	54,5	52,7	51,1	49,5
69	101	94,5	89,1	84,3	80,0	76,2	72,7	69,5	66,7	64,0	61,6	59,4	57,4	55,5	53,7	52,1
70	106	100	94,0	88,9	84,4	80,3	76,7	73,3	70,3	67,5	65,0	62,7	60,5	58,5	56,7	54,9
71	112	105	99,3	94,0	89,2	84,9	81,0	77,5	74,3	71,4	68,7	66,3	64,0	61,9	59,9	58,1
72	119	112	105	100	94,5	90,0	85,9	82,2	78,8	75,7	72,8	70,2	67,8	65,6	63,5	61,6
73	126	119	112	106	100	95,6	91,3	87,3	83,7	80,4	77,4	74,6	72,0	69,7	67,5	65,4
74	135	127	119	113	107	102	97,3	93,1	89,3	85,7	82,5	79,6	76,8	74,3	71,9	69,7
75	144	135	128	121	115	109	104	100	95,5	91,8	88,3	85,1	82,2	79,5	77,0	74,6
76	155	146	137	130	123	117	112	107	103	98,6	94,9	91,5	88,3	85,4	82,7	80,2
77	167	157	148	140	133	127	121	116	111	106	102	98,8	95,4	92,3	89,3	86,6
78	182	171	161	152	145	138	131	126	120	116	111	107	104	100	97,0	94,1
79	199	187	176	166	158	150	144	137	132	126	122	117	113	110	106	103
80	219	206	194	184	174	166	158	151	145	139	134	129	125	121	117	113
81	244	229	216	204	194	185	176	169	162	155	149	144	139	134	130	126
82	275	258	243	230	219	208	199	190	182	175	168	162	157	152	147	142
83	315	295	279	264	250	238	227	217	208	200	193	186	179	173	168	163
84	368	345	325	308	292	278	265	254	244	234	225	217	210	203	196	190
85	442	415	391	370	351	334	319	305	293	281	270	261	252	243	236	229
86	553	519	489	463	439	418	399	382	366	352	338	326	315	305	295	286
87	737	692	653	617	586	558	532	509	488	469	451	435	420	406	394	382
88	1106	1039	979	927	880	837	799	764	733	704	678	653	631	610	591	573
89	2214	2078	1959	1854	1760	1675	1599	1529	1466	1409	1356	1307	1262	1220	1182	1146
90	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	165	164	163	162	161	160	159	158	157	156	155	154	153	152	151	150

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables AT-2

Angolo al Polo																
declin.	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2
2	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
3	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7
4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
5	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2
6	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
7	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
8	2,8	2,7	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,3	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0
9	3,2	3,1	3,0	2,9	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,2
10	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5
11	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,7
12	4,3	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0
13	4,6	4,5	4,4	4,2	4,1	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5	3,5	3,4	3,3	3,3
14	5,0	4,8	4,7	4,6	4,5	4,3	4,2	4,1	4,0	4,0	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,5
15	5,4	5,2	5,1	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,0	3,9	3,9	3,8
16	5,7	5,6	5,4	5,3	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	4,1
17	6,1	5,9	5,8	5,6	5,5	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6	4,5	4,4	4,3
18	6,5	6,3	6,1	6,0	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1	5,0	4,9	4,8	4,7	4,6
19	6,9	6,7	6,5	6,3	6,2	6,0	5,9	5,7	5,6	5,5	5,4	5,2	5,1	5,0	5,0	4,9
20	7,3	7,1	6,9	6,7	6,5	6,3	6,2	6,0	5,9	5,8	5,7	5,5	5,4	5,3	5,2	5,1
21	7,7	7,5	7,2	7,0	6,9	6,7	6,5	6,4	6,2	6,1	6,0	5,9	5,7	5,6	5,5	5,4
22	8,1	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,9	6,7	6,6	6,4	6,3	6,2	6,0	5,9	5,8	5,7
23	8,5	8,2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,1	6,9	6,7	6,6	6,5	6,3	6,2	6,1	6,0
24	8,9	8,6	8,4	8,2	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,1	6,9	6,8	6,7	6,5	6,4	6,3
25	9,3	9,1	8,8	8,6	8,3	8,1	7,9	7,7	7,6	7,4	7,3	7,1	7,0	6,8	6,7	6,6
26	9,8	9,5	9,2	9,0	8,7	8,5	8,3	8,1	7,9	7,8	7,6	7,4	7,3	7,2	7,0	6,9
27	10,2	9,9	9,6	9,4	9,1	8,9	8,7	8,5	8,3	8,1	7,9	7,8	7,6	7,5	7,3	7,2
28	10,6	10,3	10,0	9,8	9,5	9,3	9,0	8,8	8,6	8,4	8,3	8,1	7,9	7,8	7,7	7,5
29	11,1	10,8	10,5	10,2	9,9	9,7	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,4	8,3	8,1	8,0	7,8
30	11,5	11,2	10,9	10,6	10,3	10,1	9,8	9,6	9,4	9,2	9,0	8,8	8,6	8,5	8,3	8,2
31	12,0	11,7	11,3	11,0	10,7	10,5	10,2	10,0	9,8	9,5	9,3	9,2	9,0	8,8	8,6	8,5
32	12,5	12,1	11,8	11,5	11,2	10,9	10,6	10,4	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,2	9,0	8,8
33	13,0	12,6	12,3	11,9	11,6	11,3	11,0	10,8	10,5	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5	9,3	9,2
34	13,5	13,1	12,7	12,4	12,1	11,8	11,5	11,2	11,0	10,7	10,5	10,3	10,1	9,9	9,7	9,5
35	14,0	13,6	13,2	12,9	12,5	12,2	11,9	11,6	11,4	11,1	10,9	10,7	10,5	10,3	10,1	9,9
36	14,5	14,1	13,7	13,3	13,0	12,7	12,4	12,1	11,8	11,5	11,3	11,1	10,9	10,7	10,5	10,3
37	15,1	14,6	14,2	13,8	13,5	13,1	12,8	12,5	12,2	12,0	11,7	11,5	11,3	11,0	10,8	10,7
38	15,6	15,2	14,7	14,3	14,0	13,6	13,3	13,0	12,7	12,4	12,2	11,9	11,7	11,5	11,2	11,0
39	16,2	15,7	15,3	14,9	14,5	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9	12,6	12,3	12,1	11,9	11,7	11,5
40	16,8	16,3	15,8	15,4	15,0	14,6	14,3	13,9	13,6	13,3	13,1	12,8	12,5	12,3	12,1	11,9
41	17,4	16,9	16,4	16,0	15,5	15,2	14,8	14,4	14,1	13,8	13,5	13,3	13,0	12,7	12,5	12,3
42	18,0	17,5	17,0	16,5	16,1	15,7	15,3	15,0	14,6	14,3	14,0	13,7	13,5	13,2	13,0	12,7
43	18,7	18,1	17,6	17,1	16,7	16,3	15,9	15,5	15,1	14,8	14,5	14,2	13,9	13,7	13,4	13,2
44	19,3	18,7	18,2	17,7	17,3	16,8	16,4	16,0	15,7	15,3	15,0	14,7	14,4	14,2	13,9	13,7
45	20,0	19,4	18,9	18,4	17,9	17,4	17,0	16,6	16,2	15,9	15,6	15,2	14,9	14,7	14,4	14,1
46	20,7	20,1	19,5	19,0	18,5	18,1	17,6	17,2	16,8	16,5	16,1	15,8	15,5	15,2	14,9	14,6
47	21,4	20,8	20,2	19,7	19,2	18,7	18,2	17,8	17,4	17,0	16,7	16,3	16,0	15,7	15,4	15,2
48	22,2	21,6	21,0	20,4	19,9	19,4	18,9	18,5	18,0	17,6	17,3	16,9	16,6	16,3	16,0	15,7
49	23,0	22,3	21,7	21,1	20,6	20,1	19,6	19,1	18,7	18,3	17,9	17,5	17,2	16,9	16,6	16,3
50	23,8	23,1	22,5	21,9	21,3	20,8	20,3	19,8	19,4	18,9	18,5	18,2	17,8	17,5	17,2	16,9
51	24,7	24,0	23,3	22,7	22,1	21,5	21,0	20,5	20,1	19,6	19,2	18,8	18,5	18,1	17,8	17,5
52	25,6	24,9	24,2	23,5	22,9	22,3	21,8	21,3	20,8	20,3	19,9	19,5	19,1	18,8	18,4	18,1
53	26,5	25,8	25,0	24,4	23,7	23,1	22,6	22,1	21,6	21,1	20,6	20,2	19,8	19,5	19,1	18,8
54	27,5	26,7	26,0	25,3	24,6	24,0	23,4	22,9	22,4	21,9	21,4	21,0	20,6	20,2	19,8	19,5
55	28,6	27,7	27,0	26,2	25,5	24,9	24,3	23,7	23,2	22,7	22,2	21,8	21,3	20,9	20,6	20,2
56	29,7	28,8	28,0	27,2	26,5	25,8	25,2	24,6	24,1	23,6	23,1	22,6	22,2	21,7	21,3	21,0
57	30,8	29,9	29,1	28,3	27,5	26,8	26,2	25,6	25,0	24,5	24,0	23,5	23,0	22,6	22,2	21,8
58	32,0	31,1	30,2	29,4	28,6	27,9	27,2	26,6	26,0	25,4	24,9	24,4	23,9	23,5	23,0	22,6
59	33,3	32,3	31,4	30,6	29,8	29,0	28,3	27,7	27,0	26,4	25,9	25,4	24,9	24,4	24,0	23,5
60	34,6	33,6	32,7	31,8	31,0	30,2	29,5	28,8	28,1	27,5	26,9	26,4	25,9	25,4	24,9	24,5
	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141	140	139	138	137	136	135

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
61	36,1	35,0	34,0	33,1	32,3	31,5	30,7	30,0	29,3	28,7	28,1	27,5	27,0	26,5	26,0	25,5
62	37,6	36,5	35,5	34,5	33,6	32,8	32,0	31,3	30,5	29,9	29,3	28,7	28,1	27,6	27,1	26,6
63	39,3	38,1	37,0	36,0	35,1	34,2	33,4	32,6	31,9	31,2	30,5	29,9	29,3	28,8	28,3	27,8
64	41,0	39,8	38,7	37,6	36,7	35,7	34,9	34,1	33,3	32,6	31,9	31,3	30,6	30,1	29,5	29,0
65	42,9	41,6	40,5	39,4	38,4	37,4	36,5	35,6	34,8	34,1	33,4	32,7	32,0	31,4	30,9	30,3
66	44,9	43,6	42,4	41,2	40,2	39,2	38,2	37,3	36,5	35,7	34,9	34,2	33,6	32,9	32,3	31,8
67	47,1	45,7	44,5	43,3	42,1	41,1	40,1	39,1	38,3	37,4	36,7	35,9	35,2	34,5	33,9	33,3
68	49,5	48,1	46,7	45,4	44,3	43,2	42,1	41,1	40,2	39,3	38,5	37,7	37,0	36,3	35,6	35,0
69	52,1	50,6	49,2	47,8	46,6	45,4	44,3	43,3	42,3	41,4	40,5	39,7	38,9	38,2	37,5	36,8
70	54,9	53,3	51,8	50,4	49,1	47,9	46,7	45,7	44,6	43,7	42,7	41,9	41,1	40,3	39,6	38,9
71	58,1	56,4	54,8	53,3	51,9	50,6	49,4	48,3	47,2	46,1	45,2	44,3	43,4	42,6	41,8	41,1
72	61,6	59,8	58,1	56,5	55,0	53,7	52,4	51,1	50,0	48,9	47,9	46,9	46,0	45,1	44,3	43,5
73	65,4	63,5	61,7	60,1	58,5	57,0	55,6	54,3	53,1	52,0	50,9	49,9	48,9	48,0	47,1	46,3
74	69,7	67,7	65,8	64,0	62,4	60,8	59,3	57,9	56,6	55,4	54,3	53,2	52,1	51,1	50,2	49,3
75	74,6	72,5	70,4	68,5	66,7	65,1	63,5	62,0	60,6	59,3	58,1	56,9	55,8	54,7	53,7	52,8
76	80,2	77,9	75,7	73,6	71,7	69,9	68,2	66,6	65,1	63,7	62,4	61,1	59,9	58,8	57,7	56,7
77	86,6	84,1	81,7	79,5	77,5	75,5	73,7	72,0	70,4	68,8	67,4	66,0	64,7	63,5	62,4	61,3
78	94,1	91,3	88,8	86,4	84,1	82,0	80,0	78,2	76,4	74,8	73,2	71,7	70,3	69,0	67,7	66,5
79	103	100	97,1	94,5	92,0	89,7	87,5	85,5	83,6	81,7	80,0	78,4	76,9	75,4	74,1	72,8
80	113	110	107	104	101	98,9	96,5	94,2	92,1	90,1	88,2	86,4	84,8	83,2	81,6	80,2
81	126	123	119	116	113	110	107	105	103	100	98,2	96,2	94,4	92,6	90,9	89,3
82	142	138	134	131	127	124	121	118	116	113	111	108	106	104	102	101
83	163	158	154	150	146	142	139	135	132	129	127	124	122	119	117	115
84	190	185	180	175	170	166	162	158	155	151	148	145	142	140	137	135
85	229	222	216	210	204	199	194	190	186	182	178	174	171	168	165	162
86	286	278	270	263	256	249	243	238	232	227	222	218	214	210	206	202
87	382	370	360	350	341	333	325	317	310	303	297	291	285	280	275	270
88	573	556	540	526	512	499	487	476	465	455	446	436	428	420	412	405
89	1146	1112	1081	1052	1025	999	975	952	931	910	891	873	856	840	825	810
90	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	150	149	148	147	146	145	144	143	142	141	140	139	138	137	136	135

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
4	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
5	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2
7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
8	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
9	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8
10	2,5	2,5	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0
11	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2
12	3,0	3,0	2,9	2,9	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5
13	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7
14	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9
15	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1
16	4,1	4,0	3,9	3,9	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,3	3,3
17	4,3	4,3	4,2	4,1	4,1	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,5
18	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,0	4,0	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8
19	4,9	4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2	4,1	4,1	4,0	4,0
20	5,1	5,1	5,0	4,9	4,8	4,8	4,7	4,6	4,6	4,5	4,4	4,4	4,3	4,3	4,2	4,2
21	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,5	4,5	4,4
22	5,7	5,6	5,5	5,4	5,4	5,3	5,2	5,1	5,1	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7
23	6,0	5,9	5,8	5,7	5,6	5,5	5,5	5,4	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,0	5,0	4,9
24	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,7	5,7	5,6	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,2	5,1
25	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6	5,6	5,5	5,4	5,4
26	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6,0	6,0	5,9	5,8	5,8	5,7	5,6
27	7,2	7,1	7,0	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3	6,2	6,1	6,1	6,0	5,9	5,9
28	7,5	7,4	7,3	7,2	7,0	6,9	6,8	6,7	6,7	6,6	6,5	6,4	6,3	6,3	6,2	6,1
29	7,8	7,7	7,6	7,5	7,3	7,2	7,1	7,0	6,9	6,9	6,8	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4
30	8,2	8,0	7,9	7,8	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,1	7,0	7,0	6,9	6,8	6,7	6,7
31	8,5	8,4	8,2	8,1	8,0	7,8	7,7	7,6	7,5	7,4	7,3	7,2	7,2	7,1	7,0	6,9
32	8,8	8,7	8,5	8,4	8,3	8,2	8,0	7,9	7,8	7,7	7,6	7,5	7,5	7,4	7,3	7,2
33	9,2	9,0	8,9	8,7	8,6	8,5	8,4	8,2	8,1	8,0	7,9	7,8	7,7	7,7	7,6	7,5
34	9,5	9,4	9,2	9,1	8,9	8,8	8,7	8,6	8,4	8,3	8,2	8,1	8,0	8,0	7,9	7,8
35	9,9	9,7	9,6	9,4	9,3	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7	8,5	8,4	8,3	8,3	8,2	8,1
36	10,3	10,1	9,9	9,8	9,6	9,5	9,3	9,2	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7	8,6	8,5	8,4
37	10,7	10,5	10,3	10,1	10,0	9,8	9,7	9,6	9,4	9,3	9,2	9,1	9,0	8,9	8,8	8,7
38	11,0	10,9	10,7	10,5	10,4	10,2	10,1	9,9	9,8	9,7	9,5	9,4	9,3	9,2	9,1	9,0
39	11,5	11,3	11,1	10,9	10,7	10,6	10,4	10,3	10,1	10,0	9,9	9,8	9,7	9,5	9,4	9,4
40	11,9	11,7	11,5	11,3	11,1	11,0	10,8	10,6	10,5	10,4	10,2	10,1	10,0	9,9	9,8	9,7
41	12,3	12,1	11,9	11,7	11,5	11,3	11,2	11,0	10,9	10,7	10,6	10,5	10,4	10,3	10,1	10,0
42	12,7	12,5	12,3	12,1	11,9	11,8	11,6	11,4	11,3	11,1	11,0	10,9	10,7	10,6	10,5	10,4
43	13,2	13,0	12,8	12,5	12,4	12,2	12,0	11,8	11,7	11,5	11,4	11,2	11,1	11,0	10,9	10,8
44	13,7	13,4	13,2	13,0	12,8	12,6	12,4	12,3	12,1	11,9	11,8	11,6	11,5	11,4	11,3	11,2
45	14,1	13,9	13,7	13,5	13,3	13,1	12,9	12,7	12,5	12,4	12,2	12,1	11,9	11,8	11,7	11,5
46	14,6	14,4	14,2	13,9	13,7	13,5	13,3	13,1	13,0	12,8	12,6	12,5	12,3	12,2	12,1	12,0
47	15,2	14,9	14,7	14,4	14,2	14,0	13,8	13,6	13,4	13,3	13,1	12,9	12,8	12,6	12,5	12,4
48	15,7	15,4	15,2	14,9	14,7	14,5	14,3	14,1	13,9	13,7	13,6	13,4	13,2	13,1	13,0	12,8
49	16,3	16,0	15,7	15,5	15,2	15,0	14,8	14,6	14,4	14,2	14,0	13,9	13,7	13,6	13,4	13,3
50	16,9	16,6	16,3	16,0	15,8	15,6	15,3	15,1	14,9	14,7	14,5	14,4	14,2	14,1	13,9	13,8
51	17,5	17,2	16,9	16,6	16,4	16,1	15,9	15,7	15,5	15,3	15,1	14,9	14,7	14,6	14,4	14,3
52	18,1	17,8	17,5	17,2	17,0	16,7	16,5	16,2	16,0	15,8	15,6	15,4	15,3	15,1	14,9	14,8
53	18,8	18,4	18,1	17,9	17,6	17,3	17,1	16,8	16,6	16,4	16,2	16,0	15,8	15,6	15,5	15,3
54	19,5	19,1	18,8	18,5	18,2	18,0	17,7	17,5	17,2	17,0	16,8	16,6	16,4	16,2	16,1	15,9
55	20,2	19,9	19,5	19,2	18,9	18,6	18,4	18,1	17,9	17,7	17,4	17,2	17,0	16,8	16,7	16,5
56	21,0	20,6	20,3	19,9	19,6	19,4	19,1	18,8	18,6	18,3	18,1	17,9	17,7	17,5	17,3	17,1
57	21,8	21,4	21,1	20,7	20,4	20,1	19,8	19,5	19,3	19,0	18,8	18,6	18,4	18,2	18,0	17,8
58	22,6	22,2	21,9	21,5	21,2	20,9	20,6	20,3	20,0	19,8	19,5	19,3	19,1	18,9	18,7	18,5
59	23,5	23,1	22,8	22,4	22,1	21,7	21,4	21,1	20,8	20,6	20,3	20,1	19,8	19,6	19,4	19,2
60	24,5	24,1	23,7	23,3	22,9	22,6	22,3	22,0	21,7	21,4	21,1	20,9	20,7	20,4	20,2	20,0
	135	134	133	132	131	130	129	128	127	126	125	124	123	122	121	120

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
61	25,5	25,1	24,7	24,3	23,9	23,6	23,2	22,9	22,6	22,3	22,0	21,8	21,5	21,3	21,0	20,8
62	26,6	26,1	25,7	25,3	24,9	24,6	24,2	23,9	23,5	23,2	23,0	22,7	22,4	22,2	21,9	21,7
63	27,8	27,3	26,8	26,4	26,0	25,6	25,3	24,9	24,6	24,3	24,0	23,7	23,4	23,1	22,9	22,7
64	29,0	28,5	28,0	27,6	27,2	26,8	26,4	26,0	25,7	25,3	25,0	24,7	24,4	24,2	23,9	23,7
65	30,3	29,8	29,3	28,9	28,4	28,0	27,6	27,2	26,9	26,5	26,2	25,9	25,6	25,3	25,0	24,8
66	31,8	31,2	30,7	30,2	29,8	29,3	28,9	28,5	28,1	27,8	27,4	27,1	26,8	26,5	26,2	25,9
67	33,3	32,8	32,2	31,7	31,2	30,8	30,3	29,9	29,5	29,1	28,8	28,4	28,1	27,8	27,5	27,2
68	35,0	34,4	33,8	33,3	32,8	32,3	31,8	31,4	31,0	30,6	30,2	29,9	29,5	29,2	28,9	28,6
69	36,8	36,2	35,6	35,1	34,5	34,0	33,5	33,1	32,6	32,2	31,8	31,4	31,1	30,7	30,4	30,1
70	38,9	38,2	37,6	37,0	36,4	35,9	35,4	34,9	34,4	34,0	33,5	33,1	32,8	32,4	32,1	31,7
71	41,1	40,4	39,7	39,1	38,5	37,9	37,4	36,9	36,4	35,9	35,5	35,0	34,6	34,2	33,9	33,5
72	43,5	42,8	42,1	41,4	40,8	40,2	39,6	39,1	38,5	38,0	37,6	37,1	36,7	36,3	35,9	35,5
73	46,3	45,5	44,7	44,0	43,3	42,7	42,1	41,5	41,0	40,4	39,9	39,5	39,0	38,6	38,2	37,8
74	49,3	48,5	47,7	46,9	46,2	45,5	44,9	44,3	43,7	43,1	42,6	42,1	41,6	41,1	40,7	40,3
75	52,8	51,9	51,0	50,2	49,5	48,7	48,0	47,4	46,7	46,1	45,6	45,0	44,5	44,0	43,5	43,1
76	56,7	55,8	54,8	54,0	53,1	52,4	51,6	50,9	50,2	49,6	49,0	48,4	47,8	47,3	46,8	46,3
77	61,3	60,2	59,2	58,3	57,4	56,5	55,7	55,0	54,2	53,5	52,9	52,2	51,6	51,1	50,5	50,0
78	66,5	65,4	64,3	63,3	62,3	61,4	60,5	59,7	58,9	58,2	57,4	56,7	56,1	55,5	54,9	54,3
79	72,8	71,5	70,3	69,2	68,2	67,2	66,2	65,3	64,4	63,6	62,8	62,1	61,3	60,7	60,0	59,4
80	80,2	78,8	77,5	76,3	75,1	74,0	73,0	72,0	71,0	70,1	69,2	68,4	67,6	66,9	66,2	65,5
81	89,3	87,8	86,3	85,0	83,7	82,4	81,2	80,1	79,1	78,0	77,1	76,2	75,3	74,5	73,7	72,9
82	101	98,9	97,3	95,7	94,3	92,9	91,6	90,3	89,1	88,0	86,9	85,8	84,8	83,9	83,0	82,2
83	115	113	111	110	108	106	105	103	102	101	99,4	98,2	97,1	96,0	95,0	94,0
84	135	132	130	128	126	124	122	121	119	118	116	115	113	112	111	110
85	162	159	156	154	151	149	147	145	143	141	140	138	136	135	133	132
86	202	199	196	192	189	187	184	181	179	177	175	172	171	169	167	165
87	270	265	261	257	253	249	246	242	239	236	233	230	228	225	223	220
88	405	398	392	385	379	374	368	363	359	354	350	345	341	338	334	331
89	810	796	783	771	759	748	737	727	717	708	699	691	683	676	668	662
90	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	135	134	133	132	131	130	129	128	127	126	125	124	123	122	121	120

