



Quadrante Solare a Cartoceto (PU)

43°46'03.6" N · 12°52'57.9" E

MMXIX

Istruzioni per l'uso¹

Descrizione dello strumento

Il nostro **quadrante solare** svolge le seguenti funzioni, prevalentemente cronometriche:

- ☀ orologio a ore moderne vere locali
- ☀ orologio a ore moderne medie del fuso
- ☀ orologio a ore babiloniche
- ☀ orologio a ore italiane (residue)
- ☀ calendario stagionale
- ☀ calendario personale
- ☀ misuratore della declinazione solare
- ☀ bussola

... e tutto questo con gli innumerevoli vantaggi di un orologio solare fatto a regola d'arte rispetto ad uno meccanico, anche di ottima marca:

- ☀ è sempre preciso;
- ☀ non ha bisogno di carica;
- ☀ non s'incepisce;
- ☀ non consuma;
- ☀ non inquina;
- ☀ non è rumoroso;
- ☀ resiste all'acqua, al gelo, al vento, al solleone;
- ☀ è decorativo;
- ☀ è saggio;
- ☀ è disponibile con tutti;
- ☀ aumenta di valore cogli anni.

Trascurabili gli svantaggi:

- ☀ si "ferma" di notte o con le nuvole...

Fulcro dello strumento è lo **gnomone**, la cui ombra sul quadrante indica le varie misure. Il nostro gnomone è materializzato da un'asta d'ottone del calibro di 8 mm, lunga complessivamente mezzo metro, piegata a ginocchio e infissa nel muro: la forma è tale affinché il tratto libero, obliquo sia *parallelo all'asse polare terrestre*, perno del mondo, e quello murato sia orizzontale e perpendicolare al quadrante. Il **tratto polare** dell'asta, perciò, lungo circa 20 cm, viene ad essere lo *gnomone vero e proprio* (nel senso etimologico di *indicatore*), quello di cui osservare l'ombra, essendo il tratto murato solo un supporto e non

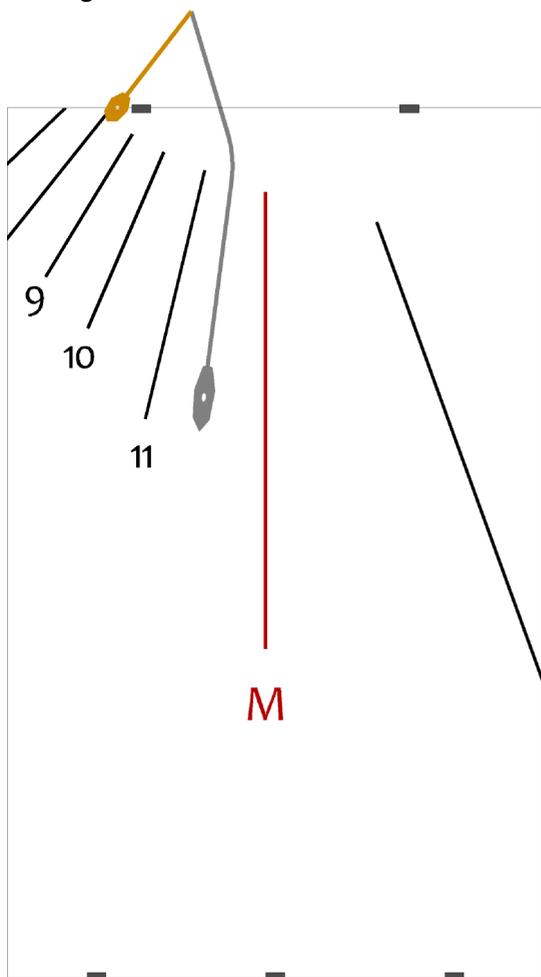
¹ Vedi anche www.arsgnomonica.com/principi.php#lettura.

svolgendo alcuna funzione cronometrica. Lo gnomone, particolarità del nostro strumento, termina con una piastrina *ettagonale* forata con un buco da 8 mm, costituendo perciò il *foro* il **punto gnomonico**, il cuore dello strumento, del quale cercheremo quindi sul quadrante non tanto l'ombra ma, al negativo, la *chiazza luminosa* prodotta dal raggio di Sole che lo attraversi.

