

Misurare l' Azimut' di una parete verticale

Ho consultato tutto il materiale di cui dispongo per cercare tra i vari metodi di determinazione dell' Azimut-parete quello che vado ad esporre: non c'è stato verso di trovarlo.

Occorre tener presente però che la letteratura riguardante la gnomonica è vastissima, di conseguenza è quasi certo che questo metodo sia stato già proposto. Oltre a ciò è noto che i metodi conosciuti oggi sono veramente tanti. Ciononostante mi accingo a parlarne ai lettori di "Gnomonica italiana" perché mi sembra che valga la pena di completare i repertori della gnomonica moderna.

Il limite principale di questo metodo è costituito dal vincolo ad effettuare la misura ad un certo istante della giornata, per cui mi corre l'obbligo di precisare che, personalmente, preferisco di gran lunga i metodi che permettono, al contrario, di poter lavorare in qualsiasi momento, ad esempio il metodo della "tavoletta".

Le difficoltà di calcolo, se fatto a mano, possono venire comodamente superate tramite l'uso di un programma di calcolo pertinente. Siccome l'uso del computer data da tempi relativamente recenti, si potrebbe persino indicare qui il motivo per cui il metodo non è mai stato illustrato adeguatamente e quindi, in pratica, mai impiegato. Il programma è lo stesso che si usa con il metodo della "tavoletta": si tratta infatti di un caso (particolarissimo) di questa metodica.

Un metodo di misura che non può risentire né della rifrazione né del problema della penombra

Questo metodo si basa sulla lettura dell' "ora in cui il raggio solare giace sul piano verticale perpendicolare al piano sotto misura": allo scopo di risparmiare, nel prosieguo, sia a me stesso che

¹ L' espressione "Azimut-parete" viene spesso usata in alternativa con l' espressione equivalente "declinazione-parete", che qui, in questo articolo, ho voluto evitare, soprattutto per un riguardo nei confronti dei neofiti, dato che qui intervengono altrettanto spesso le espressioni "declinazione solare" o tout-court "declinazione" nel senso di declinazione solare.

ai lettori questa lunga definizione, mi prenderei la enorme responsabilità di battezzare questo istante "ora della parete"

dato che, appunto, a quest'istante un ortostilo proietta (Fig.1) un'ombra perfettamente verticale. Peraltro non si tratta di una "costante" legata all' orientamento della parete ma di un dato variabile giorno per giorno (o meglio: al variare della declinazione). La determinazione di questo particolare istante ci permetterà, come vedremo, di calcolare il dato che ci interessa, l' orientamento della parete.

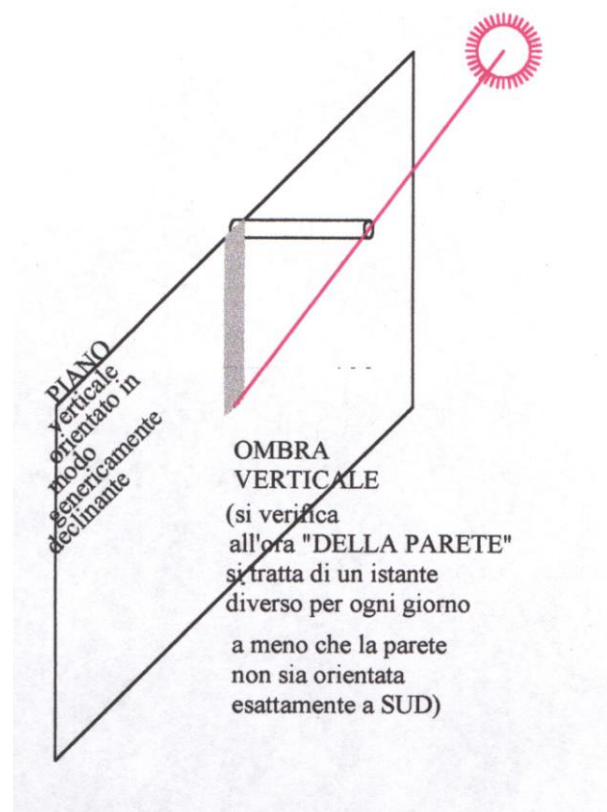


Figura 1- L'ombra di un ortostilo sarà verticale nell'istante dell'ora "della parete"

In effetti si tratta di un caso particolarissimo del metodo della "tavoletta": quello in cui l'"elongazione" nel senso orizzontale (coordinata "x") del punto ombra vale "0" (zero).