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5
4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
6	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
7	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
8	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
10	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
11	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0	2,0
12	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
13	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
14	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,6	2,6	2,6	2,6	2,6
15	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,8	2,8	2,8	2,8	2,8
16	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
17	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2	3,2	3,2	3,2
18	3,8	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
19	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
20	4,2	4,2	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
21	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0
22	4,7	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2	4,2
23	4,9	4,9	4,8	4,8	4,7	4,7	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,4	4,4	4,4
24	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,6	4,6
25	5,4	5,3	5,3	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,8
26	5,6	5,6	5,5	5,5	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,0
27	5,9	5,8	5,8	5,7	5,7	5,6	5,6	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3
28	6,1	6,1	6,0	6,0	5,9	5,9	5,8	5,8	5,7	5,7	5,7	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5
29	6,4	6,3	6,3	6,2	6,2	6,1	6,1	6,0	6,0	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,7
30	6,7	6,6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,3	6,3	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0	6,0
31	6,9	6,9	6,8	6,7	6,7	6,6	6,6	6,5	6,5	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	6,3	6,2
32	7,2	7,1	7,1	7,0	7,0	6,9	6,8	6,8	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5
33	7,5	7,4	7,4	7,3	7,2	7,2	7,1	7,1	7,0	7,0	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,7
34	7,8	7,7	7,6	7,6	7,5	7,4	7,4	7,3	7,3	7,2	7,2	7,1	7,1	7,1	7,0	7,0
35	8,1	8,0	7,9	7,9	7,8	7,7	7,7	7,6	7,6	7,5	7,5	7,4	7,4	7,3	7,3	7,2
36	8,4	8,3	8,2	8,2	8,1	8,0	8,0	7,9	7,8	7,8	7,7	7,7	7,6	7,6	7,6	7,5
37	8,7	8,6	8,5	8,5	8,4	8,3	8,2	8,2	8,1	8,1	8,0	8,0	7,9	7,9	7,8	7,8
38	9,0	8,9	8,8	8,8	8,7	8,6	8,6	8,5	8,4	8,4	8,3	8,3	8,2	8,2	8,1	8,1
39	9,4	9,3	9,2	9,1	9,0	8,9	8,9	8,8	8,7	8,7	8,6	8,6	8,5	8,5	8,4	8,4
40	9,7	9,6	9,5	9,4	9,3	9,3	9,2	9,1	9,0	9,0	8,9	8,9	8,8	8,8	8,7	8,7
41	10,0	9,9	9,8	9,8	9,7	9,6	9,5	9,4	9,4	9,3	9,3	9,2	9,1	9,1	9,0	9,0
42	10,4	10,3	10,2	10,1	10,0	9,9	9,9	9,8	9,7	9,6	9,6	9,5	9,5	9,4	9,4	9,3
43	10,8	10,7	10,6	10,5	10,4	10,3	10,2	10,1	10,1	10,0	9,9	9,9	9,8	9,8	9,7	9,7
44	11,2	11,0	10,9	10,8	10,7	10,7	10,6	10,5	10,4	10,3	10,3	10,2	10,2	10,1	10,0	10,0
45	11,5	11,4	11,3	11,2	11,1	11,0	10,9	10,9	10,8	10,7	10,6	10,6	10,5	10,5	10,4	10,4
46	12,0	11,8	11,7	11,6	11,5	11,4	11,3	11,2	11,2	11,1	11,0	11,0	10,9	10,8	10,8	10,7
47	12,4	12,3	12,1	12,0	11,9	11,8	11,7	11,6	11,6	11,5	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,1
48	12,8	12,7	12,6	12,5	12,4	12,3	12,2	12,1	12,0	11,9	11,8	11,7	11,7	11,6	11,6	11,5
49	13,3	13,2	13,0	12,9	12,8	12,7	12,6	12,5	12,4	12,3	12,2	12,2	12,1	12,0	12,0	11,9
50	13,8	13,6	13,5	13,4	13,3	13,1	13,0	12,9	12,9	12,8	12,7	12,6	12,5	12,5	12,4	12,3
51	14,3	14,1	14,0	13,9	13,7	13,6	13,5	13,4	13,3	13,2	13,1	13,1	13,0	12,9	12,8	12,8
52	14,8	14,6	14,5	14,4	14,2	14,1	14,0	13,9	13,8	13,7	13,6	13,5	13,5	13,4	13,3	13,3
53	15,3	15,2	15,0	14,9	14,8	14,6	14,5	14,4	14,3	14,2	14,1	14,0	14,0	13,9	13,8	13,7
54	15,9	15,7	15,6	15,4	15,3	15,2	15,1	15,0	14,8	14,7	14,6	14,6	14,5	14,4	14,3	14,2
55	16,5	16,3	16,2	16,0	15,9	15,8	15,6	15,5	15,4	15,3	15,2	15,1	15,0	14,9	14,9	14,8
56	17,1	17,0	16,8	16,6	16,5	16,4	16,2	16,1	16,0	15,9	15,8	15,7	15,6	15,5	15,4	15,3
57	17,8	17,6	17,4	17,3	17,1	17,0	16,9	16,7	16,6	16,5	16,4	16,3	16,2	16,1	16,0	15,9
58	18,5	18,3	18,1	18,0	17,8	17,7	17,5	17,4	17,3	17,1	17,0	16,9	16,8	16,7	16,6	16,6
59	19,2	19,0	18,8	18,7	18,5	18,4	18,2	18,1	17,9	17,8	17,7	17,6	17,5	17,4	17,3	17,2
60	20,0	19,8	19,6	19,4	19,3	19,1	19,0	18,8	18,7	18,6	18,4	18,3	18,2	18,1	18,0	17,9
	120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	105

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75
61	20,8	20,6	20,4	20,2	20,1	19,9	19,7	19,6	19,5	19,3	19,2	19,1	19,0	18,9	18,8	18,7
62	21,7	21,5	21,3	21,1	20,9	20,8	20,6	20,4	20,3	20,1	20,0	19,9	19,8	19,7	19,6	19,5
63	22,7	22,4	22,2	22,0	21,8	21,7	21,5	21,3	21,2	21,0	20,9	20,8	20,6	20,5	20,4	20,3
64	23,7	23,4	23,2	23,0	22,8	22,6	22,4	22,3	22,1	22,0	21,8	21,7	21,6	21,4	21,3	21,2
65	24,8	24,5	24,3	24,1	23,9	23,7	23,5	23,3	23,1	23,0	22,8	22,7	22,5	22,4	22,3	22,2
66	25,9	25,7	25,4	25,2	25,0	24,8	24,6	24,4	24,2	24,1	23,9	23,8	23,6	23,5	23,4	23,3
67	27,2	26,9	26,7	26,4	26,2	26,0	25,8	25,6	25,4	25,2	25,1	24,9	24,8	24,6	24,5	24,4
68	28,6	28,3	28,0	27,8	27,5	27,3	27,1	26,9	26,7	26,5	26,3	26,2	26,0	25,9	25,7	25,6
69	30,1	29,8	29,5	29,2	29,0	28,7	28,5	28,3	28,1	27,9	27,7	27,6	27,4	27,2	27,1	27,0
70	31,7	31,4	31,1	30,8	30,6	30,3	30,1	29,8	29,6	29,4	29,2	29,1	28,9	28,7	28,6	28,4
71	33,5	33,2	32,9	32,6	32,3	32,0	31,8	31,6	31,3	31,1	30,9	30,7	30,5	30,4	30,2	30,1
72	35,5	35,2	34,9	34,5	34,2	34,0	33,7	33,4	33,2	33,0	32,8	32,6	32,4	32,2	32,0	31,9
73	37,8	37,4	37,0	36,7	36,4	36,1	35,8	35,5	35,3	35,0	34,8	34,6	34,4	34,2	34,0	33,9
74	40,3	39,9	39,5	39,1	38,8	38,5	38,2	37,9	37,6	37,4	37,1	36,9	36,7	36,5	36,3	36,1
75	43,1	42,7	42,3	41,9	41,5	41,2	40,9	40,5	40,3	40,0	39,7	39,5	39,2	39,0	38,8	38,6
76	46,3	45,9	45,4	45,0	44,6	44,3	43,9	43,6	43,3	43,0	42,7	42,4	42,2	41,9	41,7	41,5
77	50,0	49,5	49,1	48,6	48,2	47,8	47,4	47,1	46,7	46,4	46,1	45,8	45,5	45,3	45,1	44,8
78	54,3	53,8	53,3	52,8	52,3	51,9	51,5	51,1	50,7	50,4	50,1	49,8	49,5	49,2	48,9	48,7
79	59,4	58,8	58,3	57,7	57,2	56,8	56,3	55,9	55,5	55,1	54,7	54,4	54,1	53,8	53,5	53,3
80	65,5	64,8	64,2	63,7	63,1	62,6	62,1	61,6	61,2	60,7	60,4	60,0	59,6	59,3	59,0	58,7
81	72,9	72,2	71,5	70,9	70,2	69,7	69,1	68,6	68,1	67,6	67,2	66,8	66,4	66,0	65,7	65,4
82	82,2	81,4	80,6	79,9	79,2	78,5	77,9	77,3	76,7	76,2	75,7	75,3	74,8	74,4	74,0	73,7
83	94,0	93,1	92,2	91,4	90,6	89,9	89,2	88,5	87,8	87,2	86,7	86,1	85,6	85,2	84,7	84,3
84	110	109	108	107	106	105	104	103	103	102	101	101	100	99,5	99,0	98,5
85	132	131	129	128	127	126	125	124	123	122	122	121	120	120	119	118
86	165	164	162	161	159	158	157	155	154	153	152	151	150	150	149	148
87	220	218	216	214	212	211	209	207	206	204	203	202	201	200	199	198
88	331	327	324	321	319	316	313	311	309	307	305	303	301	299	298	296
89	662	655	649	643	637	632	627	622	618	614	610	606	602	599	596	593
90	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	120	119	118	117	116	115	114	113	112	111	110	109	108	107	106	105

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
6	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
7	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
8	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
9	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
10	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
11	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9
12	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
13	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
14	2,6	2,6	2,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
15	2,8	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
16	3,0	3,0	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9
17	3,2	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
18	3,4	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,2	3,2
19	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,4	3,4	3,4	3,4
20	3,8	3,8	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
21	4,0	4,0	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8
22	4,2	4,2	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1	4,0	4,0	4,0	4,0
23	4,4	4,4	4,4	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,3	4,2	4,2	4,2
24	4,6	4,6	4,6	4,6	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5
25	4,8	4,8	4,8	4,8	4,8	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7	4,7
26	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
27	5,3	5,3	5,2	5,2	5,2	5,2	5,2	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1	5,1
28	5,5	5,5	5,5	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,4	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3	5,3
29	5,7	5,7	5,7	5,7	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,5	5,5	5,5
30	6,0	6,0	5,9	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8	5,8
31	6,2	6,2	6,2	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
32	6,5	6,4	6,4	6,4	6,4	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3	6,2	6,2
33	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,6	6,6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
34	7,0	7,0	6,9	6,9	6,9	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,7	6,7	6,7
35	7,2	7,2	7,2	7,2	7,1	7,1	7,1	7,1	7,1	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
36	7,5	7,5	7,5	7,4	7,4	7,4	7,4	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3	7,3
37	7,8	7,8	7,7	7,7	7,7	7,7	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,6	7,5	7,5	7,5	7,5
38	8,1	8,1	8,0	8,0	8,0	7,9	7,9	7,9	7,9	7,9	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
39	8,4	8,3	8,3	8,3	8,2	8,2	8,2	8,2	8,2	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1	8,1
40	8,7	8,6	8,6	8,6	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
41	9,0	9,0	8,9	8,9	8,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7	8,7
42	9,3	9,3	9,2	9,2	9,2	9,1	9,1	9,1	9,1	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
43	9,7	9,6	9,6	9,5	9,5	9,5	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3
44	10,0	10,0	9,9	9,9	9,8	9,8	9,8	9,8	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
45	10,4	10,3	10,3	10,2	10,2	10,2	10,1	10,1	10,1	10,1	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
46	10,7	10,7	10,6	10,6	10,5	10,5	10,5	10,5	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4
47	11,1	11,1	11,0	11,0	10,9	10,9	10,9	10,8	10,8	10,8	10,8	10,7	10,7	10,7	10,7	10,7
48	11,5	11,4	11,4	11,4	11,3	11,3	11,2	11,2	11,2	11,2	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1	11,1
49	11,9	11,9	11,8	11,8	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,6	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5
50	12,3	12,3	12,2	12,2	12,1	12,1	12,1	12,0	12,0	12,0	12,0	11,9	11,9	11,9	11,9	11,9
51	12,8	12,7	12,7	12,6	12,6	12,5	12,5	12,5	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,4	12,3
52	13,3	13,2	13,1	13,1	13,0	13,0	13,0	12,9	12,9	12,9	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8	12,8
53	13,7	13,7	13,6	13,6	13,5	13,5	13,4	13,4	13,4	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3	13,3
54	14,2	14,2	14,1	14,1	14,0	14,0	13,9	13,9	13,9	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8	13,8
55	14,8	14,7	14,7	14,6	14,5	14,5	14,5	14,4	14,4	14,4	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3	14,3
56	15,3	15,3	15,2	15,2	15,1	15,1	15,0	15,0	14,9	14,9	14,9	14,9	14,8	14,8	14,8	14,8
57	15,9	15,9	15,8	15,7	15,7	15,6	15,6	15,5	15,5	15,5	15,5	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4
58	16,6	16,5	16,4	16,4	16,3	16,3	16,2	16,2	16,1	16,1	16,1	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
59	17,2	17,2	17,1	17,0	17,0	16,9	16,9	16,8	16,8	16,7	16,7	16,7	16,7	16,7	16,6	16,6
60	17,9	17,9	17,8	17,7	17,6	17,6	17,5	17,5	17,5	17,4	17,4	17,4	17,3	17,3	17,3	17,3
	105	104	103	102	101	10	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-2**

Angolo al Polo																
declin.	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
61	18,7	18,6	18,5	18,4	18,4	18,3	18,3	18,2	18,2	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,0	18,0
62	19,5	19,4	19,3	19,2	19,2	19,1	19,0	19,0	18,9	18,9	18,9	18,9	18,8	18,8	18,8	18,8
63	20,3	20,2	20,1	20,1	20,0	19,9	19,9	19,8	19,8	19,7	19,7	19,7	19,7	19,6	19,6	19,6
64	21,2	21,1	21,0	21,0	20,9	20,8	20,8	20,7	20,7	20,6	20,6	20,6	20,5	20,5	20,5	20,5
65	22,2	22,1	22,0	21,9	21,8	21,8	21,7	21,7	21,6	21,6	21,5	21,5	21,5	21,5	21,4	21,4
66	23,3	23,1	23,1	23,0	22,9	22,8	22,7	22,7	22,6	22,6	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5	22,5
67	24,4	24,3	24,2	24,1	24,0	23,9	23,9	23,8	23,7	23,7	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6	23,6
68	25,6	25,5	25,4	25,3	25,2	25,1	25,1	25,0	24,9	24,9	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8
69	27,0	26,8	26,7	26,6	26,5	26,5	26,4	26,3	26,2	26,2	26,2	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1
70	28,4	28,3	28,2	28,1	28,0	27,9	27,8	27,7	27,7	27,6	27,6	27,5	27,5	27,5	27,5	27,5
71	30,1	29,9	29,8	29,7	29,6	29,5	29,4	29,3	29,3	29,2	29,2	29,1	29,1	29,1	29,0	29,0
72	31,9	31,7	31,6	31,5	31,4	31,3	31,2	31,1	31,0	30,9	30,9	30,9	30,8	30,8	30,8	30,8
73	33,9	33,7	33,6	33,4	33,3	33,2	33,1	33,0	33,0	32,9	32,8	32,8	32,8	32,7	32,7	32,7
74	36,1	35,9	35,8	35,7	35,5	35,4	35,3	35,2	35,1	35,1	35,0	35,0	34,9	34,9	34,9	34,9
75	38,6	38,5	38,3	38,2	38,0	37,9	37,8	37,7	37,6	37,5	37,5	37,4	37,4	37,3	37,3	37,3
76	41,5	41,3	41,2	41,0	40,9	40,7	40,6	40,5	40,4	40,3	40,3	40,2	40,2	40,1	40,1	40,1
77	44,8	44,6	44,5	44,3	44,1	44,0	43,9	43,7	43,6	43,6	43,5	43,4	43,4	43,3	43,3	43,3
78	48,7	48,5	48,3	48,1	47,9	47,8	47,6	47,5	47,4	47,3	47,2	47,2	47,1	47,1	47,1	47,0
79	53,3	53,0	52,8	52,6	52,4	52,2	52,1	52,0	51,8	51,7	51,6	51,6	51,5	51,5	51,5	51,4
80	58,7	58,4	58,2	58,0	57,8	57,6	57,4	57,3	57,1	57,0	56,9	56,9	56,8	56,7	56,7	56,7
81	65,4	65,1	64,8	64,5	64,3	64,1	63,9	63,8	63,6	63,5	63,4	63,3	63,2	63,2	63,1	63,1
82	73,7	73,3	73,0	72,7	72,5	72,3	72,0	71,9	71,7	71,5	71,4	71,3	71,3	71,2	71,2	71,2
83	84,3	83,9	83,6	83,3	83,0	82,7	82,5	82,2	82,1	81,9	81,8	81,6	81,6	81,5	81,5	81,4
84	98,5	98,1	97,6	97,3	96,9	96,6	96,3	96,1	95,9	95,7	95,5	95,4	95,3	95,2	95,2	95,1
85	118	118	117	117	116	116	116	115	115	115	115	115	114	114	114	114
86	148	147	147	146	146	145	145	144	144	144	144	143	143	143	143	143
87	198	197	196	195	194	194	193	193	192	192	192	191	191	191	191	191
88	296	295	294	293	292	291	290	289	289	288	287	287	287	287	286	286
89	593	590	588	586	584	582	580	579	577	576	575	574	574	573	573	573
90	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	105	104	103	102	101	10	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90

AT2 : positivo se latitudine e declinazione sono dello stesso segno (entrambe Nord o Sud)