La scorniciatura del quadrante è tale che il bordo superiore dello stesso coincide con la **linea dell'orizzonte**, sopra la quale non ha senso prolungare le linee essendo quella zona sempre in ombra; il punto gnomonico, in un quadrante verticale come il nostro, si trova esattamente alla stessa altezza della linea dell'orizzonte, motivo per cui visti frontalmente coincidono.

La forma del quadrante è quella di un *rettangolo aureo*, che misura 1000 mm × 1618 mm.

Orologio a ore moderne vere locali



L'ora indicata dall'ombra dello gnomone, cioè di *tutta l'asta polare*, oppure, se preferite, tutta l'ombra dell'asta polare in riferimento alle *linee orarie più spesse*, quelle nere e la *meridiana*, rossa, segna l'**ora moderna vera e locale di Cartoceto**, cioè l'*ora solare genuina*, naturale, senza additivi, coloranti, conservanti ecc.

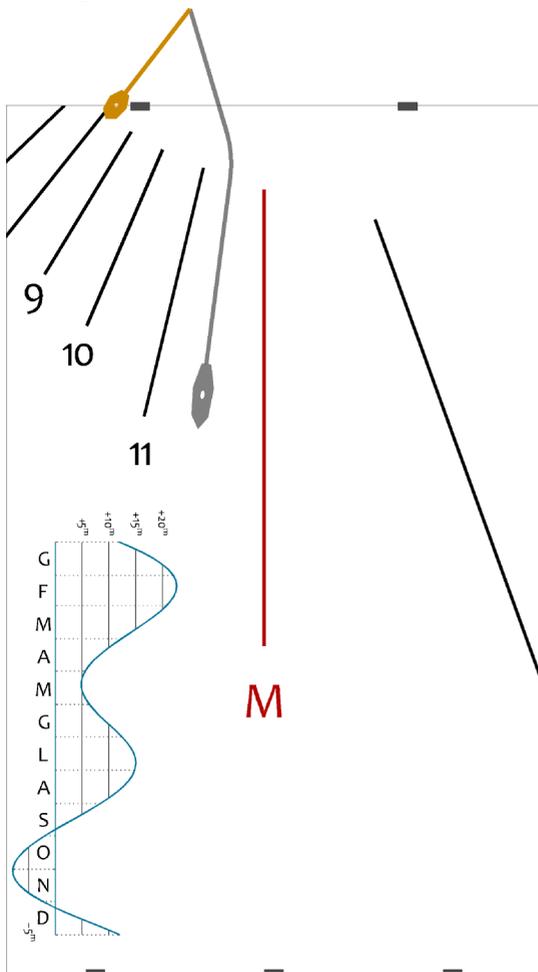
Nell'esempio in figura l'ombra dello gnomone si trova a metà strada tra la linea delle 11 e quella delle 12: perciò l'orologio segna le **11:30 moderne vere e locali di Cartoceto**, che diventano le **12:30** vigendo la cosiddetta ora "legale" o "estiva"².

Lo gnomone ha questa forma, parallelo all'asse polare del mondo³, proprio per evidenziare l'allineamento della sua ombra con le linee orarie e facilitarne la lettura.

² In quest'esempio possiamo affermarlo perché l'ombra dello gnomone raggiunge abbondantemente la metà inferiore dello schema orario (come vedremo meglio più avanti, parlando di *calendario*), essendo perciò *primavera* o *estate*, dunque periodo di ora "legale".