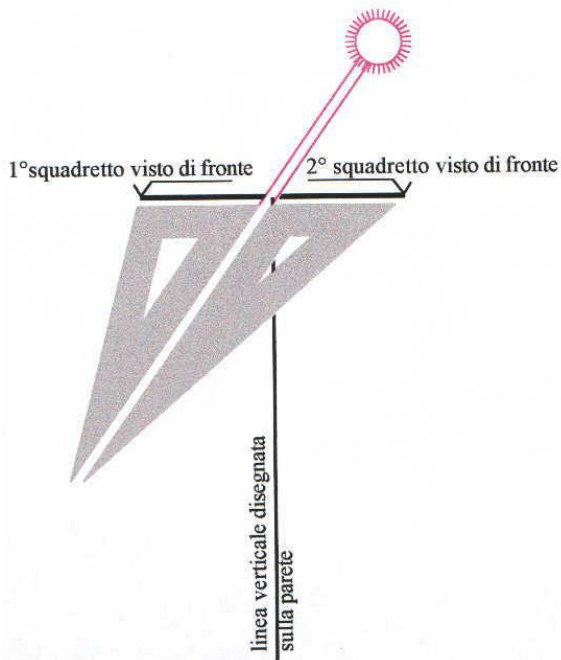


Figura 2- In attesa della verticalità dell'ombra

Se disporremo, tracciandola con una certa cura, di una linea verticale sul muro in esame, ci sarà da attendere (Fig.3) un po' ma alla fine arriva un momento in cui l'ombra del cateto di una squadra da disegno (meglio se due come vedremo) sistemata opportunamente si troverà ad essere parallela alla stessa linea verticale; la fig3, di cui ci serviremo ancora più avanti, illustra la semplicissima, quasi banale, situazione dei due squadretti sistemati contro la parete. Basterà, in quell'istante, leggere l'ora (l' "ora della parete" appunto) e calcolare l'azimut dei raggi solari: esso sarà anche l'azimut della parete.

Espongo subito vantaggi e svantaggi di questo metodo, così il lettore potrà regolarsi se proseguire la lettura o passare a cose più interessanti.

Vantaggi:

-grande precisione del metodo che non richiede:

*ne' un'apparecchiatura sofisticata e quindi potenzialmente soggetta a inconvenienti

*ne' la lettura di un dato geometrico sulla parete ossia ne' angoli ne' misure di lunghezza, bensì solo **la lettura di un' orologio in corrispondenza del verificarsi di un evento molto ben definito**

-quando si usino due squadretti uguali al posto di uno la penombra non avrà alcuna importanza: infatti essa si evidenzierà simmetricamente sui due contorni (Fig3).

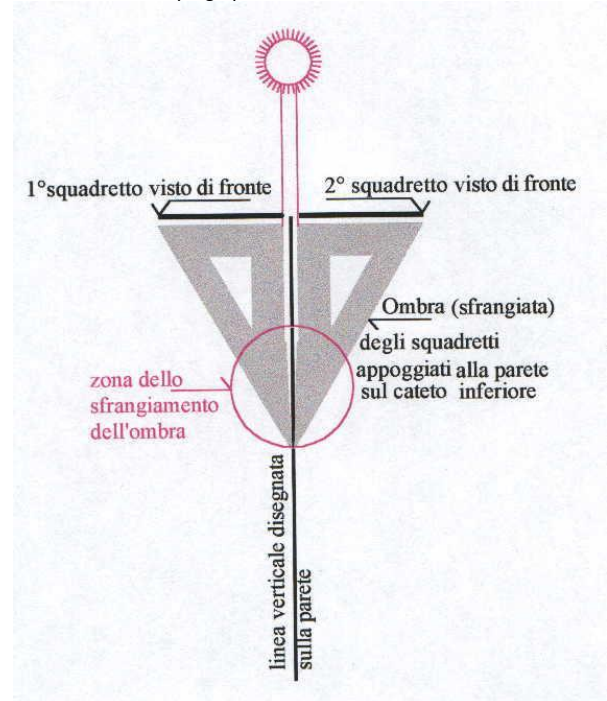


Figura 3 -Ci siamo...il Sole illumina la parete esattamente di fronte! Verso l' estremità degli squadretti l'ombra potrebbe perdere nitidezza, ma in modo simmetrico.