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6
0	89,4	88,9	88,3	87,7	87,1	86,6	86,0	85,4	84,9	84,3	83,7	83,2	82,6	82,0	81,5	80,9
2	89,4	88,9	88,3	87,7	87,1	86,6	86,0	85,4	84,9	84,3	83,7	83,2	82,6	82,0	81,5	80,9
4	89,4	88,9	88,3	87,7	87,1	86,6	86,0	85,4	84,9	84,3	83,7	83,2	82,6	82,0	81,5	80,9
6	89,4	88,9	88,3	87,7	87,2	86,6	86,0	85,5	84,9	84,3	83,8	83,2	82,6	82,1	81,5	81,0
8	89,4	88,9	88,3	87,7	87,2	86,6	86,0	85,5	84,9	84,3	83,8	83,2	82,7	82,1	81,6	81,0
10	89,4	88,9	88,3	87,7	87,2	86,6	86,1	85,5	84,9	84,4	83,8	83,3	82,7	82,1	81,6	81,0
11	89,4	88,9	88,3	87,8	87,2	86,6	86,1	85,5	85,0	84,4	83,8	83,3	82,7	82,2	81,6	81,1
12	89,4	88,9	88,3	87,8	87,2	86,6	86,1	85,5	85,0	84,4	83,9	83,3	82,8	82,2	81,7	81,1
13	89,4	88,9	88,3	87,8	87,2	86,7	86,1	85,5	85,0	84,4	83,9	83,3	82,8	82,2	81,7	81,1
14	89,4	88,9	88,3	87,8	87,2	86,7	86,1	85,6	85,0	84,5	83,9	83,4	82,8	82,3	81,7	81,2
15	89,4	88,9	88,3	87,8	87,2	86,7	86,1	85,6	85,0	84,5	83,9	83,4	82,8	82,3	81,8	81,2
16	89,4	88,9	88,3	87,8	87,2	86,7	86,2	85,6	85,1	84,5	84,0	83,4	82,9	82,3	81,8	81,3
17	89,5	88,9	88,4	87,8	87,3	86,7	86,2	85,6	85,1	84,5	84,0	83,5	82,9	82,4	81,8	81,3
18	89,5	88,9	88,4	87,8	87,3	86,7	86,2	85,6	85,1	84,6	84,0	83,5	83,0	82,4	81,9	81,3
19	89,5	88,9	88,4	87,8	87,3	86,8	86,2	85,7	85,1	84,6	84,1	83,5	83,0	82,5	81,9	81,4
20	89,5	88,9	88,4	87,8	87,3	86,8	86,2	85,7	85,2	84,6	84,1	83,6	83,0	82,5	82,0	81,4
21	89,5	88,9	88,4	87,9	87,3	86,8	86,3	85,7	85,2	84,7	84,1	83,6	83,1	82,6	82,0	81,5
22	89,5	88,9	88,4	87,9	87,3	86,8	86,3	85,8	85,2	84,7	84,2	83,7	83,1	82,6	82,1	81,6
23	89,5	88,9	88,4	87,9	87,4	86,8	86,3	85,8	85,3	84,7	84,2	83,7	83,2	82,7	82,1	81,6
24	89,5	89,0	88,4	87,9	87,4	86,9	86,3	85,8	85,3	84,8	84,3	83,7	83,2	82,7	82,2	81,7
25	89,5	89,0	88,4	87,9	87,4	86,9	86,4	85,9	85,3	84,8	84,3	83,8	83,3	82,8	82,3	81,7
26	89,5	89,0	88,5	87,9	87,4	86,9	86,4	85,9	85,4	84,9	84,4	83,8	83,3	82,8	82,3	81,8
27	89,5	89,0	88,5	88,0	87,4	86,9	86,4	85,9	85,4	84,9	84,4	83,9	83,4	82,9	82,4	81,9
28	89,5	89,0	88,5	88,0	87,5	87,0	86,5	86,0	85,5	85,0	84,5	84,0	83,5	83,0	82,5	82,0
29	89,5	89,0	88,5	88,0	87,5	87,0	86,5	86,0	85,5	85,0	84,5	84,0	83,5	83,0	82,5	82,0
30	89,5	89,0	88,5	88,0	87,5	87,0	86,5	86,0	85,5	85,1	84,6	84,1	83,6	83,1	82,6	82,1
31	89,5	89,0	88,5	88,0	87,5	87,1	86,6	86,1	85,6	85,1	84,6	84,1	83,6	83,2	82,7	82,2
32	89,5	89,0	88,5	88,1	87,6	87,1	86,6	86,1	85,6	85,2	84,7	84,2	83,7	83,2	82,8	82,3
33	89,5	89,0	88,6	88,1	87,6	87,1	86,6	86,2	85,7	85,2	84,7	84,3	83,8	83,3	82,8	82,4
34	89,5	89,1	88,6	88,1	87,6	87,2	86,7	86,2	85,7	85,3	84,8	84,3	83,8	83,4	82,9	82,4
35	89,5	89,1	88,6	88,1	87,7	87,2	86,7	86,3	85,8	85,3	84,9	84,4	83,9	83,5	83,0	82,5
36	89,5	89,1	88,6	88,1	87,7	87,2	86,8	86,3	85,8	85,4	84,9	84,5	84,0	83,5	83,1	82,6
37	89,5	89,1	88,6	88,2	87,7	87,3	86,8	86,3	85,9	85,4	85,0	84,5	84,1	83,6	83,2	82,7
38	89,5	89,1	88,6	88,2	87,7	87,3	86,8	86,4	85,9	85,5	85,0	84,6	84,2	83,7	83,3	82,8
39	89,6	89,1	88,7	88,2	87,8	87,3	86,9	86,4	86,0	85,6	85,1	84,7	84,2	83,8	83,4	82,9
40	89,6	89,1	88,7	88,2	87,8	87,4	86,9	86,5	86,1	85,6	85,2	84,7	84,3	83,9	83,4	83,0
41	89,6	89,1	88,7	88,3	87,8	87,4	87,0	86,5	86,1	85,7	85,3	84,8	84,4	84,0	83,5	83,1
42	89,6	89,1	88,7	88,3	87,9	87,4	87,0	86,6	86,2	85,7	85,3	84,9	84,5	84,1	83,6	83,2
43	89,6	89,2	88,7	88,3	87,9	87,5	87,1	86,7	86,2	85,8	85,4	85,0	84,6	84,2	83,7	83,3
44	89,6	89,2	88,8	88,4	87,9	87,5	87,1	86,7	86,3	85,9	85,5	85,1	84,7	84,2	83,8	83,4
45	89,6	89,2	88,8	88,4	88,0	87,6	87,2	86,8	86,4	86,0	85,6	85,1	84,7	84,3	83,9	83,5
46	89,6	89,2	88,8	88,4	88,0	87,6	87,2	86,8	86,4	86,0	85,6	85,2	84,8	84,4	84,1	83,7
47	89,6	89,2	88,8	88,4	88,0	87,7	87,3	86,9	86,5	86,1	85,7	85,3	84,9	84,5	84,2	83,8
48	89,6	89,2	88,9	88,5	88,1	87,7	87,3	86,9	86,6	86,2	85,8	85,4	85,0	84,6	84,3	83,9
49	89,6	89,2	88,9	88,5	88,1	87,7	87,4	87,0	86,6	86,2	85,9	85,5	85,1	84,8	84,4	84,0
50	89,6	89,3	88,9	88,5	88,2	87,8	87,4	87,1	86,7	86,3	86,0	85,6	85,2	84,9	84,5	84,1
51	89,6	89,3	88,9	88,6	88,2	87,8	87,5	87,1	86,8	86,4	86,0	85,7	85,3	85,0	84,6	84,3
52	89,6	89,3	88,9	88,6	88,2	87,9	87,5	87,2	86,8	86,5	86,1	85,8	85,4	85,1	84,7	84,4
53	89,7	89,3	89,0	88,6	88,3	87,9	87,6	87,2	86,9	86,6	86,2	85,9	85,5	85,2	84,8	84,5
54	89,7	89,3	89,0	88,7	88,3	88,0	87,6	87,3	87,0	86,6	86,3	86,0	85,6	85,3	85,0	84,6
55	89,7	89,3	89,0	88,7	88,4	88,0	87,7	87,4	87,0	86,7	86,4	86,1	85,7	85,4	85,1	84,8
56	89,7	89,4	89,0	88,7	88,4	88,1	87,8	87,4	87,1	86,8	86,5	86,2	85,8	85,5	85,2	84,9
57	89,7	89,4	89,1	88,8	88,4	88,1	87,8	87,5	87,2	86,9	86,6	86,3	86,0	85,6	85,3	85,0
58	89,7	89,4	89,1	88,8	88,5	88,2	87,9	87,6	87,3	87,0	86,7	86,4	86,1	85,8	85,5	85,2
59	89,7	89,4	89,1	88,8	88,5	88,2	87,9	87,6	87,3	87,1	86,8	86,5	86,2	85,9	85,6	85,3
60	89,7	89,4	89,1	88,9	88,6	88,3	88,0	87,7	87,4	87,1	86,9	86,6	86,3	86,0	85,7	85,4
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
0	80,9	80,4	79,8	79,2	78,7	78,1	77,6	77,0	76,5	76,0	75,4	74,9	74,4	73,8	73,3	72,8
2	80,9	80,4	79,8	79,2	78,7	78,1	77,6	77,1	76,5	76,0	75,4	74,9	74,4	73,8	73,3	72,8
4	80,9	80,4	79,8	79,3	78,7	78,2	77,6	77,1	76,5	76,0	75,5	74,9	74,4	73,9	73,3	72,8
6	81,0	80,4	79,9	79,3	78,8	78,2	77,7	77,1	76,6	76,0	75,5	75,0	74,4	73,9	73,4	72,9
8	81,0	80,4	79,9	79,3	78,8	78,3	77,7	77,2	76,6	76,1	75,6	75,0	74,5	74,0	73,5	72,9
10	81,0	80,5	79,9	79,4	78,9	78,3	77,8	77,2	76,7	76,2	75,6	75,1	74,6	74,1	73,5	73,0
11	81,1	80,5	80,0	79,4	78,9	78,4	77,8	77,3	76,7	76,2	75,7	75,2	74,6	74,1	73,6	73,1
12	81,1	80,6	80,0	79,5	78,9	78,4	77,9	77,3	76,8	76,3	75,7	75,2	74,7	74,2	73,6	73,1
13	81,1	80,6	80,1	79,5	79,0	78,4	77,9	77,4	76,8	76,3	75,8	75,3	74,7	74,2	73,7	73,2
14	81,2	80,6	80,1	79,6	79,0	78,5	78,0	77,4	76,9	76,4	75,8	75,3	74,8	74,3	73,8	73,3
15	81,2	80,7	80,1	79,6	79,1	78,5	78,0	77,5	76,9	76,4	75,9	75,4	74,9	74,4	73,8	73,3
16	81,3	80,7	80,2	79,6	79,1	78,6	78,1	77,5	77,0	76,5	76,0	75,5	74,9	74,4	73,9	73,4
17	81,3	80,8	80,2	79,7	79,2	78,6	78,1	77,6	77,1	76,6	76,0	75,5	75,0	74,5	74,0	73,5
18	81,3	80,8	80,3	79,8	79,2	78,7	78,2	77,7	77,1	76,6	76,1	75,6	75,1	74,6	74,1	73,6
19	81,4	80,9	80,3	79,8	79,3	78,8	78,2	77,7	77,2	76,7	76,2	75,7	75,2	74,7	74,2	73,7
20	81,4	80,9	80,4	79,9	79,4	78,8	78,3	77,8	77,3	76,8	76,3	75,8	75,3	74,8	74,3	73,8
21	81,5	81,0	80,5	79,9	79,4	78,9	78,4	77,9	77,4	76,9	76,4	75,9	75,4	74,9	74,4	73,9
22	81,6	81,0	80,5	80,0	79,5	79,0	78,5	78,0	77,5	76,9	76,4	75,9	75,4	75,0	74,5	74,0
23	81,6	81,1	80,6	80,1	79,6	79,1	78,6	78,0	77,5	77,0	76,5	76,0	75,5	75,1	74,6	74,1
24	81,7	81,2	80,7	80,2	79,6	79,1	78,6	78,1	77,6	77,1	76,6	76,1	75,7	75,2	74,7	74,2
25	81,7	81,2	80,7	80,2	79,7	79,2	78,7	78,2	77,7	77,2	76,7	76,2	75,8	75,3	74,8	74,3
26	81,8	81,3	80,8	80,3	79,8	79,3	78,8	78,3	77,8	77,3	76,8	76,4	75,9	75,4	74,9	74,4
27	81,9	81,4	80,9	80,4	79,9	79,4	78,9	78,4	77,9	77,4	76,9	76,5	76,0	75,5	75,0	74,6
28	82,0	81,5	81,0	80,5	80,0	79,5	79,0	78,5	78,0	77,6	77,1	76,6	76,1	75,6	75,2	74,7
29	82,0	81,5	81,1	80,6	80,1	79,6	79,1	78,6	78,1	77,7	77,2	76,7	76,2	75,8	75,3	74,8
30	82,1	81,6	81,1	80,7	80,2	79,7	79,2	78,7	78,3	77,8	77,3	76,8	76,4	75,9	75,4	75,0
31	82,2	81,7	81,2	80,7	80,3	79,8	79,3	78,8	78,4	77,9	77,4	77,0	76,5	76,0	75,6	75,1
32	82,3	81,8	81,3	80,8	80,4	79,9	79,4	79,0	78,5	78,0	77,6	77,1	76,6	76,2	75,7	75,3
33	82,4	81,9	81,4	80,9	80,5	80,0	79,5	79,1	78,6	78,2	77,7	77,2	76,8	76,3	75,9	75,4
34	82,4	82,0	81,5	81,0	80,6	80,1	79,7	79,2	78,7	78,3	77,8	77,4	76,9	76,5	76,0	75,6
35	82,5	82,1	81,6	81,2	80,7	80,2	79,8	79,3	78,9	78,4	78,0	77,5	77,1	76,6	76,2	75,8
36	82,6	82,2	81,7	81,3	80,8	80,4	79,9	79,5	79,0	78,6	78,1	77,7	77,2	76,8	76,4	75,9
37	82,7	82,3	81,8	81,4	80,9	80,5	80,0	79,6	79,1	78,7	78,3	77,8	77,4	77,0	76,5	76,1
38	82,8	82,4	81,9	81,5	81,0	80,6	80,2	79,7	79,3	78,9	78,4	78,0	77,6	77,1	76,7	76,3
39	82,9	82,5	82,0	81,6	81,2	80,7	80,3	79,9	79,4	79,0	78,6	78,1	77,7	77,3	76,9	76,5
40	83,0	82,6	82,1	81,7	81,3	80,9	80,4	80,0	79,6	79,2	78,7	78,3	77,9	77,5	77,1	76,6
41	83,1	82,7	82,3	81,8	81,4	81,0	80,6	80,2	79,7	79,3	78,9	78,5	78,1	77,7	77,2	76,8
42	83,2	82,8	82,4	82,0	81,5	81,1	80,7	80,3	79,9	79,5	79,1	78,7	78,2	77,8	77,4	77,0
43	83,3	82,9	82,5	82,1	81,7	81,3	80,9	80,5	80,0	79,6	79,2	78,8	78,4	78,0	77,6	77,2
44	83,4	83,0	82,6	82,2	81,8	81,4	81,0	80,6	80,2	79,8	79,4	79,0	78,6	78,2	77,8	77,4
45	83,5	83,1	82,7	82,3	82,0	81,6	81,2	80,8	80,4	80,0	79,6	79,2	78,8	78,4	78,0	77,6
46	83,7	83,3	82,9	82,5	82,1	81,7	81,3	80,9	80,5	80,1	79,8	79,4	79,0	78,6	78,2	77,8
47	83,8	83,4	83,0	82,6	82,2	81,8	81,5	81,1	80,7	80,3	79,9	79,6	79,2	78,8	78,4	78,1
48	83,9	83,5	83,1	82,8	82,4	82,0	81,6	81,3	80,9	80,5	80,1	79,8	79,4	79,0	78,6	78,3
49	84,0	83,6	83,3	82,9	82,5	82,2	81,8	81,4	81,1	80,7	80,3	80,0	79,6	79,2	78,9	78,5
50	84,1	83,8	83,4	83,0	82,7	82,3	82,0	81,6	81,2	80,9	80,5	80,2	79,8	79,4	79,1	78,7
51	84,3	83,9	83,5	83,2	82,8	82,5	82,1	81,8	81,4	81,1	80,7	80,4	80,0	79,7	79,3	79,0
52	84,4	84,0	83,7	83,3	83,0	82,6	82,3	81,9	81,6	81,2	80,9	80,6	80,2	79,9	79,5	79,2
53	84,5	84,2	83,8	83,5	83,1	82,8	82,5	82,1	81,8	81,4	81,1	80,8	80,4	80,1	79,8	79,4
54	84,6	84,3	84,0	83,6	83,3	83,0	82,6	82,3	82,0	81,6	81,3	81,0	80,7	80,3	80,0	79,7
55	84,8	84,4	84,1	83,8	83,5	83,1	82,8	82,5	82,2	81,8	81,5	81,2	80,9	80,6	80,2	79,9
56	84,9	84,6	84,3	83,9	83,6	83,3	83,0	82,7	82,4	82,0	81,7	81,4	81,1	80,8	80,5	80,2
57	85,0	84,7	84,4	84,1	83,8	83,5	83,2	82,9	82,6	82,2	81,9	81,6	81,3	81,0	80,7	80,4
58	85,2	84,9	84,6	84,3	84,0	83,7	83,4	83,1	82,8	82,5	82,2	81,9	81,6	81,3	81,0	80,7
59	85,3	85,0	84,7	84,4	84,1	83,8	83,5	83,2	83,0	82,7	82,4	82,1	81,8	81,5	81,2	80,9
60	85,4	85,1	84,9	84,6	84,3	84,0	83,7	83,4	83,2	82,9	82,6	82,3	82,0	81,7	81,5	81,2