³ Parlando ovviamente del solo tratto obliquo, inclinato. Il motivo per cui è modellato a gomito o a ginocchio, cioè piegato, è solo di carattere pratico, per facilitarne l'installazione: teoricamente, infatti, lo si sarebbe dovuto/potuto lasciare dritto per tutta la sua lunghezza, immaginandolo estendersi dal punto gnomonico fino a entrare nel muro, molto più in alto e a destra. Così facendo, però, l'asta, visto il suo calibro, sarebbe stata pericolosamente flessibile, inficiando la precisione dello strumento.

Orologio a ore moderne medie del fuso



L'ora solare genuina segnata da un orologio solare (incostante, un po' ballerina) differisce praticamente sempre da quella *civile* (costante e regolare), visto che quest'ultima, artificiale, è il risultato di due (o tre) *correzioni* applicate a quella per fornire un tempo di riferimento utile ad una società industriale e tecnologica. Per fortuna, però, ottenere l'ora civile, cioè l'**ora moderna media del fuso**, da quella solare è un attimo: basta *sommare* o *sottrarre* a quella una manciata di minuti, come indicato dall'**equazione del tempo**, secondo il periodo dell'anno. Dall'esempio in figura, che simula la situazione che si può presentare un 3 maggio qualsiasi, sappiamo che sono le 12:30 di Cartoceto, ma poiché l'equazione del tempo ci dice che quel giorno dobbiamo *aggiungere 5 o 6 minuti*, possiamo dire che in quel momento sono le **12:35-12:36 civili** in tutt'Italia.

Per dirla tutta, l'equazione del tempo qui utilizzata è una versione *localizzata*, personalizzata per Cartoceto, dell'equazione del tempo *standard*, ed ingloba in sé, oltre alle correzioni proprie (dovute ai moti celesti della Terra, che provocano accelerazioni e ritardi *stagionali* ben noti), anche quella per compensare la differenza in longitudine, *fissa*, che c'è tra Cartoceto e il meridiano di riferimento nazionale, quello *etneo*. Normalmente, infatti, bisognerebbe applicare separatamente la *correzione stagionale* fornita dall'*equazione del tempo* per correggere l'ora solare *vera* in ora *media*, e poi bisognerebbe applicare la *correzione in longitudine* per correggere l'ora *locale* in ora del *fuso*. Ma poiché aggiungendo una costante ad una variabile temporale ottengo una

seconda variabile temporale da usare come la prima, il vantaggio è quello di poter applicare una sola correzione anziché due ottenendo lo stesso risultato con metà lavoro.

Gli scarti stagionali rappresentati graficamente dalla curva dell'equazione del tempo standard sono ben noti e calcolati e si possono trovare anche tabulati, come nel mio sito (<http://www.arsgnomonica.com/edt.php>): relativamente al presente esempio da lì apprendiamo che quel giorno l'equazione del tempo vale $-2^m 57^s$.