-quand' anche la parete sia inclinata (sfuggente o strapiombante che sia) la misura non ne sarà inficiata, in quanto lavoriamo in situazione di ortogonalità: la parete potrebbe benissimo essere inclinata, e di tanto ...non farebbe nessuna differenza; l'inclinazione andrà, ovviamente, valutata a parte.

-Il materiale necessario per portare a buon fine questa misura è veramente di facile reperibilità: se vi guardate intorno a casa vostra troverete quanto vi serve (l'orologio radio-controllato è l'unico strumento specifico da usare)

-il metodo non risente della rifrazione (questo è un vantaggio in comune con tutti gli altri metodi che utilizzano l'Azimut)

Svantaggi:

si e' legati, per la misura ad un istante particolare della giornata, che, per ovvi motivi ,non si puo' conoscere in anticipo; uno svantaggio relativo perche' facendo una valutazione approssimativa dell'orientamento (ad esempio con una bussola) si puo' calcolare all'incirca l'ora in cui si verifichera' l'evento ,riducendo cosi' i tempi di attesa .Si tratta come detto sopra dell' "ORA DELLA PARETE": piu' avanti ,in questo stesso articolo, propongo la formula per il suo calcolo.

Del resto anche il metodo del "mezzogiorno vero" e' legato ad un istante preciso della giornata;ed esso e', a quanto ho sentito, piuttosto in voga, pur non essendo in grado di offrire i vantaggi della metodica che qui si descrive.

Il metodo dell' "ora della parete"

Veniamo ora alla descrizione del metodo:

1. appoggiando alla parete una buona livella a bolla si traccia una linea verticale, ad esempio con una matita,in modo da poterla, volendo, anche cancellare-fig4



Figura 4- Il tracciamento della linea verticale

2. due squadretti da disegno uguali (meglio: non isoscele 45° - 45° , ma bensì 30° - 60°) vengono fissati alla livella con due morsetti da falegname in modo che il cateto minore di ogni squadra possa risultare, poi nell'uso, ben aderente alla parete, assieme alla livella; si appoggia il tutto su di un sostegno semi-fisso (ad esempio :uno stendi-biancheria pieghevole da terrazza fara' proprio al caso nostro, perche' consente la proiezione delle ombre verso il basso) poi con un po' di pazienza si cerca l'orizzontalita' della livella-vedi fig.5.



Figura 5- la semplicissima apparecchiatura in posizione con l'orologio in vista

L'orologio va tenuto a disposizione(in effetti e' l'unico strumento di misura di cui si fa uso). Debbo ammettere che una sistemazione così banale, addirittura...casereccia , possa creare qualche perplessità. In effetti chi esegue la misura ha sotto stretto controllo i punti salienti del metodo: l'orizzontalità della livella e l'aderenza dei due squadretti alla parete e quindi ,a meno di un colpo di vento che ci scompagini il tutto , possiamo procedere!

3. A questo punto non c'e' che da aspettare che si verifichi,vedi fig. 3, la verticalita' dell' ombra dei due cateti lunghi delle squadre .In effetti si puo' fare tutto con uno squadretto singolo, ma si perderebbe quel tanto di simmetria che rende il metodo così semplice e affidabile. A quell'istante si legge l'orologio e il gioco e' fatto, vedi fig.6.



Figura 6- L'ombra dei due cateti lunghi e' verticale; siamo nell'istante dell' "ORA DELLA PARETE"

Debbo fare una precisazione: mi riferisco,in avanti, al caso di un neofita di gnomonica che ,per di piu',non disponga di nessun mezzo di calcolo programmato. Ecco ora i conteggi :

1- occorre risalire all'ora solare locale (cosa che andrebbe,ad esempio, comunque fatta ,all'incontrario, nel caso del metodo del mezzogiorno vero, che e' il metodo piu' elementare conosciuto).