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables AT-3

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6
0	72,8	72,3	71,7	71,2	70,7	70,2	69,7	69,2	68,7	68,2	67,7	67,2	66,7	66,3	65,8	65,3
2	72,8	72,3	71,7	71,2	70,7	70,2	69,7	69,2	68,7	68,2	67,7	67,2	66,7	66,3	65,8	65,3
4	72,8	72,3	71,8	71,3	70,8	70,2	69,7	69,2	68,7	68,2	67,8	67,3	66,8	66,3	65,8	65,4
6	72,9	72,3	71,8	71,3	70,8	70,3	69,8	69,3	68,8	68,3	67,8	67,3	66,8	66,4	65,9	65,4
8	72,9	72,4	71,9	71,4	70,9	70,4	69,9	69,4	68,9	68,4	67,9	67,4	66,9	66,5	66,0	65,5
10	73,0	72,5	72,0	71,5	71,0	70,5	70,0	69,5	69,0	68,5	68,0	67,5	67,0	66,6	66,1	65,6
11	73,1	72,6	72,1	71,5	71,0	70,5	70,0	69,5	69,1	68,6	68,1	67,6	67,1	66,6	66,2	65,7
12	73,1	72,6	72,1	71,6	71,1	70,6	70,1	69,6	69,1	68,6	68,1	67,7	67,2	66,7	66,2	65,8
13	73,2	72,7	72,2	71,7	71,2	70,7	70,2	69,7	69,2	68,7	68,2	67,7	67,3	66,8	66,3	65,9
14	73,3	72,8	72,2	71,7	71,2	70,7	70,3	69,8	69,3	68,8	68,3	67,8	67,4	66,9	66,4	65,9
15	73,3	72,8	72,3	71,8	71,3	70,8	70,3	69,8	69,4	68,9	68,4	67,9	67,4	67,0	66,5	66,0
16	73,4	72,9	72,4	71,9	71,4	70,9	70,4	69,9	69,4	69,0	68,5	68,0	67,5	67,1	66,6	66,1
17	73,5	73,0	72,5	72,0	71,5	71,0	70,5	70,0	69,5	69,1	68,6	68,1	67,6	67,2	66,7	66,3
18	73,6	73,1	72,6	72,1	71,6	71,1	70,6	70,1	69,6	69,2	68,7	68,2	67,8	67,3	66,8	66,4
19	73,7	73,2	72,7	72,2	71,7	71,2	70,7	70,2	69,8	69,3	68,8	68,3	67,9	67,4	67,0	66,5
20	73,8	73,3	72,8	72,3	71,8	71,3	70,8	70,3	69,9	69,4	68,9	68,5	68,0	67,5	67,1	66,6
21	73,9	73,4	72,9	72,4	71,9	71,4	70,9	70,5	70,0	69,5	69,1	68,6	68,1	67,7	67,2	66,8
22	74,0	73,5	73,0	72,5	72,0	71,5	71,1	70,6	70,1	69,7	69,2	68,7	68,3	67,8	67,4	66,9
23	74,1	73,6	73,1	72,6	72,1	71,7	71,2	70,7	70,3	69,8	69,3	68,9	68,4	68,0	67,5	67,1
24	74,2	73,7	73,2	72,7	72,3	71,8	71,3	70,9	70,4	69,9	69,5	69,0	68,6	68,1	67,7	67,2
25	74,3	73,8	73,3	72,9	72,4	71,9	71,5	71,0	70,5	70,1	69,6	69,2	68,7	68,3	67,8	67,4
26	74,4	74,0	73,5	73,0	72,5	72,1	71,6	71,1	70,7	70,2	69,8	69,3	68,9	68,4	68,0	67,5
27	74,6	74,1	73,6	73,1	72,7	72,2	71,8	71,3	70,8	70,4	69,9	69,5	69,0	68,6	68,2	67,7
28	74,7	74,2	73,8	73,3	72,8	72,4	71,9	71,5	71,0	70,5	70,1	69,7	69,2	68,8	68,3	67,9
29	74,8	74,4	73,9	73,4	73,0	72,5	72,1	71,6	71,2	70,7	70,3	69,8	69,4	69,0	68,5	68,1
30	75,0	74,5	74,1	73,6	73,1	72,7	72,2	71,8	71,3	70,9	70,5	70,0	69,6	69,1	68,7	68,3
31	75,1	74,7	74,2	73,8	73,3	72,9	72,4	72,0	71,5	71,1	70,6	70,2	69,8	69,3	68,9	68,5
32	75,3	74,8	74,4	73,9	73,5	73,0	72,6	72,1	71,7	71,3	70,8	70,4	70,0	69,5	69,1	68,7
33	75,4	75,0	74,5	74,1	73,6	73,2	72,8	72,3	71,9	71,5	71,0	70,6	70,2	69,7	69,3	68,9
34	75,6	75,1	74,7	74,3	73,8	73,4	72,9	72,5	72,1	71,7	71,2	70,8	70,4	70,0	69,5	69,1
35	75,8	75,3	74,9	74,4	74,0	73,6	73,1	72,7	72,3	71,9	71,4	71,0	70,6	70,2	69,8	69,4
36	75,9	75,5	75,1	74,6	74,2	73,8	73,3	72,9	72,5	72,1	71,6	71,2	70,8	70,4	70,0	69,6
37	76,1	75,7	75,2	74,8	74,4	74,0	73,5	73,1	72,7	72,3	71,9	71,5	71,0	70,6	70,2	69,8
38	76,3	75,8	75,4	75,0	74,6	74,2	73,7	73,3	72,9	72,5	72,1	71,7	71,3	70,9	70,5	70,1
39	76,5	76,0	75,6	75,2	74,8	74,4	74,0	73,5	73,1	72,7	72,3	71,9	71,5	71,1	70,7	70,3
40	76,6	76,2	75,8	75,4	75,0	74,6	74,2	73,8	73,4	73,0	72,6	72,2	71,8	71,4	71,0	70,6
41	76,8	76,4	76,0	75,6	75,2	74,8	74,4	74,0	73,6	73,2	72,8	72,4	72,0	71,6	71,2	70,9
42	77,0	76,6	76,2	75,8	75,4	75,0	74,6	74,2	73,8	73,4	73,1	72,7	72,3	71,9	71,5	71,1
43	77,2	76,8	76,4	76,0	75,6	75,2	74,9	74,5	74,1	73,7	73,3	72,9	72,5	72,2	71,8	71,4
44	77,4	77,0	76,6	76,3	75,9	75,5	75,1	74,7	74,3	73,9	73,6	73,2	72,8	72,4	72,1	71,7
45	77,6	77,3	76,9	76,5	76,1	75,7	75,3	75,0	74,6	74,2	73,8	73,5	73,1	72,7	72,3	72,0
46	77,8	77,5	77,1	76,7	76,3	76,0	75,6	75,2	74,8	74,5	74,1	73,7	73,4	73,0	72,6	72,3
47	78,1	77,7	77,3	76,9	76,6	76,2	75,8	75,5	75,1	74,7	74,4	74,0	73,7	73,3	72,9	72,6
48	78,3	77,9	77,5	77,2	76,8	76,5	76,1	75,7	75,4	75,0	74,7	74,3	73,9	73,6	73,2	72,9
49	78,5	78,1	77,8	77,4	77,1	76,7	76,4	76,0	75,6	75,3	74,9	74,6	74,2	73,9	73,6	73,2
50	78,7	78,4	78,0	77,7	77,3	77,0	76,6	76,3	75,9	75,6	75,2	74,9	74,5	74,2	73,9	73,5
51	79,0	78,6	78,3	77,9	77,6	77,2	76,9	76,6	76,2	75,9	75,5	75,2	74,9	74,5	74,2	73,9
52	79,2	78,9	78,5	78,2	77,8	77,5	77,2	76,8	76,5	76,2	75,8	75,5	75,2	74,8	74,5	74,2
53	79,4	79,1	78,8	78,4	78,1	77,8	77,4	77,1	76,8	76,5	76,1	75,8	75,5	75,2	74,8	74,5
54	79,7	79,3	79,0	78,7	78,4	78,1	77,7	77,4	77,1	76,8	76,5	76,1	75,8	75,5	75,2	74,9
55	79,9	79,6	79,3	79,0	78,6	78,3	78,0	77,7	77,4	77,1	76,8	76,5	76,1	75,8	75,5	75,2
56	80,2	79,9	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	78,0	77,7	77,4	77,1	76,8	76,5	76,2	75,9	75,6
57	80,4	80,1	79,8	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	78,0	77,7	77,4	77,1	76,8	76,5	76,2	75,9
58	80,7	80,4	80,1	79,8	79,5	79,2	78,9	78,6	78,3	78,0	77,7	77,5	77,2	76,9	76,6	76,3
59	80,9	80,6	80,4	80,1	79,8	79,5	79,2	78,9	78,6	78,4	78,1	77,8	77,5	77,2	77,0	76,7
60	81,2	80,9	80,6	80,4	80,1	79,8	79,5	79,2	79,0	78,7	78,4	78,1	77,9	77,6	77,3	77,0
	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1
0	65,3	64,8	64,4	63,9	63,4	63,0	62,5	62,1	61,6	61,2	60,8	60,3	59,9	59,5	59,0	58,6
2	65,3	64,8	64,4	63,9	63,4	63,0	62,5	62,1	61,6	61,2	60,8	60,3	59,9	59,5	59,1	58,6
4	65,4	64,9	64,4	64,0	63,5	63,0	62,6	62,1	61,7	61,2	60,8	60,4	59,9	59,5	59,1	58,7
6	65,4	64,9	64,5	64,0	63,6	63,1	62,7	62,2	61,8	61,3	60,9	60,5	60,0	59,6	59,2	58,8
8	65,5	65,0	64,6	64,1	63,7	63,2	62,8	62,3	61,9	61,4	61,0	60,6	60,1	59,7	59,3	58,9
10	65,6	65,2	64,7	64,2	63,8	63,3	62,9	62,4	62,0	61,6	61,1	60,7	60,3	59,8	59,4	59,0
11	65,7	65,2	64,8	64,3	63,9	63,4	63,0	62,5	62,1	61,6	61,2	60,8	60,3	59,9	59,5	59,1
12	65,8	65,3	64,8	64,4	63,9	63,5	63,0	62,6	62,2	61,7	61,3	60,9	60,4	60,0	59,6	59,2
13	65,9	65,4	64,9	64,5	64,0	63,6	63,1	62,7	62,2	61,8	61,4	61,0	60,5	60,1	59,7	59,3
14	65,9	65,5	65,0	64,6	64,1	63,7	63,2	62,8	62,3	61,9	61,5	61,1	60,6	60,2	59,8	59,4
15	66,0	65,6	65,1	64,7	64,2	63,8	63,3	62,9	62,5	62,0	61,6	61,2	60,7	60,3	59,9	59,5
16	66,1	65,7	65,2	64,8	64,3	63,9	63,4	63,0	62,6	62,1	61,7	61,3	60,9	60,4	60,0	59,6
17	66,3	65,8	65,3	64,9	64,4	64,0	63,6	63,1	62,7	62,3	61,8	61,4	61,0	60,6	60,2	59,7
18	66,4	65,9	65,5	65,0	64,6	64,1	63,7	63,2	62,8	62,4	62,0	61,5	61,1	60,7	60,3	59,9
19	66,5	66,0	65,6	65,1	64,7	64,3	63,8	63,4	63,0	62,5	62,1	61,7	61,3	60,8	60,4	60,0
20	66,6	66,2	65,7	65,3	64,8	64,4	64,0	63,5	63,1	62,7	62,2	61,8	61,4	61,0	60,6	60,2
21	66,8	66,3	65,9	65,4	65,0	64,5	64,1	63,7	63,2	62,8	62,4	62,0	61,6	61,2	60,7	60,3
22	66,9	66,5	66,0	65,6	65,1	64,7	64,3	63,8	63,4	63,0	62,6	62,1	61,7	61,3	60,9	60,5
23	67,1	66,6	66,2	65,7	65,3	64,9	64,4	64,0	63,6	63,1	62,7	62,3	61,9	61,5	61,1	60,7
24	67,2	66,8	66,3	65,9	65,5	65,0	64,6	64,2	63,7	63,3	62,9	62,5	62,1	61,7	61,3	60,9
25	67,4	66,9	66,5	66,1	65,6	65,2	64,8	64,3	63,9	63,5	63,1	62,7	62,3	61,9	61,5	61,1
26	67,5	67,1	66,7	66,2	65,8	65,4	64,9	64,5	64,1	63,7	63,3	62,9	62,5	62,1	61,7	61,3
27	67,7	67,3	66,8	66,4	66,0	65,6	65,1	64,7	64,3	63,9	63,5	63,1	62,7	62,3	61,9	61,5
28	67,9	67,5	67,0	66,6	66,2	65,8	65,3	64,9	64,5	64,1	63,7	63,3	62,9	62,5	62,1	61,7
29	68,1	67,7	67,2	66,8	66,4	66,0	65,5	65,1	64,7	64,3	63,9	63,5	63,1	62,7	62,3	61,9
30	68,3	67,9	67,4	67,0	66,6	66,2	65,8	65,3	64,9	64,5	64,1	63,7	63,3	62,9	62,5	62,2
31	68,5	68,1	67,6	67,2	66,8	66,4	66,0	65,6	65,2	64,8	64,4	64,0	63,6	63,2	62,8	62,4
32	68,7	68,3	67,9	67,4	67,0	66,6	66,2	65,8	65,4	65,0	64,6	64,2	63,8	63,4	63,0	62,6
33	68,9	68,5	68,1	67,7	67,2	66,8	66,4	66,0	65,6	65,2	64,8	64,5	64,1	63,7	63,3	62,9
34	69,1	68,7	68,3	67,9	67,5	67,1	66,7	66,3	65,9	65,5	65,1	64,7	64,3	63,9	63,6	63,2
35	69,4	68,9	68,5	68,1	67,7	67,3	66,9	66,5	66,1	65,7	65,4	65,0	64,6	64,2	63,8	63,4
36	69,6	69,2	68,8	68,4	68,0	67,6	67,2	66,8	66,4	66,0	65,6	65,2	64,9	64,5	64,1	63,7
37	69,8	69,4	69,0	68,6	68,2	67,8	67,4	67,1	66,7	66,3	65,9	65,5	65,1	64,8	64,4	64,0
38	70,1	69,7	69,3	68,9	68,5	68,1	67,7	67,3	66,9	66,6	66,2	65,8	65,4	65,1	64,7	64,3
39	70,3	69,9	69,5	69,2	68,8	68,4	68,0	67,6	67,2	66,9	66,5	66,1	65,7	65,4	65,0	64,6
40	70,6	70,2	69,8	69,4	69,0	68,7	68,3	67,9	67,5	67,2	66,8	66,4	66,0	65,7	65,3	65,0
41	70,9	70,5	70,1	69,7	69,3	68,9	68,6	68,2	67,8	67,5	67,1	66,7	66,4	66,0	65,6	65,3
42	71,1	70,7	70,4	70,0	69,6	69,2	68,9	68,5	68,1	67,8	67,4	67,0	66,7	66,3	66,0	65,6
43	71,4	71,0	70,7	70,3	69,9	69,5	69,2	68,8	68,4	68,1	67,7	67,4	67,0	66,7	66,3	66,0
44	71,7	71,3	71,0	70,6	70,2	69,9	69,5	69,1	68,8	68,4	68,1	67,7	67,4	67,0	66,7	66,3
45	72,0	71,6	71,3	70,9	70,5	70,2	69,8	69,5	69,1	68,7	68,4	68,0	67,7	67,4	67,0	66,7
46	72,3	71,9	71,6	71,2	70,8	70,5	70,1	69,8	69,4	69,1	68,7	68,4	68,1	67,7	67,4	67,0
47	72,6	72,2	71,9	71,5	71,2	70,8	70,5	70,1	69,8	69,4	69,1	68,8	68,4	68,1	67,7	67,4
48	72,9	72,5	72,2	71,8	71,5	71,2	70,8	70,5	70,1	69,8	69,5	69,1	68,8	68,5	68,1	67,8
49	73,2	72,9	72,5	72,2	71,8	71,5	71,2	70,8	70,5	70,2	69,8	69,5	69,2	68,8	68,5	68,2
50	73,5	73,2	72,9	72,5	72,2	71,8	71,5	71,2	70,9	70,5	70,2	69,9	69,6	69,2	68,9	68,6
51	73,9	73,5	73,2	72,9	72,5	72,2	71,9	71,6	71,2	70,9	70,6	70,3	69,9	69,6	69,3	69,0
52	74,2	73,9	73,5	73,2	72,9	72,6	72,2	71,9	71,6	71,3	71,0	70,7	70,3	70,0	69,7	69,4
53	74,5	74,2	73,9	73,6	73,3	72,9	72,6	72,3	72,0	71,7	71,4	71,1	70,8	70,5	70,1	69,8
54	74,9	74,6	74,2	73,9	73,6	73,3	73,0	72,7	72,4	72,1	71,8	71,5	71,2	70,9	70,6	70,3
55	75,2	74,9	74,6	74,3	74,0	73,7	73,4	73,1	72,8	72,5	72,2	71,9	71,6	71,3	71,0	70,7
56	75,6	75,3	75,0	74,7	74,4	74,1	73,8	73,5	73,2	72,9	72,6	72,3	72,0	71,7	71,5	71,2
57	75,9	75,6	75,3	75,1	74,8	74,5	74,2	73,9	73,6	73,3	73,0	72,8	72,5	72,2	71,9	71,6
58	76,3	76,0	75,7	75,4	75,2	74,9	74,6	74,3	74,0	73,8	73,5	73,2	72,9	72,6	72,4	72,1
59	76,7	76,4	76,1	75,8	75,6	75,3	75,0	74,7	74,5	74,2	73,9	73,6	73,4	73,1	72,8	72,6
60	77,0	76,8	76,5	76,2	76,0	75,7	75,4	75,2	74,9	74,6	74,4	74,1	73,8	73,6	73,3	73,0
	4,6	4,7	4,8	4,9	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8	5,9	6,0	6,1

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6
0	58,6	58,2	57,8	57,4	57,0	56,6	56,2	55,8	55,4	55,0	54,6	54,2	53,9	53,5	53,1	52,8
2	58,6	58,2	57,8	57,4	57,0	56,6	56,2	55,8	55,4	55,0	54,6	54,3	53,9	53,5	53,1	52,8
4	58,7	58,3	57,9	57,4	57,0	56,6	56,2	55,8	55,5	55,1	54,7	54,3	53,9	53,6	53,2	52,8
6	58,8	58,3	57,9	57,5	57,1	56,7	56,3	55,9	55,5	55,2	54,8	54,4	54,0	53,6	53,3	52,9
8	58,9	58,5	58,0	57,6	57,2	56,8	56,4	56,0	55,7	55,3	54,9	54,5	54,1	53,8	53,4	53,0
10	59,0	58,6	58,2	57,8	57,4	57,0	56,6	56,2	55,8	55,4	55,0	54,7	54,3	53,9	53,6	53,2
11	59,1	58,7	58,3	57,9	57,5	57,1	56,7	56,3	55,9	55,5	55,1	54,7	54,4	54,0	53,6	53,3
12	59,2	58,8	58,4	58,0	57,6	57,2	56,8	56,4	56,0	55,6	55,2	54,8	54,5	54,1	53,7	53,4
13	59,3	58,9	58,5	58,1	57,7	57,3	56,9	56,5	56,1	55,7	55,3	54,9	54,6	54,2	53,8	53,5
14	59,4	59,0	58,6	58,2	57,8	57,4	57,0	56,6	56,2	55,8	55,4	55,1	54,7	54,3	54,0	53,6
15	59,5	59,1	58,7	58,3	57,9	57,5	57,1	56,7	56,3	55,9	55,6	55,2	54,8	54,4	54,1	53,7
16	59,6	59,2	58,8	58,4	58,0	57,6	57,2	56,8	56,4	56,1	55,7	55,3	54,9	54,6	54,2	53,8
17	59,7	59,3	58,9	58,5	58,1	57,7	57,4	57,0	56,6	56,2	55,8	55,5	55,1	54,7	54,4	54,0
18	59,9	59,5	59,1	58,7	58,3	57,9	57,5	57,1	56,7	56,3	56,0	55,6	55,2	54,9	54,5	54,1
19	60,0	59,6	59,2	58,8	58,4	58,0	57,6	57,3	56,9	56,5	56,1	55,8	55,4	55,0	54,7	54,3
20	60,2	59,8	59,4	59,0	58,6	58,2	57,8	57,4	57,0	56,7	56,3	55,9	55,6	55,2	54,8	54,5
21	60,3	59,9	59,5	59,1	58,7	58,4	58,0	57,6	57,2	56,8	56,5	56,1	55,7	55,4	55,0	54,6
22	60,5	60,1	59,7	59,3	58,9	58,5	58,2	57,8	57,4	57,0	56,6	56,3	55,9	55,5	55,2	54,8
23	60,7	60,3	59,9	59,5	59,1	58,7	58,3	58,0	57,6	57,2	56,8	56,5	56,1	55,7	55,4	55,0
24	60,9	60,5	60,1	59,7	59,3	58,9	58,5	58,2	57,8	57,4	57,0	56,7	56,3	55,9	55,6	55,2
25	61,1	60,7	60,3	59,9	59,5	59,1	58,7	58,4	58,0	57,6	57,2	56,9	56,5	56,2	55,8	55,4
26	61,3	60,9	60,5	60,1	59,7	59,3	58,9	58,6	58,2	57,8	57,5	57,1	56,7	56,4	56,0	55,7
27	61,5	61,1	60,7	60,3	59,9	59,5	59,2	58,8	58,4	58,0	57,7	57,3	57,0	56,6	56,2	55,9
28	61,7	61,3	60,9	60,5	60,1	59,8	59,4	59,0	58,6	58,3	57,9	57,6	57,2	56,8	56,5	56,1
29	61,9	61,5	61,1	60,8	60,4	60,0	59,6	59,3	58,9	58,5	58,2	57,8	57,4	57,1	56,7	56,4
30	62,2	61,8	61,4	61,0	60,6	60,2	59,9	59,5	59,1	58,8	58,4	58,1	57,7	57,3	57,0	56,6
31	62,4	62,0	61,6	61,3	60,9	60,5	60,1	59,8	59,4	59,0	58,7	58,3	58,0	57,6	57,3	56,9
32	62,6	62,3	61,9	61,5	61,1	60,8	60,4	60,0	59,7	59,3	58,9	58,6	58,2	57,9	57,5	57,2
33	62,9	62,5	62,1	61,8	61,4	61,0	60,7	60,3	59,9	59,6	59,2	58,9	58,5	58,2	57,8	57,5
34	63,2	62,8	62,4	62,1	61,7	61,3	60,9	60,6	60,2	59,9	59,5	59,2	58,8	58,5	58,1	57,8
35	63,4	63,1	62,7	62,3	62,0	61,6	61,2	60,9	60,5	60,2	59,8	59,5	59,1	58,8	58,4	58,1
36	63,7	63,4	63,0	62,6	62,3	61,9	61,5	61,2	60,8	60,5	60,1	59,8	59,4	59,1	58,8	58,4
37	64,0	63,7	63,3	62,9	62,6	62,2	61,8	61,5	61,1	60,8	60,4	60,1	59,8	59,4	59,1	58,7
38	64,3	64,0	63,6	63,2	62,9	62,5	62,2	61,8	61,5	61,1	60,8	60,4	60,1	59,8	59,4	59,1
39	64,6	64,3	63,9	63,6	63,2	62,8	62,5	62,1	61,8	61,5	61,1	60,8	60,4	60,1	59,8	59,4
40	65,0	64,6	64,2	63,9	63,5	63,2	62,8	62,5	62,1	61,8	61,5	61,1	60,8	60,5	60,1	59,8
41	65,3	64,9	64,6	64,2	63,9	63,5	63,2	62,8	62,5	62,2	61,8	61,5	61,1	60,8	60,5	60,2
42	65,6	65,3	64,9	64,6	64,2	63,9	63,5	63,2	62,9	62,5	62,2	61,9	61,5	61,2	60,9	60,5
43	66,0	65,6	65,3	64,9	64,6	64,2	63,9	63,6	63,2	62,9	62,6	62,2	61,9	61,6	61,3	60,9
44	66,3	66,0	65,6	65,3	64,9	64,6	64,3	63,9	63,6	63,3	62,9	62,6	62,3	62,0	61,7	61,3
45	66,7	66,3	66,0	65,7	65,3	65,0	64,7	64,3	64,0	63,7	63,3	63,0	62,7	62,4	62,1	61,7
46	67,0	66,7	66,4	66,0	65,7	65,4	65,0	64,7	64,4	64,1	63,7	63,4	63,1	62,8	62,5	62,2
47	67,4	67,1	66,7	66,4	66,1	65,8	65,4	65,1	64,8	64,5	64,2	63,8	63,5	63,2	62,9	62,6
48	67,8	67,5	67,1	66,8	66,5	66,2	65,9	65,5	65,2	64,9	64,6	64,3	64,0	63,7	63,4	63,0
49	68,2	67,9	67,5	67,2	66,9	66,6	66,3	66,0	65,6	65,3	65,0	64,7	64,4	64,1	63,8	63,5
50	68,6	68,3	68,0	67,6	67,3	67,0	66,7	66,4	66,1	65,8	65,5	65,2	64,9	64,6	64,3	64,0
51	69,0	68,7	68,4	68,1	67,8	67,4	67,1	66,8	66,5	66,2	65,9	65,6	65,3	65,0	64,7	64,4
52	69,4	69,1	68,8	68,5	68,2	67,9	67,6	67,3	67,0	66,7	66,4	66,1	65,8	65,5	65,2	64,9
53	69,8	69,5	69,2	68,9	68,6	68,3	68,0	67,7	67,4	67,2	66,9	66,6	66,3	66,0	65,7	65,4
54	70,3	70,0	69,7	69,4	69,1	68,8	68,5	68,2	67,9	67,6	67,3	67,1	66,8	66,5	66,2	65,9
55	70,7	70,4	70,1	69,8	69,6	69,3	69,0	68,7	68,4	68,1	67,8	67,6	67,3	67,0	66,7	66,4
56	71,2	70,9	70,6	70,3	70,0	69,7	69,5	69,2	68,9	68,6	68,3	68,1	67,8	67,5	67,2	67,0
57	71,6	71,3	71,1	70,8	70,5	70,2	70,0	69,7	69,4	69,1	68,9	68,6	68,3	68,0	67,8	67,5
58	72,1	71,8	71,5	71,3	71,0	70,7	70,5	70,2	69,9	69,6	69,4	69,1	68,9	68,6	68,3	68,1
59	72,6	72,3	72,0	71,8	71,5	71,2	71,0	70,7	70,4	70,2	69,9	69,7	69,4	69,1	68,9	68,6
60	73,0	72,8	72,5	72,3	72,0	71,7	71,5	71,2	71,0	70,7	70,5	70,2	69,9	69,7	69,4	69,2
	6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7	6,8	6,9	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1
0	52,8	52,4	52,0	51,7	51,3	51,0	50,6	50,3	50,0	49,6	49,3	49,0	48,7	48,3	48,0	47,7
2	52,8	52,4	52,1	51,7	51,4	51,0	50,7	50,3	50,0	49,7	49,3	49,0	48,7	48,3	48,0	47,7
4	52,8	52,5	52,1	51,8	51,4	51,1	50,7	50,4	50,0	49,7	49,4	49,0	48,7	48,4	48,1	47,8
6	52,9	52,6	52,2	51,8	51,5	51,1	50,8	50,5	50,1	49,8	49,5	49,1	48,8	48,5	48,2	47,9
8	53,0	52,7	52,3	52,0	51,6	51,3	50,9	50,6	50,2	49,9	49,6	49,3	48,9	48,6	48,3	48,0
10	53,2	52,8	52,5	52,1	51,8	51,4	51,1	50,7	50,4	50,1	49,7	49,4	49,1	48,8	48,4	48,1
11	53,3	52,9	52,6	52,2	51,9	51,5	51,2	50,8	50,5	50,2	49,8	49,5	49,2	48,9	48,5	48,2
12	53,4	53,0	52,7	52,3	52,0	51,6	51,3	50,9	50,6	50,3	49,9	49,6	49,3	49,0	48,6	48,3
13	53,5	53,1	52,8	52,4	52,1	51,7	51,4	51,0	50,7	50,4	50,0	49,7	49,4	49,1	48,8	48,4
14	53,6	53,2	52,9	52,5	52,2	51,8	51,5	51,2	50,8	50,5	50,2	49,8	49,5	49,2	48,9	48,6
15	53,7	53,4	53,0	52,7	52,3	52,0	51,6	51,3	50,9	50,6	50,3	50,0	49,6	49,3	49,0	48,7
16	53,8	53,5	53,1	52,8	52,4	52,1	51,8	51,4	51,1	50,7	50,4	50,1	49,8	49,5	49,1	48,8
17	54,0	53,6	53,3	52,9	52,6	52,2	51,9	51,6	51,2	50,9	50,6	50,2	49,9	49,6	49,3	49,0
18	54,1	53,8	53,4	53,1	52,7	52,4	52,1	51,7	51,4	51,0	50,7	50,4	50,1	49,8	49,4	49,1
19	54,3	53,9	53,6	53,2	52,9	52,6	52,2	51,9	51,5	51,2	50,9	50,6	50,2	49,9	49,6	49,3
20	54,5	54,1	53,8	53,4	53,1	52,7	52,4	52,0	51,7	51,4	51,1	50,7	50,4	50,1	49,8	49,5
21	54,6	54,3	53,9	53,6	53,2	52,9	52,6	52,2	51,9	51,6	51,2	50,9	50,6	50,3	50,0	49,7
22	54,8	54,5	54,1	53,8	53,4	53,1	52,8	52,4	52,1	51,8	51,4	51,1	50,8	50,5	50,2	49,8
23	55,0	54,7	54,3	54,0	53,6	53,3	53,0	52,6	52,3	52,0	51,6	51,3	51,0	50,7	50,4	50,0
24	55,2	54,9	54,5	54,2	53,8	53,5	53,2	52,8	52,5	52,2	51,8	51,5	51,2	50,9	50,6	50,3
25	55,4	55,1	54,7	54,4	54,1	53,7	53,4	53,0	52,7	52,4	52,1	51,7	51,4	51,1	50,8	50,5
26	55,7	55,3	55,0	54,6	54,3	53,9	53,6	53,3	52,9	52,6	52,3	52,0	51,7	51,3	51,0	50,7
27	55,9	55,5	55,2	54,9	54,5	54,2	53,8	53,5	53,2	52,9	52,5	52,2	51,9	51,6	51,3	51,0
28	56,1	55,8	55,4	55,1	54,8	54,4	54,1	53,8	53,4	53,1	52,8	52,5	52,2	51,8	51,5	51,2
29	56,4	56,0	55,7	55,4	55,0	54,7	54,4	54,0	53,7	53,4	53,1	52,7	52,4	52,1	51,8	51,5
30	56,6	56,3	56,0	55,6	55,3	55,0	54,6	54,3	54,0	53,6	53,3	53,0	52,7	52,4	52,1	51,8
31	56,9	56,6	56,2	55,9	55,6	55,2	54,9	54,6	54,2	53,9	53,6	53,3	53,0	52,7	52,4	52,0
32	57,2	56,9	56,5	56,2	55,8	55,5	55,2	54,9	54,5	54,2	53,9	53,6	53,3	53,0	52,6	52,3
33	57,5	57,1	56,8	56,5	56,1	55,8	55,5	55,2	54,8	54,5	54,2	53,9	53,6	53,3	53,0	52,6
34	57,8	57,4	57,1	56,8	56,4	56,1	55,8	55,5	55,1	54,8	54,5	54,2	53,9	53,6	53,3	53,0
35	58,1	57,8	57,4	57,1	56,8	56,4	56,1	55,8	55,5	55,2	54,8	54,5	54,2	53,9	53,6	53,3
36	58,4	58,1	57,7	57,4	57,1	56,8	56,4	56,1	55,8	55,5	55,2	54,9	54,6	54,2	53,9	53,6
37	58,7	58,4	58,1	57,8	57,4	57,1	56,8	56,5	56,1	55,8	55,5	55,2	54,9	54,6	54,3	54,0
38	59,1	58,8	58,4	58,1	57,8	57,5	57,1	56,8	56,5	56,2	55,9	55,6	55,3	55,0	54,7	54,4
39	59,4	59,1	58,8	58,5	58,1	57,8	57,5	57,2	56,9	56,6	56,2	55,9	55,6	55,3	55,0	54,7
40	59,8	59,5	59,1	58,8	58,5	58,2	57,9	57,6	57,2	56,9	56,6	56,3	56,0	55,7	55,4	55,1
41	60,2	59,8	59,5	59,2	58,9	58,6	58,2	57,9	57,6	57,3	57,0	56,7	56,4	56,1	55,8	55,5
42	60,5	60,2	59,9	59,6	59,3	59,0	58,6	58,3	58,0	57,7	57,4	57,1	56,8	56,5	56,2	55,9
43	60,9	60,6	60,3	60,0	59,7	59,4	59,0	58,7	58,4	58,1	57,8	57,5	57,2	56,9	56,6	56,4
44	61,3	61,0	60,7	60,4	60,1	59,8	59,5	59,2	58,9	58,6	58,3	58,0	57,7	57,4	57,1	56,8
45	61,7	61,4	61,1	60,8	60,5	60,2	59,9	59,6	59,3	59,0	58,7	58,4	58,1	57,8	57,5	57,2
46	62,2	61,9	61,5	61,2	60,9	60,6	60,3	60,0	59,7	59,4	59,1	58,9	58,6	58,3	58,0	57,7
47	62,6	62,3	62,0	61,7	61,4	61,1	60,8	60,5	60,2	59,9	59,6	59,3	59,0	58,7	58,5	58,2
48	63,0	62,7	62,4	62,1	61,8	61,5	61,2	61,0	60,7	60,4	60,1	59,8	59,5	59,2	58,9	58,7
49	63,5	63,2	62,9	62,6	62,3	62,0	61,7	61,4	61,1	60,9	60,6	60,3	60,0	59,7	59,4	59,2
50	64,0	63,7	63,4	63,1	62,8	62,5	62,2	61,9	61,6	61,3	61,1	60,8	60,5	60,2	60,0	59,7
51	64,4	64,1	63,9	63,6	63,3	63,0	62,7	62,4	62,1	61,9	61,6	61,3	61,0	60,7	60,5	60,2
52	64,9	64,6	64,3	64,1	63,8	63,5	63,2	62,9	62,7	62,4	62,1	61,8	61,6	61,3	61,0	60,7
53	65,4	65,1	64,9	64,6	64,3	64,0	63,7	63,5	63,2	62,9	62,6	62,4	62,1	61,8	61,6	61,3
54	65,9	65,6	65,4	65,1	64,8	64,5	64,3	64,0	63,7	63,5	63,2	62,9	62,6	62,4	62,1	61,9
55	66,4	66,2	65,9	65,6	65,4	65,1	64,8	64,5	64,3	64,0	63,7	63,5	63,2	63,0	62,7	62,4
56	67,0	66,7	66,4	66,2	65,9	65,6	65,4	65,1	64,8	64,6	64,3	64,1	63,8	63,5	63,3	63,0
57	67,5	67,2	67,0	66,7	66,5	66,2	65,9	65,7	65,4	65,2	64,9	64,6	64,4	64,1	63,9	63,6
58	68,1	67,8	67,5	67,3	67,0	66,8	66,5	66,3	66,0	65,8	65,5	65,2	65,0	64,8	64,5	64,3
59	68,6	68,4	68,1	67,9	67,6	67,4	67,1	66,9	66,6	66,4	66,1	65,9	65,6	65,4	65,1	64,9
60	69,2	68,9	68,7	68,4	68,2	68,0	67,7	67,5	67,2	67,0	66,7	66,5	66,3	66,0	65,8	65,5
	7,6	7,7	7,8	7,9	8,0	8,1	8,2	8,3	8,4	8,5	8,6	8,7	8,8	8,9	9,0	9,1