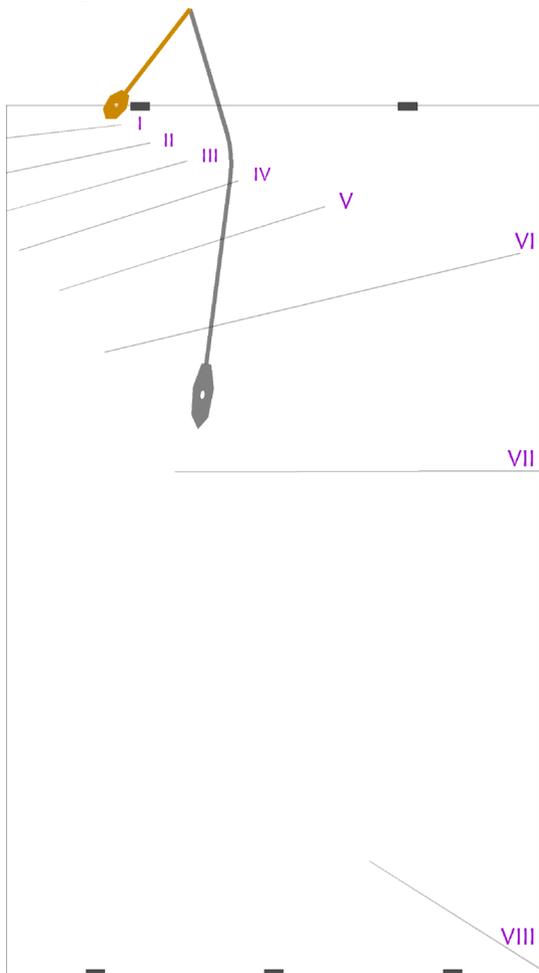
Il calcolo dello scarto in longitudine è molto semplice e si ottiene così: la longitudine di Cartoceto è di $12^\circ 52' 58''$ E, mentre quella del meridiano di riferimento, il meridiano *et-neo*, al centro del fuso orario dell'Italia, è di $15^\circ 00' 00''$ E: la differenza in longitudine da considerare, perciò, lo scarto, vale $2^\circ 07' 02''$ (o 2.12°). Quest'angolo va tradotto in tempo. Dal momento che il Sole si muove (apparentemente) in cielo percorrendo un giro (cioè 360°) attorno alla Terra in 24 ore (cioè in 1440 minuti), ecco che ogni grado viene percorso in 4 minuti: ciò vuol dire che il Sole transita sempre, ogni giorno a Cartoceto $4 \times 2.12 = 8^m 28^s$ dopo essere transitato sul meridiano di riferimento per l'Italia⁴.

Combinando queste due correzioni, quella dell'equazione del tempo standard, *variabile* nel corso dell'anno ma *universale*, e quella della differenza in longitudine, *fissa* ma valida solo per *Cartoceto*⁵, otteniamo l'*equazione del tempo localizzata per Cartoceto al 3 maggio*, che vale $8^m 28^s - 2^m 57^s = + 5^m 31^s$, come rilevato (con inevitabile approssimazione) dal grafico sul quadrante.

⁴ Questo fenomeno naturalmente si verifica ogni giorno in tutte le località della Terra, con transiti del Sole anticipati o ritardati rispetto a quelli delle proprie località di riferimento orario, a seconda che le prime si trovino, rispettivamente, ad est o ad ovest delle seconde.

⁵ E tutte le località che ne condividono la longitudine, ovviamente, dal polo nord al polo sud!

Orologio a ore babiloniche

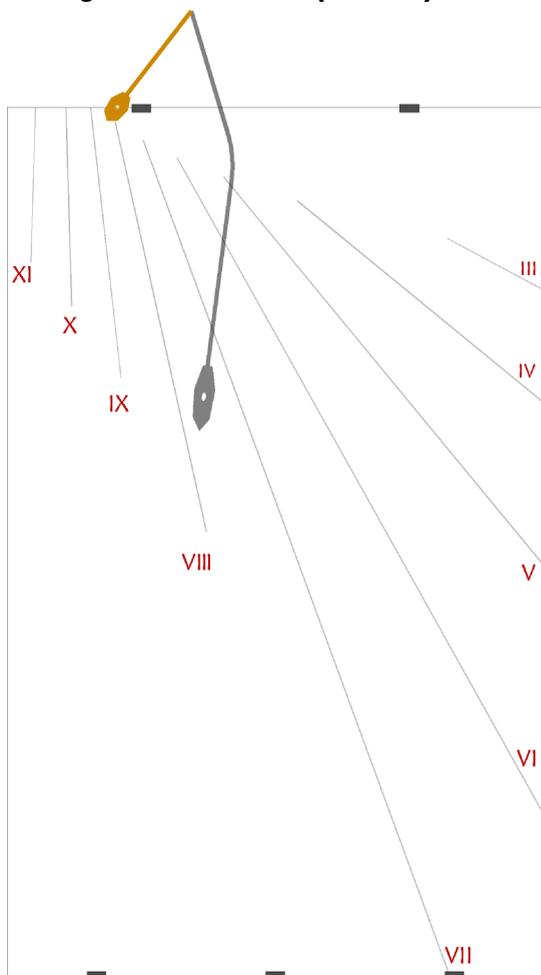


Osservando la posizione sul quadrante del **raggio di luce** che attraversa il foro nel punto gnomonico⁶ in rapporto alle *linee orarie babiloniche* (quelle sottili continue, non smaltate, accompagnate dai *numeri romani viola*) possiamo sapere *da quante ore è sorto il Sole* a Cartoceto: l'**ora babilonica**, appunto.