Qui di seguito il calcolo (fra parentesi un caso particolare, a titolo di esempio)

(I dati geografici:

la latitudine: $\phi=45.642^\circ$

la longitudine : -13.772°

la data: 9 luglio 2002

la lettura dell'orologio: $15h\ 12m\ 52s = 15.214h$)

Occorre **togliere** dall'ora letta sul cronometro i seguenti valori:

-l'equazione del tempo , da rilevarsi da tabulati- valori medi- o effemeridi annuali se si vuole essere piu' precisi, meglio se relative all'ora effettiva di misura ²,sarebbe un numero positivo in febbraio e negativo in novembre, tanto per intendersi;

(equazione del Tempo: $5m\ 10.8s = 0.086\ h$)

-la costante di correzione del fuso orario ,un numero positivo per chi sta ad ovest del meridiano centrale del nostro fuso,

(correzione d. fuso: $(15-13.772)* 4 / 60 = 0.082h$)

per ottenere l'ora solare.

(15.214
 - 1.00 ora legale
 - 0.086 equazione del tempo
 - 0.082 correzione fuso orario
 14.046 ora solare locale)

2- occorre applicare la seguente formula dell'Azimut-parete (AzP); si tratta di una formula ben nota nel campo gnomonico

$$\tan(\text{AzP}) = \frac{\cos(\delta) \cdot \sin(H)}{\cos(\delta) \cdot \sin(\phi) \cdot \cos(H) - \sin(\delta) \cdot \cos(\phi)}$$

dove

δ e' la declinazione Solare del giorno della misura (se volete una misura molto precisa dovrete procurarvi la declinazione relativa all'ora della misura e non genericamente del giorno- mezzodi o peggio mezzanotte, come in certe effemeridi)

(declinazione del Sole: $\delta = 22.34^\circ$)

ϕ e' la latitudine geografica del sito della misura

² Mi viene segnalato che esiste un software che permette di aggiornare il valore di EqT in tempo reale: si chiama "Dialist Companion"; anche il metodo delle interpolazioni puo' essere consigliabile. Tutti i dati o i mezzi di calcolo di cui possiamo disporre sono benvenuti allo scopo di adeguare, per quanto possibile, la precisione dell' Azimut -parete a quelle ,direi...sfacciatamente precise di latitudine e longitudine, che facilmente possiamo avere dal sistema GPS.

(latitudine geografica : $\phi = 45.462^\circ$)

H e' l'angolo orario che otterrete dall'ora solare calcolata prima (togliere, come visto piu' sopra, equazione del tempo e costante del fuso) facendo riferimento alla culminazione ; assegnando un segno positivo alle ore del pomeriggio e negativo a quelle del mattino otterrete Azimut-parete positiva per parete orientata a Ovest e negativa per parete orientata a Est

$$\begin{array}{r} (14.046 \\ - 12.00 \text{ cambiamento di origine} \\ \hline 2.046 \text{ h} \end{array}$$

$$2.046 * 15 = 30.69^\circ : \text{valore angolare di H } ()$$

Applicando la formula per AzP si ottiene l'Azimut-parete. (**AzP= 57.31°**).....

.....
E' peraltro evidente che tutti questi calcoli, piuttosto macchinosi, li può fare, per noi, il computer purchè si disponga di un programma per

il calcolo di Azimut-parete .Ce ne sono diversi che si basano, appunto, sull'elongazione orizzontale dell'ombra (o anche "coordinata x") : basterà impostare, oltre a tutti i valori di pertinenza, un valore nullo per l'elongazione orizzontale, o coordinata "x" che dir si voglia. Dopo la bibliografia ne cito almeno un paio.

L' "ora della parete"

L'angolo orario corrispondente all'istante in cui l'ombra dell'ortostilo e' verticale si può calcolare, in un calcolo inverso, partendo dall'azimut _parete, conoscendo la latitudine geografica e la declinazione Solare. Sarebbe la funzione inversa di quella sopra-esposta che calcola l'Azimut-Sole a partire dall' Angolo Orario. Questo particolare angolo orario l' "ora della parete" andrà cercato fra le soluzioni dell'equazione(****)

=====
.....
(****)

$$\begin{aligned} \cos(H)^2 * (1 + \tan(AzP)^2 * \sin(\phi)^2) - \\ \cos(H) * 2 * \tan(AzP)^2 * \sin(\phi) * \cos(\phi) * \tan(\delta) + \\ \tan(\delta)^2 * \tan(AzP)^2 * \cos(\phi)^2 - 1 = 0 \end{aligned}$$