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6
0	47,7	47,4	47,1	46,8	46,5	46,2	45,9	45,6	45,3	45,0	44,7	44,4	44,2	43,9	43,6	43,3
2	47,7	47,4	47,1	46,8	46,5	46,2	45,9	45,6	45,3	45,0	44,7	44,5	44,2	43,9	43,6	43,3
4	47,8	47,5	47,1	46,8	46,5	46,2	45,9	45,6	45,4	45,1	44,8	44,5	44,2	43,9	43,7	43,4
6	47,9	47,5	47,2	46,9	46,6	46,3	46,0	45,7	45,4	45,2	44,9	44,6	44,3	44,0	43,8	43,5
8	48,0	47,7	47,4	47,1	46,7	46,4	46,2	45,9	45,6	45,3	45,0	44,7	44,4	44,2	43,9	43,6
10	48,1	47,8	47,5	47,2	46,9	46,6	46,3	46,0	45,7	45,4	45,2	44,9	44,6	44,3	44,0	43,8
11	48,2	47,9	47,6	47,3	47,0	46,7	46,4	46,1	45,8	45,5	45,2	45,0	44,7	44,4	44,1	43,9
12	48,3	48,0	47,7	47,4	47,1	46,8	46,5	46,2	45,9	45,6	45,3	45,1	44,8	44,5	44,2	44,0
13	48,4	48,1	47,8	47,5	47,2	46,9	46,6	46,3	46,0	45,7	45,5	45,2	44,9	44,6	44,3	44,1
14	48,6	48,2	47,9	47,6	47,3	47,0	46,7	46,4	46,2	45,9	45,6	45,3	45,0	44,7	44,5	44,2
15	48,7	48,4	48,1	47,8	47,5	47,2	46,9	46,6	46,3	46,0	45,7	45,4	45,1	44,9	44,6	44,3
16	48,8	48,5	48,2	47,9	47,6	47,3	47,0	46,7	46,4	46,1	45,8	45,6	45,3	45,0	44,7	44,5
17	49,0	48,7	48,4	48,0	47,7	47,4	47,2	46,9	46,6	46,3	46,0	45,7	45,4	45,2	44,9	44,6
18	49,1	48,8	48,5	48,2	47,9	47,6	47,3	47,0	46,7	46,4	46,2	45,9	45,6	45,3	45,0	44,8
19	49,3	49,0	48,7	48,4	48,1	47,8	47,5	47,2	46,9	46,6	46,3	46,0	45,8	45,5	45,2	44,9
20	49,5	49,2	48,8	48,5	48,2	47,9	47,7	47,4	47,1	46,8	46,5	46,2	45,9	45,7	45,4	45,1
21	49,7	49,3	49,0	48,7	48,4	48,1	47,8	47,5	47,3	47,0	46,7	46,4	46,1	45,8	45,6	45,3
22	49,8	49,5	49,2	48,9	48,6	48,3	48,0	47,7	47,5	47,2	46,9	46,6	46,3	46,0	45,8	45,5
23	50,0	49,7	49,4	49,1	48,8	48,5	48,2	47,9	47,7	47,4	47,1	46,8	46,5	46,2	46,0	45,7
24	50,3	50,0	49,6	49,3	49,0	48,7	48,5	48,2	47,9	47,6	47,3	47,0	46,7	46,5	46,2	45,9
25	50,5	50,2	49,9	49,6	49,3	49,0	48,7	48,4	48,1	47,8	47,5	47,2	47,0	46,7	46,4	46,1
26	50,7	50,4	50,1	49,8	49,5	49,2	48,9	48,6	48,3	48,1	47,8	47,5	47,2	46,9	46,7	46,4
27	51,0	50,7	50,4	50,1	49,8	49,5	49,2	48,9	48,6	48,3	48,0	47,7	47,5	47,2	46,9	46,6
28	51,2	50,9	50,6	50,3	50,0	49,7	49,4	49,1	48,8	48,6	48,3	48,0	47,7	47,4	47,2	46,9
29	51,5	51,2	50,9	50,6	50,3	50,0	49,7	49,4	49,1	48,8	48,5	48,3	48,0	47,7	47,4	47,2
30	51,8	51,5	51,2	50,9	50,6	50,3	50,0	49,7	49,4	49,1	48,8	48,5	48,3	48,0	47,7	47,4
31	52,0	51,7	51,4	51,1	50,8	50,5	50,3	50,0	49,7	49,4	49,1	48,8	48,6	48,3	48,0	47,7
32	52,3	52,0	51,7	51,4	51,1	50,9	50,6	50,3	50,0	49,7	49,4	49,1	48,9	48,6	48,3	48,0
33	52,6	52,3	52,0	51,7	51,5	51,2	50,9	50,6	50,3	50,0	49,7	49,5	49,2	48,9	48,6	48,4
34	53,0	52,7	52,4	52,1	51,8	51,5	51,2	50,9	50,6	50,3	50,1	49,8	49,5	49,2	49,0	48,7
35	53,3	53,0	52,7	52,4	52,1	51,8	51,5	51,2	51,0	50,7	50,4	50,1	49,8	49,6	49,3	49,0
36	53,6	53,3	53,0	52,7	52,5	52,2	51,9	51,6	51,3	51,0	50,7	50,5	50,2	49,9	49,7	49,4
37	54,0	53,7	53,4	53,1	52,8	52,5	52,2	52,0	51,7	51,4	51,1	50,8	50,6	50,3	50,0	49,8
38	54,4	54,1	53,8	53,5	53,2	52,9	52,6	52,3	52,0	51,8	51,5	51,2	50,9	50,7	50,4	50,1
39	54,7	54,4	54,1	53,9	53,6	53,3	53,0	52,7	52,4	52,1	51,9	51,6	51,3	51,1	50,8	50,5
40	55,1	54,8	54,5	54,2	54,0	53,7	53,4	53,1	52,8	52,5	52,3	52,0	51,7	51,5	51,2	50,9
41	55,5	55,2	54,9	54,6	54,4	54,1	53,8	53,5	53,2	53,0	52,7	52,4	52,1	51,9	51,6	51,3
42	55,9	55,6	55,4	55,1	54,8	54,5	54,2	53,9	53,7	53,4	53,1	52,8	52,6	52,3	52,0	51,8
43	56,4	56,1	55,8	55,5	55,2	54,9	54,6	54,4	54,1	53,8	53,5	53,3	53,0	52,7	52,5	52,2
44	56,8	56,5	56,2	55,9	55,7	55,4	55,1	54,8	54,5	54,3	54,0	53,7	53,5	53,2	52,9	52,7
45	57,2	57,0	56,7	56,4	56,1	55,8	55,6	55,3	55,0	54,7	54,5	54,2	53,9	53,7	53,4	53,1
46	57,7	57,4	57,1	56,9	56,6	56,3	56,0	55,8	55,5	55,2	54,9	54,7	54,4	54,2	53,9	53,6
47	58,2	57,9	57,6	57,3	57,1	56,8	56,5	56,2	56,0	55,7	55,4	55,2	54,9	54,7	54,4	54,1
48	58,7	58,4	58,1	57,8	57,6	57,3	57,0	56,7	56,5	56,2	55,9	55,7	55,4	55,2	54,9	54,7
49	59,2	58,9	58,6	58,3	58,1	57,8	57,5	57,3	57,0	56,7	56,5	56,2	56,0	55,7	55,4	55,2
50	59,7	59,4	59,1	58,9	58,6	58,3	58,1	57,8	57,5	57,3	57,0	56,7	56,5	56,2	56,0	55,7
51	60,2	59,9	59,7	59,4	59,1	58,9	58,6	58,3	58,1	57,8	57,6	57,3	57,0	56,8	56,5	56,3
52	60,7	60,5	60,2	59,9	59,7	59,4	59,2	58,9	58,6	58,4	58,1	57,9	57,6	57,4	57,1	56,9
53	61,3	61,0	60,8	60,5	60,2	60,0	59,7	59,5	59,2	59,0	58,7	58,5	58,2	58,0	57,7	57,5
54	61,9	61,6	61,3	61,1	60,8	60,6	60,3	60,1	59,8	59,6	59,3	59,1	58,8	58,6	58,3	58,1
55	62,4	62,2	61,9	61,7	61,4	61,2	60,9	60,7	60,4	60,2	59,9	59,7	59,4	59,2	58,9	58,7
56	63,0	62,8	62,5	62,3	62,0	61,8	61,5	61,3	61,0	60,8	60,5	60,3	60,1	59,8	59,6	59,3
57	63,6	63,4	63,1	62,9	62,6	62,4	62,2	61,9	61,7	61,4	61,2	60,9	60,7	60,5	60,2	60,0
58	64,3	64,0	63,8	63,5	63,3	63,0	62,8	62,6	62,3	62,1	61,8	61,6	61,4	61,1	60,9	60,7
59	64,9	64,6	64,4	64,2	63,9	63,7	63,5	63,2	63,0	62,7	62,5	62,3	62,1	61,8	61,6	61,4
60	65,5	65,3	65,1	64,8	64,6	64,4	64,1	63,9	63,7	63,4	63,2	63,0	62,8	62,5	62,3	62,1
	9,1	9,2	9,3	9,4	9,5	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5	10,6

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,2
0	43,3	43,1	42,8	42,5	42,3	42,0	41,8	41,5	41,3	41,0	40,8	40,5	40,3	40,0	39,8	39,3
2	43,3	43,1	42,8	42,6	42,3	42,0	41,8	41,5	41,3	41,0	40,8	40,5	40,3	40,1	39,8	39,4
4	43,4	43,1	42,9	42,6	42,3	42,1	41,8	41,6	41,3	41,1	40,8	40,6	40,3	40,1	39,9	39,4
6	43,5	43,2	43,0	42,7	42,4	42,2	41,9	41,7	41,4	41,2	40,9	40,7	40,4	40,2	40,0	39,5
8	43,6	43,3	43,1	42,8	42,6	42,3	42,0	41,8	41,5	41,3	41,0	40,8	40,6	40,3	40,1	39,6
10	43,8	43,5	43,2	43,0	42,7	42,5	42,2	41,9	41,7	41,4	41,2	41,0	40,7	40,5	40,2	39,8
11	43,9	43,6	43,3	43,1	42,8	42,5	42,3	42,0	41,8	41,5	41,3	41,0	40,8	40,6	40,3	39,9
12	44,0	43,7	43,4	43,2	42,9	42,6	42,4	42,1	41,9	41,6	41,4	41,1	40,9	40,7	40,4	40,0
13	44,1	43,8	43,5	43,3	43,0	42,8	42,5	42,2	42,0	41,7	41,5	41,3	41,0	40,8	40,5	40,1
14	44,2	43,9	43,7	43,4	43,1	42,9	42,6	42,4	42,1	41,9	41,6	41,4	41,1	40,9	40,7	40,2
15	44,3	44,1	43,8	43,5	43,3	43,0	42,7	42,5	42,2	42,0	41,7	41,5	41,3	41,0	40,8	40,3
16	44,5	44,2	43,9	43,7	43,4	43,1	42,9	42,6	42,4	42,1	41,9	41,6	41,4	41,2	40,9	40,5
17	44,6	44,3	44,1	43,8	43,6	43,3	43,0	42,8	42,5	42,3	42,0	41,8	41,5	41,3	41,1	40,6
18	44,8	44,5	44,2	44,0	43,7	43,4	43,2	42,9	42,7	42,4	42,2	41,9	41,7	41,5	41,2	40,8
19	44,9	44,7	44,4	44,1	43,9	43,6	43,4	43,1	42,9	42,6	42,4	42,1	41,9	41,6	41,4	40,9
20	45,1	44,8	44,6	44,3	44,1	43,8	43,5	43,3	43,0	42,8	42,5	42,3	42,0	41,8	41,6	41,1
21	45,3	45,0	44,8	44,5	44,2	44,0	43,7	43,5	43,2	43,0	42,7	42,5	42,2	42,0	41,8	41,3
22	45,5	45,2	45,0	44,7	44,4	44,2	43,9	43,7	43,4	43,2	42,9	42,7	42,4	42,2	41,9	41,5
23	45,7	45,4	45,2	44,9	44,6	44,4	44,1	43,9	43,6	43,4	43,1	42,9	42,6	42,4	42,2	41,7
24	45,9	45,7	45,4	45,1	44,9	44,6	44,3	44,1	43,8	43,6	43,3	43,1	42,9	42,6	42,4	41,9
25	46,1	45,9	45,6	45,3	45,1	44,8	44,6	44,3	44,1	43,8	43,6	43,3	43,1	42,8	42,6	42,1
26	46,4	46,1	45,9	45,6	45,3	45,1	44,8	44,6	44,3	44,1	43,8	43,6	43,3	43,1	42,8	42,4
27	46,6	46,4	46,1	45,8	45,6	45,3	45,1	44,8	44,6	44,3	44,1	43,8	43,6	43,3	43,1	42,6
28	46,9	46,6	46,4	46,1	45,8	45,6	45,3	45,1	44,8	44,6	44,3	44,1	43,8	43,6	43,3	42,9
29	47,2	46,9	46,6	46,4	46,1	45,8	45,6	45,3	45,1	44,8	44,6	44,3	44,1	43,9	43,6	43,1
30	47,4	47,2	46,9	46,7	46,4	46,1	45,9	45,6	45,4	45,1	44,9	44,6	44,4	44,1	43,9	43,4
31	47,7	47,5	47,2	46,9	46,7	46,4	46,2	45,9	45,7	45,4	45,2	44,9	44,7	44,4	44,2	43,7
32	48,0	47,8	47,5	47,3	47,0	46,7	46,5	46,2	46,0	45,7	45,5	45,2	45,0	44,7	44,5	44,0
33	48,4	48,1	47,8	47,6	47,3	47,0	46,8	46,5	46,3	46,0	45,8	45,5	45,3	45,1	44,8	44,3
34	48,7	48,4	48,2	47,9	47,6	47,4	47,1	46,9	46,6	46,4	46,1	45,9	45,6	45,4	45,1	44,7
35	49,0	48,8	48,5	48,2	48,0	47,7	47,5	47,2	47,0	46,7	46,5	46,2	46,0	45,7	45,5	45,0
36	49,4	49,1	48,9	48,6	48,3	48,1	47,8	47,6	47,3	47,1	46,8	46,6	46,3	46,1	45,8	45,4
37	49,8	49,5	49,2	49,0	48,7	48,4	48,2	47,9	47,7	47,4	47,2	46,9	46,7	46,5	46,2	45,7
38	50,1	49,9	49,6	49,3	49,1	48,8	48,6	48,3	48,1	47,8	47,6	47,3	47,1	46,8	46,6	46,1
39	50,5	50,3	50,0	49,7	49,5	49,2	49,0	48,7	48,5	48,2	48,0	47,7	47,5	47,2	47,0	46,5
40	50,9	50,7	50,4	50,1	49,9	49,6	49,4	49,1	48,9	48,6	48,4	48,1	47,9	47,6	47,4	46,9
41	51,3	51,1	50,8	50,6	50,3	50,0	49,8	49,5	49,3	49,0	48,8	48,6	48,3	48,1	47,8	47,4
42	51,8	51,5	51,2	51,0	50,7	50,5	50,2	50,0	49,7	49,5	49,2	49,0	48,8	48,5	48,3	47,8
43	52,2	52,0	51,7	51,4	51,2	50,9	50,7	50,4	50,2	49,9	49,7	49,4	49,2	49,0	48,7	48,3
44	52,7	52,4	52,2	51,9	51,6	51,4	51,1	50,9	50,6	50,4	50,2	49,9	49,7	49,4	49,2	48,7
45	53,1	52,9	52,6	52,4	52,1	51,9	51,6	51,4	51,1	50,9	50,6	50,4	50,2	49,9	49,7	49,2
46	53,6	53,4	53,1	52,9	52,6	52,4	52,1	51,9	51,6	51,4	51,1	50,9	50,7	50,4	50,2	49,7
47	54,1	53,9	53,6	53,4	53,1	52,9	52,6	52,4	52,1	51,9	51,7	51,4	51,2	50,9	50,7	50,2
48	54,7	54,4	54,1	53,9	53,6	53,4	53,2	52,9	52,7	52,4	52,2	51,9	51,7	51,5	51,2	50,8
49	55,2	54,9	54,7	54,4	54,2	53,9	53,7	53,4	53,2	53,0	52,7	52,5	52,3	52,0	51,8	51,3
50	55,7	55,5	55,2	55,0	54,7	54,5	54,2	54,0	53,8	53,5	53,3	53,1	52,8	52,6	52,4	51,9
51	56,3	56,0	55,8	55,6	55,3	55,1	54,8	54,6	54,3	54,1	53,9	53,6	53,4	53,2	52,9	52,5
52	56,9	56,6	56,4	56,1	55,9	55,7	55,4	55,2	54,9	54,7	54,5	54,2	54,0	53,8	53,5	53,1
53	57,5	57,2	57,0	56,7	56,5	56,3	56,0	55,8	55,5	55,3	55,1	54,8	54,6	54,4	54,2	53,7
54	58,1	57,8	57,6	57,4	57,1	56,9	56,6	56,4	56,2	55,9	55,7	55,5	55,3	55,0	54,8	54,4
55	58,7	58,5	58,2	58,0	57,8	57,5	57,3	57,1	56,8	56,6	56,4	56,1	55,9	55,7	55,5	55,0
56	59,3	59,1	58,9	58,6	58,4	58,2	57,9	57,7	57,5	57,3	57,0	56,8	56,6	56,4	56,1	55,7
57	60,0	59,8	59,5	59,3	59,1	58,8	58,6	58,4	58,2	57,9	57,7	57,5	57,3	57,1	56,8	56,4
58	60,7	60,4	60,2	60,0	59,8	59,5	59,3	59,1	58,9	58,6	58,4	58,2	58,0	57,8	57,5	57,1
59	61,4	61,1	60,9	60,7	60,5	60,2	60,0	59,8	59,6	59,4	59,1	58,9	58,7	58,5	58,3	57,9
60	62,1	61,9	61,6	61,4	61,2	61,0	60,8	60,5	60,3	60,1	59,9	59,7	59,5	59,2	59,0	58,6
	10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1	11,2	11,3	11,4	11,5	11,6	11,7	11,8	11,9	12,0	12,2