Nell'esempio la posizione dell'ombra dello gnomone, o meglio della chiazza luminosa, indica che sono passate da poco le **6:30 babiloniche**, cioè che il Sole è sorto da poco più di sei ore e mezza.

⁶ In quest'orologio, infatti, è la posizione del solo punto gnomonico che conta, non già quella di tutto il tratto polare dello gnomone, come in quello moderno, visto l'andamento particolare delle linee che mai possono essere allineate con l'ombra stilare.

Orologio a ore italiche (residue)

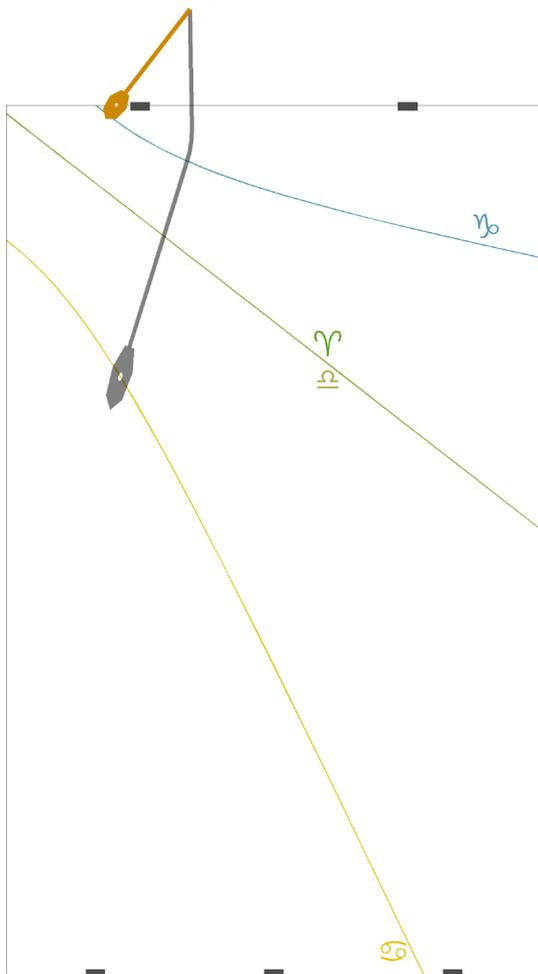


Osservando la posizione sul quadrante del **raggio di luce** che attraversa il foro nel punto gnomonico⁷ in rapporto alle *linee orarie italiche* (quelle sottili continue, non smaltate, accompagnate dai *numeri romani rossi*) possiamo sapere *tra quante ore tramonterà il Sole* a Cartoceto: l'**ora italica residua**, appunto. Com'è noto, infatti, l'ora italica propriamente detta è quella che conta le ore trascorse dal tramonto del giorno prima.

Nell'esempio la posizione dell'ombra dello gnomone, o meglio della chiazza luminosa, indica che sono quasi le **7:30 italiche residue** (quasi le 16:30 italiche vere e proprie), cioè che il Sole tramonterà tra poco più di sette ore e mezza.

⁷ In quest'orologio, infatti, è la posizione del solo punto gnomonico che conta, non già quella di tutto il tratto polare dello gnomone, come in quello moderno, visto l'andamento particolare delle linee che mai possono essere allineate con l'ombra stilare.

Calendario stagionale



a sud, rispettivamente, entrando nei segni zodiacali dell'*Ariete* e della *Bilancia*), allo *zenit* su quello terrestre, e dall'*iperbole solstiziale* di *dicembre*, col Sole allo *zenit* sul *tropico del Capricorno*, fine dell'autunno e inizio dell'**inverno** boreali.