O anche esplicitando:

$$\cos(H) =$$

$$\frac{\tan(AzP)^2 * \sin(\phi) * \cos(\phi) * \tan(\delta) + / - (\tan(AzP)^2 * \sin(\phi)^2 - \tan(AzP)^2 * \cos(\phi)^2 * \tan(\delta)^2 + 1)^{1/2}}{1 + \tan(AzP)^2 * \sin(\phi)^2}$$

Attenzione: l'angolo orario così ottenuto va riportato all'"origine" per noi consueta ,la mezzanotte, e in più corretto con equazione del tempo e correzione del fuso per confrontare il risultato con i nostri orologi. *Sara' bene sottolineare anche che la formula non entra nel metodo esposto; viene riportata solo per completezza.*

Aggiungerei anche che una discussione approfondita di questa formula ci porterebbe all'analisi dei valori di Azimut "permessi" alle varie latitudini e ,per ogni latitudine, alle varie declinazioni, ma sarebbe una discussione fuori-tema.

=====
Avvertenza

Ci hanno insegnato che non esiste misura se non c'è una serie di valori, un valor medio e una curva di probabilità; ebbene, si può, volendo, ottenere una serie di valori, i quali logicamente saranno molto raccolti intorno al valor medio, così come vi era stato promesso decantando i pregi di questa metodica.

Infatti la sensazione di parallelismo dell'ombra dei due cateti nei confronti della linea verticale si percepisce per un periodo di tempo, non lungo, ma neanche del tutto evanescente, sicché segnando l'istante in cui inizia a percepirsi questo parallelismo e poi i diversi istanti seguenti finché non è scomparsa la sensazione di parallelismo, avremo una serie di misure di "ora della parete" da cui ricaveremo una serie di valori di Azimut-parete; da questa serie di valori potremo poi, volendo, ricavare un valor medio, una deviazione standard ecc.; sempre con la tranquillità che i vantaggi suesposti non andranno persi, per ciascuno di questi valori.

Occorre precisare, però, che il significato statistico di questi valori deve intendersi limitato al contesto in cui sono stati rilevati: essendo il resto dell'apparecchiatura sempre lo stesso, l'aleatorietà dei dati deriverà, in un singolo accesso alle misure, solo dalla nostra abilità, o disabilità, nello scrivere velocemente e in modo corretto la lettura dell'orologio. Non si parla nemmeno di ripetere la stessa misura in giorni diversi, smontando e rimontando più volte l'apparecchiatura.

Il programma "Orien_PV", citato in bibliografia, permette, per ogni serie di misure, di calcolare, come è ovvio, il valor medio dei valori ottenuti ma anche la deviazione standard. Uno strumento matematico del genere è molto meno "eccessivo" di quel che può sembrare a prima vista, se ai dati così ottenuti si sa dare il giusto significato: basti pensare agli errori di trascrizione e agli errori di battitura sul computer che verranno svelati da un valore troppo grande di deviazione standard! Dalla mia esperienza riporto che ottenendo un valore di deviazione standard di 1/10 di grado mi ritengo soddisfatto.

Conclusioni

Concludendo il metodo mi sembra molto semplice, affidabile e preciso; lo consiglierei, ad un gnomonista neofita, per farsi un po' di pratica con equazione del tempo ecc. Per motivi, ovviamente, molto diversi lo consiglierei anche ad un gnomonista esperto, qualora abbia, eventualmente, dubbi sulle misure fatte da lui stesso con altri metodi, e, principalmente, come è capitato a me, per collaudare una propria apparecchiatura di tipo diverso ed individuarne, se del caso, i limiti di validità.

Trieste 12 luglio 2002

Al momento di passare il manoscritto a "Gnomonica italiana" vengo a conoscenza che un metodo diverso, ma basato sullo stesso principio, era stato proposto, già nell'87 dal collega Angelo Brazzi. Vedi bibliografia.

Trieste 9 ottobre 2002

Ringrazio Alberto Nicelli per i preziosi suggerimenti.

Bibliografia:

Angelo Brazzi, *Alcuni semplici metodi per la determinazione della declinazione di una superficie* su "Astronomia" N.2 / 1987 Apr. Giu

Gianni Ferrari, *Relazioni e formule per lo studio delle meridiane piane*, Modena sett. 1998

Programmi:

Gianni Ferrari, programma "ORPARETE"

Paolo Alberi Auber, programma "Orien_PV", applicazione Visual Basic