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables AT-3

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	12,2	12,4	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	13,8	14,0	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2
0	39,3	38,9	38,4	38,0	37,6	37,1	36,7	36,3	35,9	35,5	35,2	34,8	34,4	34,0	33,7	33,3
2	39,4	38,9	38,5	38,0	37,6	37,2	36,7	36,3	35,9	35,6	35,2	34,8	34,4	34,1	33,7	33,4
4	39,4	39,0	38,5	38,1	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0	35,6	35,2	34,8	34,5	34,1	33,8	33,4
6	39,5	39,0	38,6	38,2	37,7	37,3	36,9	36,5	36,1	35,7	35,3	34,9	34,6	34,2	33,8	33,5
8	39,6	39,2	38,7	38,3	37,8	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,4	35,0	34,7	34,3	33,9	33,6
10	39,8	39,3	38,9	38,4	38,0	37,6	37,2	36,7	36,3	36,0	35,6	35,2	34,8	34,5	34,1	33,7
11	39,9	39,4	39,0	38,5	38,1	37,7	37,2	36,8	36,4	36,0	35,7	35,3	34,9	34,5	34,2	33,8
12	40,0	39,5	39,1	38,6	38,2	37,8	37,3	36,9	36,5	36,1	35,8	35,4	35,0	34,6	34,3	33,9
13	40,1	39,6	39,2	38,7	38,3	37,9	37,4	37,0	36,6	36,2	35,9	35,5	35,1	34,7	34,4	34,0
14	40,2	39,7	39,3	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0	35,6	35,2	34,9	34,5	34,1
15	40,3	39,9	39,4	39,0	38,5	38,1	37,7	37,3	36,9	36,5	36,1	35,7	35,3	35,0	34,6	34,3
16	40,5	40,0	39,5	39,1	38,7	38,2	37,8	37,4	37,0	36,6	36,2	35,8	35,5	35,1	34,7	34,4
17	40,6	40,1	39,7	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,4	36,0	35,6	35,2	34,9	34,5
18	40,8	40,3	39,8	39,4	39,0	38,5	38,1	37,7	37,3	36,9	36,5	36,1	35,8	35,4	35,0	34,7
19	40,9	40,5	40,0	39,6	39,1	38,7	38,3	37,9	37,5	37,1	36,7	36,3	35,9	35,5	35,2	34,8
20	41,1	40,6	40,2	39,7	39,3	38,9	38,5	38,0	37,6	37,2	36,8	36,5	36,1	35,7	35,4	35,0
21	41,3	40,8	40,4	39,9	39,5	39,1	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0	36,6	36,3	35,9	35,5	35,2
22	41,5	41,0	40,6	40,1	39,7	39,3	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,8	36,5	36,1	35,7	35,4
23	41,7	41,2	40,8	40,3	39,9	39,5	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,0	36,7	36,3	35,9	35,6
24	41,9	41,4	41,0	40,5	40,1	39,7	39,2	38,8	38,4	38,0	37,6	37,2	36,9	36,5	36,1	35,8
25	42,1	41,7	41,2	40,8	40,3	39,9	39,5	39,1	38,6	38,2	37,8	37,5	37,1	36,7	36,3	36,0
26	42,4	41,9	41,4	41,0	40,6	40,1	39,7	39,3	38,9	38,5	38,1	37,7	37,3	36,9	36,6	36,2
27	42,6	42,1	41,7	41,2	40,8	40,4	39,9	39,5	39,1	38,7	38,3	37,9	37,6	37,2	36,8	36,4
28	42,9	42,4	42,0	41,5	41,1	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,8	37,4	37,1	36,7
29	43,1	42,7	42,2	41,8	41,3	40,9	40,5	40,1	39,6	39,2	38,8	38,4	38,1	37,7	37,3	37,0
30	43,4	43,0	42,5	42,1	41,6	41,2	40,8	40,3	39,9	39,5	39,1	38,7	38,3	38,0	37,6	37,2
31	43,7	43,3	42,8	42,3	41,9	41,5	41,0	40,6	40,2	39,8	39,4	39,0	38,6	38,2	37,9	37,5
32	44,0	43,6	43,1	42,7	42,2	41,8	41,3	40,9	40,5	40,1	39,7	39,3	38,9	38,5	38,2	37,8
33	44,3	43,9	43,4	43,0	42,5	42,1	41,7	41,2	40,8	40,4	40,0	39,6	39,2	38,9	38,5	38,1
34	44,7	44,2	43,8	43,3	42,9	42,4	42,0	41,6	41,2	40,7	40,3	40,0	39,6	39,2	38,8	38,4
35	45,0	44,6	44,1	43,6	43,2	42,8	42,3	41,9	41,5	41,1	40,7	40,3	39,9	39,5	39,1	38,8
36	45,4	44,9	44,5	44,0	43,6	43,1	42,7	42,3	41,9	41,4	41,0	40,6	40,3	39,9	39,5	39,1
37	45,7	45,3	44,8	44,4	43,9	43,5	43,1	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2	39,9	39,5
38	46,1	45,7	45,2	44,8	44,3	43,9	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2	39,9
39	46,5	46,1	45,6	45,2	44,7	44,3	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,6	40,2
40	46,9	46,5	46,0	45,6	45,1	44,7	44,3	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,4	41,0	40,7
41	47,4	46,9	46,4	46,0	45,5	45,1	44,7	44,3	43,8	43,4	43,0	42,6	42,2	41,8	41,5	41,1
42	47,8	47,3	46,9	46,4	46,0	45,6	45,1	44,7	44,3	43,9	43,5	43,1	42,7	42,3	41,9	41,5
43	48,3	47,8	47,3	46,9	46,4	46,0	45,6	45,2	44,7	44,3	43,9	43,5	43,1	42,7	42,4	42,0
44	48,7	48,3	47,8	47,4	46,9	46,5	46,1	45,6	45,2	44,8	44,4	44,0	43,6	43,2	42,8	42,4
45	49,2	48,8	48,3	47,9	47,4	47,0	46,5	46,1	45,7	45,3	44,9	44,5	44,1	43,7	43,3	42,9
46	49,7	49,3	48,8	48,4	47,9	47,5	47,1	46,6	46,2	45,8	45,4	45,0	44,6	44,2	43,8	43,4
47	50,2	49,8	49,3	48,9	48,4	48,0	47,6	47,2	46,7	46,3	45,9	45,5	45,1	44,7	44,3	44,0
48	50,8	50,3	49,9	49,4	49,0	48,5	48,1	47,7	47,3	46,9	46,5	46,1	45,7	45,3	44,9	44,5
49	51,3	50,9	50,4	50,0	49,5	49,1	48,7	48,3	47,8	47,4	47,0	46,6	46,2	45,8	45,5	45,1
50	51,9	51,4	51,0	50,6	50,1	49,7	49,3	48,8	48,4	48,0	47,6	47,2	46,8	46,4	46,0	45,7
51	52,5	52,0	51,6	51,1	50,7	50,3	49,9	49,4	49,0	48,6	48,2	47,8	47,4	47,0	46,7	46,3
52	53,1	52,6	52,2	51,8	51,3	50,9	50,5	50,1	49,6	49,2	48,8	48,4	48,0	47,7	47,3	46,9
53	53,7	53,3	52,8	52,4	52,0	51,5	51,1	50,7	50,3	49,9	49,5	49,1	48,7	48,3	47,9	47,5
54	54,4	53,9	53,5	53,0	52,6	52,2	51,8	51,4	51,0	50,5	50,1	49,8	49,4	49,0	48,6	48,2
55	55,0	54,6	54,1	53,7	53,3	52,9	52,5	52,0	51,6	51,2	50,8	50,4	50,1	49,7	49,3	48,9
56	55,7	55,3	54,8	54,4	54,0	53,6	53,2	52,7	52,3	51,9	51,5	51,2	50,8	50,4	50,0	49,6
57	56,4	56,0	55,5	55,1	54,7	54,3	53,9	53,5	53,1	52,7	52,3	51,9	51,5	51,1	50,8	50,4
58	57,1	56,7	56,3	55,9	55,4	55,0	54,6	54,2	53,8	53,4	53,0	52,7	52,3	51,9	51,5	51,1
59	57,9	57,4	57,0	56,6	56,2	55,8	55,4	55,0	54,6	54,2	53,8	53,4	53,1	52,7	52,3	51,9
60	58,6	58,2	57,8	57,4	57,0	56,6	56,2	55,8	55,4	55,0	54,6	54,2	53,9	53,5	53,1	52,8
	12,2	12,4	12,6	12,8	13,0	13,2	13,4	13,6	13,8	14,0	14,2	14,4	14,6	14,8	15,0	15,2

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables AT-3

		somma algebrica di AT1 e AT2															
latit.	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	17,8	18,0	18,2	
0	33,3	33,0	32,7	32,3	32,0	31,7	31,4	31,1	30,8	30,5	30,2	29,9	29,6	29,3	29,1	28,8	
2	33,4	33,0	32,7	32,3	32,0	31,7	31,4	31,1	30,8	30,5	30,2	29,9	29,6	29,3	29,1	28,8	
4	33,4	33,1	32,7	32,4	32,1	31,7	31,4	31,1	30,8	30,5	30,2	29,9	29,7	29,4	29,1	28,8	
6	33,5	33,1	32,8	32,5	32,1	31,8	31,5	31,2	30,9	30,6	30,3	30,0	29,7	29,5	29,2	28,9	
8	33,6	33,3	32,9	32,6	32,3	31,9	31,6	31,3	31,0	30,7	30,4	30,1	29,8	29,6	29,3	29,0	
10	33,7	33,4	33,1	32,7	32,4	32,1	31,8	31,5	31,1	30,9	30,6	30,3	30,0	29,7	29,4	29,2	
11	33,8	33,5	33,1	32,8	32,5	32,2	31,8	31,5	31,2	30,9	30,6	30,3	30,1	29,8	29,5	29,2	
12	33,9	33,6	33,2	32,9	32,6	32,3	31,9	31,6	31,3	31,0	30,7	30,4	30,2	29,9	29,6	29,3	
13	34,0	33,7	33,3	33,0	32,7	32,4	32,0	31,7	31,4	31,1	30,8	30,5	30,2	30,0	29,7	29,4	
14	34,1	33,8	33,5	33,1	32,8	32,5	32,1	31,8	31,5	31,2	30,9	30,6	30,4	30,1	29,8	29,5	
15	34,3	33,9	33,6	33,2	32,9	32,6	32,3	32,0	31,6	31,3	31,0	30,8	30,5	30,2	29,9	29,6	
16	34,4	34,0	33,7	33,4	33,0	32,7	32,4	32,1	31,8	31,5	31,2	30,9	30,6	30,3	30,0	29,8	
17	34,5	34,2	33,8	33,5	33,2	32,8	32,5	32,2	31,9	31,6	31,3	31,0	30,7	30,4	30,2	29,9	
18	34,7	34,3	34,0	33,6	33,3	33,0	32,7	32,4	32,0	31,7	31,4	31,1	30,9	30,6	30,3	30,0	
19	34,8	34,5	34,1	33,8	33,5	33,1	32,8	32,5	32,2	31,9	31,6	31,3	31,0	30,7	30,4	30,2	
20	35,0	34,6	34,3	34,0	33,6	33,3	33,0	32,7	32,4	32,0	31,7	31,4	31,2	30,9	30,6	30,3	
21	35,2	34,8	34,5	34,1	33,8	33,5	33,2	32,8	32,5	32,2	31,9	31,6	31,3	31,0	30,8	30,5	
22	35,4	35,0	34,7	34,3	34,0	33,7	33,3	33,0	32,7	32,4	32,1	31,8	31,5	31,2	30,9	30,7	
23	35,6	35,2	34,9	34,5	34,2	33,8	33,5	33,2	32,9	32,6	32,3	32,0	31,7	31,4	31,1	30,8	
24	35,8	35,4	35,1	34,7	34,4	34,0	33,7	33,4	33,1	32,8	32,5	32,2	31,9	31,6	31,3	31,0	
25	36,0	35,6	35,3	34,9	34,6	34,3	33,9	33,6	33,3	33,0	32,7	32,4	32,1	31,8	31,5	31,2	
26	36,2	35,8	35,5	35,2	34,8	34,5	34,2	33,8	33,5	33,2	32,9	32,6	32,3	32,0	31,7	31,4	
27	36,4	36,1	35,7	35,4	35,0	34,7	34,4	34,1	33,7	33,4	33,1	32,8	32,5	32,2	31,9	31,7	
28	36,7	36,3	36,0	35,6	35,3	35,0	34,6	34,3	34,0	33,7	33,4	33,1	32,8	32,5	32,2	31,9	
29	37,0	36,6	36,2	35,9	35,5	35,2	34,9	34,6	34,2	33,9	33,6	33,3	33,0	32,7	32,4	32,1	
30	37,2	36,9	36,5	36,2	35,8	35,5	35,1	34,8	34,5	34,2	33,9	33,6	33,3	33,0	32,7	32,4	
31	37,5	37,1	36,8	36,4	36,1	35,8	35,4	35,1	34,8	34,5	34,1	33,8	33,5	33,2	32,9	32,7	
32	37,8	37,4	37,1	36,7	36,4	36,1	35,7	35,4	35,1	34,7	34,4	34,1	33,8	33,5	33,2	32,9	
33	38,1	37,7	37,4	37,0	36,7	36,4	36,0	35,7	35,4	35,0	34,7	34,4	34,1	33,8	33,5	33,2	
34	38,4	38,1	37,7	37,4	37,0	36,7	36,3	36,0	35,7	35,4	35,0	34,7	34,4	34,1	33,8	33,5	
35	38,8	38,4	38,0	37,7	37,3	37,0	36,7	36,3	36,0	35,7	35,4	35,1	34,7	34,4	34,1	33,9	
36	39,1	38,8	38,4	38,0	37,7	37,3	37,0	36,7	36,3	36,0	35,7	35,4	35,1	34,8	34,5	34,2	
37	39,5	39,1	38,8	38,4	38,0	37,7	37,4	37,0	36,7	36,4	36,1	35,7	35,4	35,1	34,8	34,5	
38	39,9	39,5	39,1	38,8	38,4	38,1	37,7	37,4	37,1	36,7	36,4	36,1	35,8	35,5	35,2	34,9	
39	40,2	39,9	39,5	39,2	38,8	38,5	38,1	37,8	37,4	37,1	36,8	36,5	36,2	35,9	35,6	35,3	
40	40,7	40,3	39,9	39,6	39,2	38,9	38,5	38,2	37,8	37,5	37,2	36,9	36,6	36,3	36,0	35,7	
41	41,1	40,7	40,3	40,0	39,6	39,3	38,9	38,6	38,3	37,9	37,6	37,3	37,0	36,7	36,4	36,1	
42	41,5	41,1	40,8	40,4	40,1	39,7	39,4	39,0	38,7	38,4	38,0	37,7	37,4	37,1	36,8	36,5	
43	42,0	41,6	41,2	40,9	40,5	40,2	39,8	39,5	39,1	38,8	38,5	38,2	37,8	37,5	37,2	36,9	
44	42,4	42,1	41,7	41,3	41,0	40,6	40,3	39,9	39,6	39,3	38,9	38,6	38,3	38,0	37,7	37,4	
45	42,9	42,6	42,2	41,8	41,5	41,1	40,8	40,4	40,1	39,8	39,4	39,1	38,8	38,5	38,2	37,8	
46	43,4	43,1	42,7	42,3	42,0	41,6	41,3	40,9	40,6	40,3	39,9	39,6	39,3	39,0	38,7	38,3	
47	44,0	43,6	43,2	42,9	42,5	42,1	41,8	41,5	41,1	40,8	40,4	40,1	39,8	39,5	39,2	38,9	
48	44,5	44,1	43,8	43,4	43,0	42,7	42,3	42,0	41,7	41,3	41,0	40,7	40,3	40,0	39,7	39,4	
49	45,1	44,7	44,3	44,0	43,6	43,3	42,9	42,6	42,2	41,9	41,5	41,2	40,9	40,6	40,3	39,9	
50	45,7	45,3	44,9	44,6	44,2	43,8	43,5	43,1	42,8	42,5	42,1	41,8	41,5	41,2	40,8	40,5	
51	46,3	45,9	45,5	45,2	44,8	44,4	44,1	43,7	43,4	43,1	42,7	42,4	42,1	41,8	41,4	41,1	
52	46,9	46,5	46,2	45,8	45,4	45,1	44,7	44,4	44,0	43,7	43,4	43,0	42,7	42,4	42,1	41,7	
53	47,5	47,2	46,8	46,4	46,1	45,7	45,4	45,0	44,7	44,3	44,0	43,7	43,4	43,0	42,7	42,4	
54	48,2	47,8	47,5	47,1	46,8	46,4	46,1	45,7	45,4	45,0	44,7	44,4	44,0	43,7	43,4	43,1	
55	48,9	48,5	48,2	47,8	47,5	47,1	46,8	46,4	46,1	45,7	45,4	45,1	44,7	44,4	44,1	43,8	
56	49,6	49,3	48,9	48,5	48,2	47,8	47,5	47,1	46,8	46,4	46,1	45,8	45,5	45,1	44,8	44,5	
57	50,4	50,0	49,6	49,3	48,9	48,6	48,2	47,9	47,5	47,2	46,9	46,5	46,2	45,9	45,6	45,3	
58	51,1	50,8	50,4	50,1	49,7	49,4	49,0	48,7	48,3	48,0	47,7	47,3	47,0	46,7	46,4	46,0	
59	51,9	51,6	51,2	50,9	50,5	50,2	49,8	49,5	49,1	48,8	48,5	48,1	47,8	47,5	47,2	46,9	
60	52,8	52,4	52,0	51,7	51,3	51,0	50,6	50,3	50,0	49,6	49,3	49,0	48,7	48,3	48,0	47,7	
	15,2	15,4	15,6	15,8	16,0	16,2	16,4	16,6	16,8	17,0	17,2	17,4	17,6	17,8	18,0	18,2	

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	18,2	18,4	18,6	18,8	19,0	19,2	19,4	19,6	19,8	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0
0	28,8	28,5	28,3	28,0	27,8	27,5	27,3	27,0	26,8	26,6	26,0	25,5	24,9	24,4	24,0	23,5
2	28,8	28,5	28,3	28,0	27,8	27,5	27,3	27,0	26,8	26,6	26,0	25,5	25,0	24,5	24,0	23,5
4	28,8	28,6	28,3	28,1	27,8	27,6	27,3	27,1	26,9	26,6	26,1	25,5	25,0	24,5	24,0	23,5
6	28,9	28,7	28,4	28,1	27,9	27,6	27,4	27,2	26,9	26,7	26,1	25,6	25,1	24,6	24,1	23,6
8	29,0	28,8	28,5	28,2	28,0	27,7	27,5	27,3	27,0	26,8	26,2	25,7	25,2	24,7	24,2	23,7
10	29,2	28,9	28,6	28,4	28,1	27,9	27,6	27,4	27,2	26,9	26,4	25,8	25,3	24,8	24,3	23,8
11	29,2	29,0	28,7	28,5	28,2	27,9	27,7	27,5	27,2	27,0	26,4	25,9	25,4	24,8	24,4	23,9
12	29,3	29,1	28,8	28,5	28,3	28,0	27,8	27,5	27,3	27,1	26,5	26,0	25,4	24,9	24,4	24,0
13	29,4	29,2	28,9	28,6	28,4	28,1	27,9	27,6	27,4	27,2	26,6	26,0	25,5	25,0	24,5	24,0
14	29,5	29,3	29,0	28,7	28,5	28,2	28,0	27,7	27,5	27,3	26,7	26,1	25,6	25,1	24,6	24,1
15	29,6	29,4	29,1	28,8	28,6	28,3	28,1	27,8	27,6	27,4	26,8	26,2	25,7	25,2	24,7	24,2
16	29,8	29,5	29,2	29,0	28,7	28,4	28,2	28,0	27,7	27,5	26,9	26,4	25,8	25,3	24,8	24,3
17	29,9	29,6	29,3	29,1	28,8	28,6	28,3	28,1	27,8	27,6	27,0	26,5	25,9	25,4	24,9	24,4
18	30,0	29,7	29,5	29,2	29,0	28,7	28,5	28,2	28,0	27,7	27,2	26,6	26,1	25,5	25,0	24,6
19	30,2	29,9	29,6	29,4	29,1	28,8	28,6	28,4	28,1	27,9	27,3	26,7	26,2	25,7	25,2	24,7
20	30,3	30,0	29,8	29,5	29,3	29,0	28,7	28,5	28,3	28,0	27,4	26,9	26,3	25,8	25,3	24,8
21	30,5	30,2	29,9	29,7	29,4	29,2	28,9	28,7	28,4	28,2	27,6	27,0	26,5	26,0	25,5	25,0
22	30,7	30,4	30,1	29,8	29,6	29,3	29,1	28,8	28,6	28,3	27,7	27,2	26,6	26,1	25,6	25,1
23	30,8	30,6	30,3	30,0	29,8	29,5	29,2	29,0	28,8	28,5	27,9	27,4	26,8	26,3	25,8	25,3
24	31,0	30,7	30,5	30,2	29,9	29,7	29,4	29,2	28,9	28,7	28,1	27,5	27,0	26,5	25,9	25,5
25	31,2	30,9	30,7	30,4	30,1	29,9	29,6	29,4	29,1	28,9	28,3	27,7	27,2	26,6	26,1	25,6
26	31,4	31,2	30,9	30,6	30,4	30,1	29,8	29,6	29,3	29,1	28,5	27,9	27,4	26,8	26,3	25,8
27	31,7	31,4	31,1	30,8	30,6	30,3	30,1	29,8	29,5	29,3	28,7	28,1	27,6	27,0	26,5	26,0
28	31,9	31,6	31,3	31,1	30,8	30,5	30,3	30,0	29,8	29,5	28,9	28,3	27,8	27,2	26,7	26,2
29	32,1	31,9	31,6	31,3	31,0	30,8	30,5	30,3	30,0	29,8	29,1	28,6	28,0	27,5	26,9	26,4
30	32,4	32,1	31,8	31,6	31,3	31,0	30,8	30,5	30,2	30,0	29,4	28,8	28,2	27,7	27,2	26,7
31	32,7	32,4	32,1	31,8	31,6	31,3	31,0	30,8	30,5	30,3	29,6	29,1	28,5	27,9	27,4	26,9
32	32,9	32,7	32,4	32,1	31,8	31,6	31,3	31,0	30,8	30,5	29,9	29,3	28,7	28,2	27,7	27,1
33	33,2	32,9	32,7	32,4	32,1	31,8	31,6	31,3	31,1	30,8	30,2	29,6	29,0	28,5	27,9	27,4
34	33,5	33,2	33,0	32,7	32,4	32,1	31,9	31,6	31,3	31,1	30,5	29,9	29,3	28,7	28,2	27,7
35	33,9	33,6	33,3	33,0	32,7	32,4	32,2	31,9	31,7	31,4	30,8	30,2	29,6	29,0	28,5	28,0
36	34,2	33,9	33,6	33,3	33,0	32,8	32,5	32,2	32,0	31,7	31,1	30,5	29,9	29,3	28,8	28,3
37	34,5	34,2	33,9	33,7	33,4	33,1	32,8	32,6	32,3	32,0	31,4	30,8	30,2	29,6	29,1	28,6
38	34,9	34,6	34,3	34,0	33,7	33,5	33,2	32,9	32,7	32,4	31,8	31,1	30,6	30,0	29,4	28,9
39	35,3	35,0	34,7	34,4	34,1	33,8	33,6	33,3	33,0	32,8	32,1	31,5	30,9	30,3	29,8	29,2
40	35,7	35,4	35,1	34,8	34,5	34,2	33,9	33,7	33,4	33,1	32,5	31,9	31,3	30,7	30,1	29,6
41	36,1	35,8	35,5	35,2	34,9	34,6	34,3	34,1	33,8	33,5	32,9	32,3	31,6	31,1	30,5	29,9
42	36,5	36,2	35,9	35,6	35,3	35,0	34,7	34,5	34,2	33,9	33,3	32,7	32,0	31,5	30,9	30,3
43	36,9	36,6	36,3	36,0	35,7	35,5	35,2	34,9	34,6	34,4	33,7	33,1	32,5	31,9	31,3	30,7
44	37,4	37,1	36,8	36,5	36,2	35,9	35,6	35,3	35,1	34,8	34,1	33,5	32,9	32,3	31,7	31,1
45	37,8	37,5	37,2	37,0	36,7	36,4	36,1	35,8	35,5	35,3	34,6	34,0	33,3	32,7	32,2	31,6
46	38,3	38,0	37,7	37,4	37,1	36,9	36,6	36,3	36,0	35,7	35,1	34,4	33,8	33,2	32,6	32,0
47	38,9	38,6	38,2	38,0	37,7	37,4	37,1	36,8	36,5	36,2	35,6	34,9	34,3	33,7	33,1	32,5
48	39,4	39,1	38,8	38,5	38,2	37,9	37,6	37,3	37,0	36,8	36,1	35,4	34,8	34,2	33,6	33,0
49	39,9	39,6	39,3	39,0	38,7	38,4	38,2	37,9	37,6	37,3	36,6	36,0	35,3	34,7	34,1	33,5
50	40,5	40,2	39,9	39,6	39,3	39,0	38,7	38,4	38,2	37,9	37,2	36,5	35,9	35,3	34,7	34,1
51	41,1	40,8	40,5	40,2	39,9	39,6	39,3	39,0	38,7	38,5	37,8	37,1	36,5	35,8	35,2	34,6
52	41,7	41,4	41,1	40,8	40,5	40,2	39,9	39,6	39,4	39,1	38,4	37,7	37,1	36,4	35,8	35,2
53	42,4	42,1	41,8	41,5	41,2	40,9	40,6	40,3	40,0	39,7	39,0	38,4	37,7	37,1	36,4	35,8
54	43,1	42,8	42,4	42,1	41,8	41,5	41,2	41,0	40,7	40,4	39,7	39,0	38,4	37,7	37,1	36,5
55	43,8	43,5	43,1	42,8	42,5	42,2	41,9	41,7	41,4	41,1	40,4	39,7	39,0	38,4	37,8	37,2
56	44,5	44,2	43,9	43,6	43,3	43,0	42,7	42,4	42,1	41,8	41,1	40,4	39,8	39,1	38,5	37,9
57	45,3	44,9	44,6	44,3	44,0	43,7	43,4	43,1	42,8	42,6	41,8	41,2	40,5	39,8	39,2	38,6
58	46,0	45,7	45,4	45,1	44,8	44,5	44,2	43,9	43,6	43,3	42,6	41,9	41,3	40,6	40,0	39,4
59	46,9	46,5	46,2	45,9	45,6	45,3	45,0	44,7	44,4	44,2	43,4	42,8	42,1	41,4	40,8	40,2
60	47,7	47,4	47,1	46,8	46,5	46,2	45,9	45,6	45,3	45,0	44,3	43,6	42,9	42,3	41,6	41,0
	18,2	18,4	18,6	18,8	19,0	19,2	19,4	19,6	19,8	20,0	20,5	21,0	21,5	22,0	22,5	23,0

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables AT-3

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	23,0	23,5	24,0	24,5	25,0	25,5	26,0	26,5	27,0	27,5	28	29	30	31	32	33
0	23,5	23,1	22,6	22,2	21,8	21,4	21,0	20,7	20,3	20,0	19,7	19,0	18,4	17,9	17,4	16,9
2	23,5	23,1	22,6	22,2	21,8	21,4	21,0	20,7	20,3	20,0	19,7	19,0	18,4	17,9	17,4	16,9
4	23,5	23,1	22,7	22,3	21,8	21,5	21,1	20,7	20,4	20,0	19,7	19,1	18,5	17,9	17,4	16,9
6	23,6	23,2	22,7	22,3	21,9	21,5	21,1	20,8	20,4	20,1	19,8	19,1	18,5	18,0	17,4	16,9
8	23,7	23,3	22,8	22,4	22,0	21,6	21,2	20,9	20,5	20,2	19,8	19,2	18,6	18,0	17,5	17,0
10	23,8	23,4	22,9	22,5	22,1	21,7	21,3	21,0	20,6	20,3	19,9	19,3	18,7	18,1	17,6	17,1
11	23,9	23,4	23,0	22,6	22,2	21,8	21,4	21,0	20,7	20,3	20,0	19,4	18,8	18,2	17,7	17,2
12	24,0	23,5	23,1	22,6	22,2	21,8	21,5	21,1	20,7	20,4	20,1	19,4	18,8	18,3	17,7	17,2
13	24,0	23,6	23,2	22,7	22,3	21,9	21,5	21,2	20,8	20,5	20,1	19,5	18,9	18,3	17,8	17,3
14	24,1	23,7	23,2	22,8	22,4	22,0	21,6	21,3	20,9	20,5	20,2	19,6	19,0	18,4	17,9	17,3
15	24,2	23,8	23,3	22,9	22,5	22,1	21,7	21,3	21,0	20,6	20,3	19,6	19,0	18,5	17,9	17,4
16	24,3	23,9	23,4	23,0	22,6	22,2	21,8	21,4	21,1	20,7	20,4	19,7	19,1	18,6	18,0	17,5
17	24,4	24,0	23,5	23,1	22,7	22,3	21,9	21,5	21,2	20,8	20,5	19,8	19,2	18,6	18,1	17,6
18	24,6	24,1	23,7	23,2	22,8	22,4	22,0	21,6	21,3	20,9	20,6	19,9	19,3	18,7	18,2	17,7
19	24,7	24,2	23,8	23,3	22,9	22,5	22,1	21,8	21,4	21,0	20,7	20,0	19,4	18,8	18,3	17,8
20	24,8	24,4	23,9	23,5	23,1	22,7	22,3	21,9	21,5	21,2	20,8	20,2	19,5	18,9	18,4	17,9
21	25,0	24,5	24,1	23,6	23,2	22,8	22,4	22,0	21,6	21,3	20,9	20,3	19,6	19,1	18,5	18,0
22	25,1	24,7	24,2	23,8	23,3	22,9	22,5	22,1	21,8	21,4	21,1	20,4	19,8	19,2	18,6	18,1
23	25,3	24,8	24,4	23,9	23,5	23,1	22,7	22,3	21,9	21,6	21,2	20,5	19,9	19,3	18,8	18,2
24	25,5	25,0	24,5	24,1	23,6	23,2	22,8	22,4	22,1	21,7	21,4	20,7	20,0	19,4	18,9	18,4
25	25,6	25,2	24,7	24,2	23,8	23,4	23,0	22,6	22,2	21,9	21,5	20,8	20,2	19,6	19,0	18,5
26	25,8	25,3	24,9	24,4	24,0	23,6	23,2	22,8	22,4	22,0	21,7	21,0	20,3	19,7	19,2	18,6
27	26,0	25,5	25,1	24,6	24,2	23,8	23,3	23,0	22,6	22,2	21,8	21,2	20,5	19,9	19,3	18,8
28	26,2	25,7	25,3	24,8	24,4	23,9	23,5	23,1	22,8	22,4	22,0	21,3	20,7	20,1	19,5	18,9
29	26,4	25,9	25,5	25,0	24,6	24,2	23,7	23,3	23,0	22,6	22,2	21,5	20,9	20,2	19,7	19,1
30	26,7	26,2	25,7	25,2	24,8	24,4	23,9	23,5	23,2	22,8	22,4	21,7	21,1	20,4	19,8	19,3
31	26,9	26,4	25,9	25,5	25,0	24,6	24,2	23,8	23,4	23,0	22,6	21,9	21,2	20,6	20,0	19,5
32	27,1	26,6	26,2	25,7	25,3	24,8	24,4	24,0	23,6	23,2	22,8	22,1	21,5	20,8	20,2	19,7
33	27,4	26,9	26,4	26,0	25,5	25,1	24,6	24,2	23,8	23,4	23,1	22,4	21,7	21,0	20,4	19,9
34	27,7	27,2	26,7	26,2	25,8	25,3	24,9	24,5	24,1	23,7	23,3	22,6	21,9	21,3	20,7	20,1
35	28,0	27,5	27,0	26,5	26,0	25,6	25,2	24,7	24,3	23,9	23,6	22,8	22,1	21,5	20,9	20,3
36	28,3	27,7	27,2	26,8	26,3	25,9	25,4	25,0	24,6	24,2	23,8	23,1	22,4	21,7	21,1	20,5
37	28,6	28,0	27,6	27,1	26,6	26,2	25,7	25,3	24,9	24,5	24,1	23,4	22,7	22,0	21,4	20,8
38	28,9	28,4	27,9	27,4	26,9	26,5	26,0	25,6	25,2	24,8	24,4	23,6	22,9	22,3	21,6	21,0
39	29,2	28,7	28,2	27,7	27,2	26,8	26,3	25,9	25,5	25,1	24,7	23,9	23,2	22,5	21,9	21,3
40	29,6	29,1	28,5	28,0	27,6	27,1	26,7	26,2	25,8	25,4	25,0	24,2	23,5	22,8	22,2	21,6
41	29,9	29,4	28,9	28,4	27,9	27,5	27,0	26,6	26,1	25,7	25,3	24,6	23,8	23,1	22,5	21,9
42	30,3	29,8	29,3	28,8	28,3	27,8	27,4	26,9	26,5	26,1	25,7	24,9	24,2	23,5	22,8	22,2
43	30,7	30,2	29,7	29,2	28,7	28,2	27,7	27,3	26,9	26,4	26,0	25,2	24,5	23,8	23,1	22,5
44	31,1	30,6	30,1	29,6	29,1	28,6	28,1	27,7	27,2	26,8	26,4	25,6	24,9	24,2	23,5	22,8
45	31,6	31,0	30,5	30,0	29,5	29,0	28,5	28,1	27,6	27,2	26,8	26,0	25,2	24,5	23,8	23,2
46	32,0	31,5	31,0	30,4	29,9	29,4	29,0	28,5	28,1	27,6	27,2	26,4	25,6	24,9	24,2	23,6
47	32,5	32,0	31,4	30,9	30,4	29,9	29,4	29,0	28,5	28,1	27,6	26,8	26,0	25,3	24,6	24,0
48	33,0	32,5	31,9	31,4	30,9	30,4	29,9	29,4	29,0	28,5	28,1	27,3	26,5	25,7	25,0	24,4
49	33,5	33,0	32,4	31,9	31,4	30,9	30,4	29,9	29,4	29,0	28,6	27,7	26,9	26,2	25,5	24,8
50	34,1	33,5	33,0	32,4	31,9	31,4	30,9	30,4	30,0	29,5	29,1	28,2	27,4	26,6	25,9	25,2
51	34,6	34,1	33,5	33,0	32,4	31,9	31,4	30,9	30,5	30,0	29,6	28,7	27,9	27,1	26,4	25,7
52	35,2	34,7	34,1	33,5	33,0	32,5	32,0	31,5	31,0	30,6	30,1	29,3	28,4	27,7	26,9	26,2
53	35,8	35,3	34,7	34,1	33,6	33,1	32,6	32,1	31,6	31,1	30,7	29,8	29,0	28,2	27,4	26,7
54	36,5	35,9	35,3	34,8	34,2	33,7	33,2	32,7	32,2	31,7	31,3	30,4	29,6	28,8	28,0	27,3
55	37,2	36,6	36,0	35,4	34,9	34,4	33,8	33,3	32,9	32,4	31,9	31,0	30,2	29,4	28,6	27,8
56	37,9	37,3	36,7	36,1	35,6	35,0	34,5	34,0	33,5	33,0	32,6	31,7	30,8	30,0	29,2	28,5
57	38,6	38,0	37,4	36,8	36,3	35,8	35,2	34,7	34,2	33,7	33,3	32,3	31,5	30,6	29,8	29,1
58	39,4	38,8	38,2	37,6	37,0	36,5	36,0	35,5	35,0	34,5	34,0	33,1	32,2	31,3	30,5	29,8
59	40,2	39,6	39,0	38,4	37,8	37,3	36,8	36,2	35,7	35,2	34,7	33,8	32,9	32,1	31,2	30,5
60	41,0	40,4	39,8	39,2	38,7	38,1	37,6	37,0	36,5	36,0	35,5	34,6	33,7	32,8	32,0	31,2

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
0	16,9	16,4	15,9	15,5	15,1	14,7	14,4	14,0	13,7	13,4	13,1	12,8	12,5	12,3	12,0	11,8
2	16,9	16,4	16,0	15,5	15,1	14,8	14,4	14,0	13,7	13,4	13,1	12,8	12,5	12,3	12,0	11,8
4	16,9	16,4	16,0	15,6	15,2	14,8	14,4	14,1	13,7	13,4	13,1	12,8	12,6	12,3	12,0	11,8
6	16,9	16,5	16,0	15,6	15,2	14,8	14,5	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9	12,6	12,3	12,1	11,8
8	17,0	16,5	16,1	15,7	15,3	14,9	14,5	14,2	13,8	13,5	13,2	12,9	12,6	12,4	12,1	11,9
10	17,1	16,6	16,2	15,8	15,3	15,0	14,6	14,2	13,9	13,6	13,3	13,0	12,7	12,4	12,2	11,9
11	17,2	16,7	16,2	15,8	15,4	15,0	14,6	14,3	14,0	13,6	13,3	13,0	12,8	12,5	12,2	12,0
12	17,2	16,7	16,3	15,9	15,4	15,1	14,7	14,3	14,0	13,7	13,4	13,1	12,8	12,5	12,3	12,0
13	17,3	16,8	16,3	15,9	15,5	15,1	14,7	14,4	14,1	13,7	13,4	13,1	12,8	12,6	12,3	12,1
14	17,3	16,9	16,4	16,0	15,6	15,2	14,8	14,4	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9	12,6	12,4	12,1
15	17,4	16,9	16,5	16,0	15,6	15,2	14,9	14,5	14,2	13,8	13,5	13,2	13,0	12,7	12,4	12,2
16	17,5	17,0	16,6	16,1	15,7	15,3	14,9	14,6	14,2	13,9	13,6	13,3	13,0	12,7	12,5	12,2
17	17,6	17,1	16,6	16,2	15,8	15,4	15,0	14,7	14,3	14,0	13,7	13,4	13,1	12,8	12,5	12,3
18	17,7	17,2	16,7	16,3	15,9	15,5	15,1	14,7	14,4	14,1	13,7	13,4	13,2	12,9	12,6	12,4
19	17,8	17,3	16,8	16,4	16,0	15,6	15,2	14,8	14,5	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9	12,7	12,4
20	17,9	17,4	16,9	16,5	16,0	15,6	15,3	14,9	14,6	14,2	13,9	13,6	13,3	13,0	12,8	12,5
21	18,0	17,5	17,0	16,6	16,1	15,7	15,4	15,0	14,6	14,3	14,0	13,7	13,4	13,1	12,8	12,6
22	18,1	17,6	17,1	16,7	16,3	15,8	15,5	15,1	14,7	14,4	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9	12,7
23	18,2	17,7	17,2	16,8	16,4	16,0	15,6	15,2	14,8	14,5	14,2	13,9	13,6	13,3	13,0	12,8
24	18,4	17,8	17,4	16,9	16,5	16,1	15,7	15,3	14,9	14,6	14,3	14,0	13,7	13,4	13,1	12,8
25	18,5	18,0	17,5	17,0	16,6	16,2	15,8	15,4	15,1	14,7	14,4	14,1	13,8	13,5	13,2	12,9
26	18,6	18,1	17,6	17,2	16,7	16,3	15,9	15,5	15,2	14,8	14,5	14,2	13,9	13,6	13,3	13,1
27	18,8	18,3	17,8	17,3	16,9	16,5	16,1	15,7	15,3	15,0	14,6	14,3	14,0	13,7	13,4	13,2
28	18,9	18,4	17,9	17,5	17,0	16,6	16,2	15,8	15,4	15,1	14,8	14,4	14,1	13,8	13,5	13,3
29	19,1	18,6	18,1	17,6	17,2	16,7	16,3	16,0	15,6	15,2	14,9	14,6	14,3	14,0	13,7	13,4
30	19,3	18,8	18,3	17,8	17,3	16,9	16,5	16,1	15,7	15,4	15,0	14,7	14,4	14,1	13,8	13,5
31	19,5	18,9	18,4	18,0	17,5	17,1	16,7	16,3	15,9	15,5	15,2	14,8	14,5	14,2	13,9	13,7
32	19,7	19,1	18,6	18,1	17,7	17,2	16,8	16,4	16,0	15,7	15,3	15,0	14,7	14,4	14,1	13,8
33	19,9	19,3	18,8	18,3	17,9	17,4	17,0	16,6	16,2	15,8	15,5	15,2	14,8	14,5	14,2	14,0
34	20,1	19,5	19,0	18,5	18,1	17,6	17,2	16,8	16,4	16,0	15,7	15,3	15,0	14,7	14,4	14,1
35	20,3	19,8	19,2	18,7	18,3	17,8	17,4	17,0	16,6	16,2	15,8	15,5	15,2	14,9	14,6	14,3
36	20,5	20,0	19,5	19,0	18,5	18,0	17,6	17,2	16,8	16,4	16,0	15,7	15,4	15,0	14,7	14,4
37	20,8	20,2	19,7	19,2	18,7	18,2	17,8	17,4	17,0	16,6	16,2	15,9	15,5	15,2	14,9	14,6
38	21,0	20,5	19,9	19,4	18,9	18,5	18,0	17,6	17,2	16,8	16,4	16,1	15,7	15,4	15,1	14,8
39	21,3	20,7	20,2	19,7	19,2	18,7	18,3	17,8	17,4	17,0	16,7	16,3	16,0	15,6	15,3	15,0
40	21,6	21,0	20,5	19,9	19,4	19,0	18,5	18,1	17,7	17,3	16,9	16,5	16,2	15,8	15,5	15,2
41	21,9	21,3	20,7	20,2	19,7	19,2	18,8	18,3	17,9	17,5	17,1	16,8	16,4	16,1	15,7	15,4
42	22,2	21,6	21,0	20,5	20,0	19,5	19,0	18,6	18,2	17,8	17,4	17,0	16,6	16,3	16,0	15,7
43	22,5	21,9	21,3	20,8	20,3	19,8	19,3	18,9	18,4	18,0	17,6	17,3	16,9	16,6	16,2	15,9
44	22,8	22,2	21,7	21,1	20,6	20,1	19,6	19,2	18,7	18,3	17,9	17,5	17,2	16,8	16,5	16,2
45	23,2	22,6	22,0	21,4	20,9	20,4	19,9	19,5	19,0	18,6	18,2	17,8	17,4	17,1	16,7	16,4
46	23,6	22,9	22,4	21,8	21,3	20,7	20,3	19,8	19,3	18,9	18,5	18,1	17,7	17,4	17,0	16,7
47	24,0	23,3	22,7	22,2	21,6	21,1	20,6	20,1	19,7	19,2	18,8	18,4	18,0	17,7	17,3	17,0
48	24,4	23,7	23,1	22,5	22,0	21,5	21,0	20,5	20,0	19,6	19,2	18,8	18,4	18,0	17,6	17,3
49	24,8	24,1	23,5	22,9	22,4	21,9	21,3	20,9	20,4	19,9	19,5	19,1	18,7	18,3	18,0	17,6
50	25,2	24,6	24,0	23,4	22,8	22,3	21,7	21,3	20,8	20,3	19,9	19,5	19,1	18,7	18,3	18,0
51	25,7	25,0	24,4	23,8	23,2	22,7	22,2	21,7	21,2	20,7	20,3	19,9	19,4	19,1	18,7	18,3
52	26,2	25,5	24,9	24,3	23,7	23,1	22,6	22,1	21,6	21,1	20,7	20,3	19,8	19,4	19,1	18,7
53	26,7	26,0	25,4	24,8	24,2	23,6	23,1	22,6	22,1	21,6	21,1	20,7	20,3	19,9	19,5	19,1
54	27,3	26,6	25,9	25,3	24,7	24,1	23,6	23,0	22,5	22,1	21,6	21,1	20,7	20,3	19,9	19,5
55	27,8	27,1	26,5	25,8	25,2	24,6	24,1	23,6	23,0	22,5	22,1	21,6	21,2	20,8	20,4	20,0
56	28,5	27,7	27,1	26,4	25,8	25,2	24,6	24,1	23,6	23,1	22,6	22,1	21,7	21,2	20,8	20,4
57	29,1	28,4	27,7	27,0	26,4	25,8	25,2	24,7	24,1	23,6	23,1	22,7	22,2	21,8	21,3	20,9
58	29,8	29,0	28,3	27,7	27,0	26,4	25,8	25,3	24,7	24,2	23,7	23,2	22,8	22,3	21,9	21,5
59	30,5	29,7	29,0	28,3	27,7	27,1	26,5	25,9	25,3	24,8	24,3	23,8	23,3	22,9	22,4	22,0
60	31,2	30,5	29,7	29,1	28,4	27,8	27,1	26,6	26,0	25,5	24,9	24,4	24,0	23,5	23,1	22,6
	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	48	49	50	51	55	60	65	70	75	80	85	90	100	110	120	130
0	11,8	11,5	11,3	11,1	10,3	9,5	8,7	8,1	7,6	7,1	6,7	6,3	5,7	5,2	4,8	4,4
2	11,8	11,5	11,3	11,1	10,3	9,5	8,8	8,1	7,6	7,1	6,7	6,3	5,7	5,2	4,8	4,4
4	11,8	11,6	11,3	11,1	10,3	9,5	8,8	8,1	7,6	7,1	6,7	6,4	5,7	5,2	4,8	4,4
6	11,8	11,6	11,4	11,2	10,4	9,5	8,8	8,2	7,6	7,2	6,7	6,4	5,7	5,2	4,8	4,4
8	11,9	11,6	11,4	11,2	10,4	9,6	8,8	8,2	7,7	7,2	6,8	6,4	5,8	5,2	4,8	4,4
10	11,9	11,7	11,5	11,3	10,5	9,6	8,9	8,3	7,7	7,2	6,8	6,4	5,8	5,3	4,8	4,5
11	12,0	11,7	11,5	11,3	10,5	9,6	8,9	8,3	7,7	7,3	6,8	6,5	5,8	5,3	4,9	4,5
12	12,0	11,8	11,6	11,3	10,5	9,7	8,9	8,3	7,8	7,3	6,9	6,5	5,8	5,3	4,9	4,5
13	12,1	11,8	11,6	11,4	10,6	9,7	9,0	8,3	7,8	7,3	6,9	6,5	5,9	5,3	4,9	4,5
14	12,1	11,9	11,6	11,4	10,6	9,7	9,0	8,4	7,8	7,3	6,9	6,5	5,9	5,4	4,9	4,5
15	12,2	11,9	11,7	11,5	10,7	9,8	9,0	8,4	7,9	7,4	6,9	6,6	5,9	5,4	4,9	4,6
16	12,2	12,0	11,8	11,5	10,7	9,8	9,1	8,5	7,9	7,4	7,0	6,6	5,9	5,4	5,0	4,6
17	12,3	12,0	11,8	11,6	10,8	9,9	9,1	8,5	7,9	7,4	7,0	6,6	6,0	5,4	5,0	4,6
18	12,4	12,1	11,9	11,6	10,8	9,9	9,2	8,5	8,0	7,5	7,1	6,7	6,0	5,5	5,0	4,6
19	12,4	12,2	11,9	11,7	10,9	10,0	9,2	8,6	8,0	7,5	7,1	6,7	6,0	5,5	5,0	4,7
20	12,5	12,3	12,0	11,8	11,0	10,1	9,3	8,6	8,1	7,6	7,1	6,7	6,1	5,5	5,1	4,7
21	12,6	12,3	12,1	11,9	11,0	10,1	9,4	8,7	8,1	7,6	7,2	6,8	6,1	5,6	5,1	4,7
22	12,7	12,4	12,2	11,9	11,1	10,2	9,4	8,8	8,2	7,7	7,2	6,8	6,2	5,6	5,1	4,7
23	12,8	12,5	12,3	12,0	11,2	10,3	9,5	8,8	8,2	7,7	7,3	6,9	6,2	5,6	5,2	4,8
24	12,8	12,6	12,3	12,1	11,3	10,3	9,6	8,9	8,3	7,8	7,3	6,9	6,2	5,7	5,2	4,8
25	12,9	12,7	12,4	12,2	11,3	10,4	9,6	9,0	8,4	7,9	7,4	7,0	6,3	5,7	5,3	4,9
26	13,1	12,8	12,5	12,3	11,4	10,5	9,7	9,0	8,4	7,9	7,5	7,0	6,3	5,8	5,3	4,9
27	13,2	12,9	12,7	12,4	11,5	10,6	9,8	9,1	8,5	8,0	7,5	7,1	6,4	5,8	5,3	4,9
28	13,3	13,0	12,8	12,5	11,6	10,7	9,9	9,2	8,6	8,1	7,6	7,2	6,5	5,9	5,4	5,0
29	13,4	13,1	12,9	12,6	11,7	10,8	10,0	9,3	8,7	8,1	7,7	7,2	6,5	5,9	5,4	5,0
30	13,5	13,3	13,0	12,8	11,9	10,9	10,1	9,4	8,8	8,2	7,7	7,3	6,6	6,0	5,5	5,1
31	13,7	13,4	13,1	12,9	12,0	11,0	10,2	9,5	8,8	8,3	7,8	7,4	6,7	6,1	5,6	5,1
32	13,8	13,5	13,3	13,0	12,1	11,1	10,3	9,6	8,9	8,4	7,9	7,5	6,7	6,1	5,6	5,2
33	14,0	13,7	13,4	13,2	12,2	11,2	10,4	9,7	9,0	8,5	8,0	7,5	6,8	6,2	5,7	5,2
34	14,1	13,8	13,6	13,3	12,4	11,4	10,5	9,8	9,1	8,6	8,1	7,6	6,9	6,3	5,7	5,3
35	14,3	14,0	13,7	13,5	12,5	11,5	10,6	9,9	9,2	8,7	8,2	7,7	7,0	6,3	5,8	5,4
36	14,4	14,2	13,9	13,6	12,7	11,6	10,8	10,0	9,4	8,8	8,3	7,8	7,0	6,4	5,9	5,4
37	14,6	14,3	14,1	13,8	12,8	11,8	10,9	10,1	9,5	8,9	8,4	7,9	7,1	6,5	6,0	5,5
38	14,8	14,5	14,2	14,0	13,0	11,9	11,0	10,3	9,6	9,0	8,5	8,0	7,2	6,6	6,0	5,6
39	15,0	14,7	14,4	14,2	13,2	12,1	11,2	10,4	9,7	9,1	8,6	8,1	7,3	6,7	6,1	5,7
40	15,2	14,9	14,6	14,4	13,4	12,3	11,4	10,6	9,9	9,3	8,7	8,3	7,4	6,8	6,2	5,7
41	15,4	15,1	14,8	14,6	13,5	12,5	11,5	10,7	10,0	9,4	8,9	8,4	7,5	6,9	6,3	5,8
42	15,7	15,4	15,1	14,8	13,7	12,6	11,7	10,9	10,2	9,5	9,0	8,5	7,7	7,0	6,4	5,9
43	15,9	15,6	15,3	15,0	14,0	12,8	11,9	11,1	10,3	9,7	9,1	8,6	7,8	7,1	6,5	6,0
44	16,2	15,8	15,5	15,2	14,2	13,0	12,1	11,2	10,5	9,9	9,3	8,8	7,9	7,2	6,6	6,1
45	16,4	16,1	15,8	15,5	14,4	13,3	12,3	11,4	10,7	10,0	9,4	8,9	8,0	7,3	6,7	6,2
46	16,7	16,4	16,1	15,8	14,7	13,5	12,5	11,6	10,9	10,2	9,6	9,1	8,2	7,5	6,8	6,3
47	17,0	16,7	16,3	16,0	14,9	13,7	12,7	11,8	11,1	10,4	9,8	9,3	8,3	7,6	7,0	6,4
48	17,3	17,0	16,6	16,3	15,2	14,0	12,9	12,1	11,3	10,6	10,0	9,4	8,5	7,7	7,1	6,6
49	17,6	17,3	17,0	16,6	15,5	14,3	13,2	12,3	11,5	10,8	10,2	9,6	8,7	7,9	7,2	6,7
50	18,0	17,6	17,3	17,0	15,8	14,5	13,5	12,5	11,7	11,0	10,4	9,8	8,8	8,0	7,4	6,8
51	18,3	18,0	17,6	17,3	16,1	14,8	13,7	12,8	12,0	11,2	10,6	10,0	9,0	8,2	7,5	7,0
52	18,7	18,3	18,0	17,7	16,5	15,1	14,0	13,1	12,2	11,5	10,8	10,2	9,2	8,4	7,7	7,1
53	19,1	18,7	18,4	18,0	16,8	15,5	14,3	13,4	12,5	11,7	11,1	10,5	9,4	8,6	7,9	7,3
54	19,5	19,1	18,8	18,4	17,2	15,8	14,7	13,7	12,8	12,0	11,3	10,7	9,7	8,8	8,1	7,5
55	20,0	19,6	19,2	18,9	17,6	16,2	15,0	14,0	13,1	12,3	11,6	11,0	9,9	9,0	8,3	7,6
56	20,4	20,0	19,7	19,3	18,0	16,6	15,4	14,3	13,4	12,6	11,9	11,2	10,1	9,2	8,5	7,8
57	20,9	20,5	20,2	19,8	18,5	17,0	15,8	14,7	13,8	12,9	12,2	11,5	10,4	9,5	8,7	8,0
58	21,5	21,1	20,7	20,3	18,9	17,5	16,2	15,1	14,1	13,3	12,5	11,8	10,7	9,7	8,9	8,3
59	22,0	21,6	21,2	20,8	19,4	17,9	16,6	15,5	14,5	13,6	12,9	12,2	11,0	10,0	9,2	8,5
60	22,6	22,2	21,8	21,4	20,0	18,4	17,1	15,9	14,9	14,0	13,2	12,5	11,3	10,3	9,5	8,7

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Azimuth Tables **AT-3**

somma algebrica di AT1 e AT2																
latit.	130	140	150	175	200	225	250	275	300	400	500	700	1000	3000	6000	9000
0	4,4	4,1	3,8	3,3	2,9	2,5	2,3	2,1	1,9	1,4	1,1	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
2	4,4	4,1	3,8	3,3	2,9	2,5	2,3	2,1	1,9	1,4	1,1	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
4	4,4	4,1	3,8	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,4	1,1	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
6	4,4	4,1	3,8	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,4	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
8	4,4	4,1	3,9	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,4	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
10	4,5	4,1	3,9	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,5	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
11	4,5	4,2	3,9	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	1,9	1,5	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
12	4,5	4,2	3,9	3,3	2,9	2,6	2,3	2,1	2,0	1,5	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
13	4,5	4,2	3,9	3,4	2,9	2,6	2,4	2,1	2,0	1,5	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
14	4,5	4,2	3,9	3,4	2,9	2,6	2,4	2,1	2,0	1,5	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
15	4,6	4,2	3,9	3,4	3,0	2,6	2,4	2,2	2,0	1,5	1,2	0,8	0,6	0,2	0,1	0,1
16	4,6	4,2	4,0	3,4	3,0	2,6	2,4	2,2	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
17	4,6	4,3	4,0	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
18	4,6	4,3	4,0	3,4	3,0	2,7	2,4	2,2	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
19	4,7	4,3	4,0	3,5	3,0	2,7	2,4	2,2	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
20	4,7	4,3	4,1	3,5	3,0	2,7	2,4	2,2	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
21	4,7	4,4	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	2,2	2,0	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
22	4,7	4,4	4,1	3,5	3,1	2,7	2,5	2,2	2,1	1,5	1,2	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
23	4,8	4,4	4,1	3,6	3,1	2,8	2,5	2,3	2,1	1,6	1,2	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
24	4,8	4,5	4,2	3,6	3,1	2,8	2,5	2,3	2,1	1,6	1,3	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
25	4,9	4,5	4,2	3,6	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,6	1,3	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
26	4,9	4,5	4,2	3,6	3,2	2,8	2,5	2,3	2,1	1,6	1,3	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
27	4,9	4,6	4,3	3,7	3,2	2,9	2,6	2,3	2,1	1,6	1,3	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
28	5,0	4,6	4,3	3,7	3,2	2,9	2,6	2,4	2,2	1,6	1,3	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
29	5,0	4,7	4,4	3,7	3,3	2,9	2,6	2,4	2,2	1,6	1,3	0,9	0,7	0,2	0,1	0,1
30	5,1	4,7	4,4	3,8	3,3	2,9	2,6	2,4	2,2	1,7	1,3	0,9	0,7	0,2	0,1	0,1
31	5,1	4,8	4,4	3,8	3,3	3,0	2,7	2,4	2,2	1,7	1,3	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1
32	5,2	4,8	4,5	3,9	3,4	3,0	2,7	2,5	2,3	1,7	1,4	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1
33	5,2	4,9	4,5	3,9	3,4	3,0	2,7	2,5	2,3	1,7	1,4	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1
34	5,3	4,9	4,6	3,9	3,5	3,1	2,8	2,5	2,3	1,7	1,4	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1
35	5,4	5,0	4,7	4,0	3,5	3,1	2,8	2,5	2,3	1,7	1,4	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1
36	5,4	5,0	4,7	4,0	3,5	3,1	2,8	2,6	2,4	1,8	1,4	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1
37	5,5	5,1	4,8	4,1	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	1,8	1,4	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1
38	5,6	5,2	4,8	4,1	3,6	3,2	2,9	2,6	2,4	1,8	1,5	1,0	0,7	0,2	0,1	0,1
39	5,7	5,3	4,9	4,2	3,7	3,3	2,9	2,7	2,5	1,8	1,5	1,1	0,7	0,2	0,1	0,1
40	5,7	5,3	5,0	4,3	3,7	3,3	3,0	2,7	2,5	1,9	1,5	1,1	0,7	0,2	0,1	0,1
41	5,8	5,4	5,0	4,3	3,8	3,4	3,0	2,8	2,5	1,9	1,5	1,1	0,8	0,3	0,1	0,1
42	5,9	5,5	5,1	4,4	3,8	3,4	3,1	2,8	2,6	1,9	1,5	1,1	0,8	0,3	0,1	0,1
43	6,0	5,6	5,2	4,5	3,9	3,5	3,1	2,8	2,6	2,0	1,6	1,1	0,8	0,3	0,1	0,1
44	6,1	5,7	5,3	4,5	4,0	3,5	3,2	2,9	2,7	2,0	1,6	1,1	0,8	0,3	0,1	0,1
45	6,2	5,8	5,4	4,6	4,0	3,6	3,2	2,9	2,7	2,0	1,6	1,2	0,8	0,3	0,1	0,1
46	6,3	5,9	5,5	4,7	4,1	3,7	3,3	3,0	2,7	2,1	1,6	1,2	0,8	0,3	0,1	0,1
47	6,4	6,0	5,6	4,8	4,2	3,7	3,4	3,1	2,8	2,1	1,7	1,2	0,8	0,3	0,1	0,1
48	6,6	6,1	5,7	4,9	4,3	3,8	3,4	3,1	2,9	2,1	1,7	1,2	0,9	0,3	0,1	0,1
49	6,7	6,2	5,8	5,0	4,4	3,9	3,5	3,2	2,9	2,2	1,7	1,2	0,9	0,3	0,1	0,1
50	6,8	6,3	5,9	5,1	4,4	4,0	3,6	3,2	3,0	2,2	1,8	1,3	0,9	0,3	0,1	0,1
51	7,0	6,5	6,0	5,2	4,5	4,0	3,6	3,3	3,0	2,3	1,8	1,3	0,9	0,3	0,2	0,1
52	7,1	6,6	6,2	5,3	4,6	4,1	3,7	3,4	3,1	2,3	1,9	1,3	0,9	0,3	0,2	0,1
53	7,3	6,8	6,3	5,4	4,7	4,2	3,8	3,5	3,2	2,4	1,9	1,4	1,0	0,3	0,2	0,1
54	7,5	6,9	6,5	5,6	4,9	4,3	3,9	3,5	3,2	2,4	1,9	1,4	1,0	0,3	0,2	0,1
55	7,6	7,1	6,6	5,7	5,0	4,4	4,0	3,6	3,3	2,5	2,0	1,4	1,0	0,3	0,2	0,1
56	7,8	7,3	6,8	5,8	5,1	4,5	4,1	3,7	3,4	2,6	2,0	1,5	1,0	0,3	0,2	0,1
57	8,0	7,5	7,0	6,0	5,2	4,7	4,2	3,8	3,5	2,6	2,1	1,5	1,1	0,4	0,2	0,1
58	8,3	7,7	7,2	6,2	5,4	4,8	4,3	3,9	3,6	2,7	2,2	1,5	1,1	0,4	0,2	0,1
59	8,5	7,9	7,4	6,3	5,5	4,9	4,4	4,0	3,7	2,8	2,2	1,6	1,1	0,4	0,2	0,1
60	8,7	8,1	7,6	6,5	5,7	5,1	4,6	4,2	3,8	2,9	2,3	1,6	1,1	0,4	0,2	0,1
	130	140	150	175	200	225	250	275	300	400	500	700	1000	3000	6000	9000

l'angolo azimutale Z si misura dal polo elevato dell'osservatore (quello della latitudine) se AT1 + AT2 (AT3) è positivo - diversamente (AT3 negativo) si misura dal polo opposto a quello della latitudine - per AT3 = a zero l'angolo azimutale è di 90°

Indice

La volta celeste	
Movimento apparente degli astri	5
Crepuscoli	8
Coordinate astronomiche	
Osservatore, poli ed astro	10
Coordinate locali altazimutali	13
Coordinate equatoriali	16
Effemeridi nautiche	17
Il tempo - angolo orario	21
Il sestante	
Lo strumento	24
Il principio ottico del sestante	25
Verifiche dello strumento	26
Correzioni delle altezze	32
Il cronometro di bordo	37
Gli eventi astronomici	40
Passaggio al meridiano superiore	41
Il triangolo di posizione	46
Altezza stimata	49
Angolo zenitale	50
La retta d'altezza	52
Il grafico ed il trasporto	54
Il punto nave con il sole	56
Punto nave con retta e neridiana	56
Punto nave con due rette	60
L'orizzonte a bacinella	65
L'orizzonte artificiale	67
Gli errori	69
Le stelle	70
Le osservazioni con le stelle	74
Lo Star Finder 2102 - D	76
Il punto nave con le stelle	78

Tavole e tabelle

Conversione arco in tempo	87
Tavole delle distanze percorse	88
Correzioni altezze di Sole	89
Correzioni altezze delle stelle	90
Effemeridi Nautiche -1 Marzo 2025	91
Effemeridi Nautiche - 30 Giugno 2025	92
Effemeridi Nautiche - 1 Luglio 2025	93
Tabelle interpolazioni tempi e declinazioni	94
Schema calcolo meridiana di Sole	98
Schema calcolo retta di Sole	99
Schema di calcolo retta di stella	100
Guida ai tasti di una calcolatrice scientifica	101
Magnitudine e distanza delle stelle	103
Azimuth Tables	107
Indice	141