Osservando la posizione sul quadrante del **raggio di luce** che attraversa il foro nel punto gnomonico⁸ in rapporto alle *curve calendariali stagionali*, indicate dai simboli zodiacali corrispondenti, possiamo conoscere l'inizio, la fine e l'andamento delle **stagioni**. Nell'esempio la posizione dell'ombra dello gnomone, o meglio della chiazza luminosa, sull'iperbole inferiore indica che è esattamente il *solstizio di giugno*⁹, fine della primavera ed inizio dell'**estate** nell'*emisfero boreale*, quando il Sole è allo *zenit* sul *tropico del Cancro* (da cui il simbolo corrispondente).

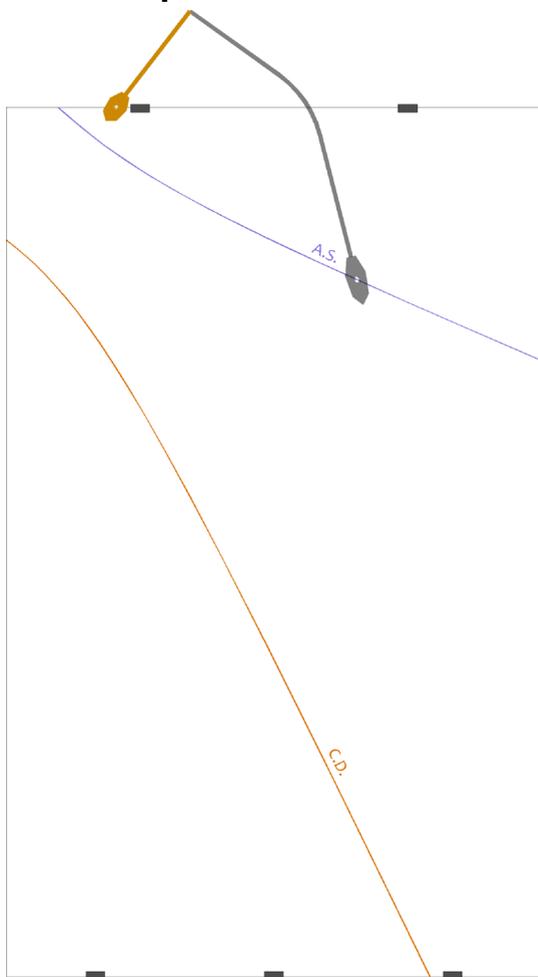
Le altre tre date di fine/inizio delle stagioni sono rappresentate dalle due *linee equinoziali* di *marzo* e *settembre*, che coincidono, quando nell'*emisfero boreale* finisce l'inverno ed inizia la **primavera** e quando finisce l'estate ed inizia l'**autunno**, rispettivamente, quando il Sole attraversa l'*equatore celeste* (da sud a nord e da nord

⁸ In un calendario, infatti, è la posizione del solo punto gnomonico che conta, non già quella di tutto il tratto polare dello gnomone, come nell'orologio moderno, visto l'andamento particolare delle linee che mai possono essere allineate con l'ombra stilare.

⁹ Mediamente il 21: vedi anche <http://www.arsgnomonica.com/date.php>.

Noterete che la chiazza di luce dello gnomone, nella sua altalena annuale, non uscirà mai dai confini tracciati dalle due iperboli invernale ed estiva.

Calendario personale



Osservando la posizione sul quadrante del **raggio di luce** che attraversa il foro nel punto gnomonico¹⁰ possiamo notare che quando questo scivola lungo le due *iperboli personali* in quei due giorni si celebrano i **compleanni** di Alida e di Carlo.

Nell'esempio la posizione dell'ombra dello gnomone, o meglio della chiazza luminosa, sull'*iperbole personale superiore* indica che quel giorno è il **compleanno di Alida**, il 14 febbraio. Il 30 giugno il raggio di luce illuminerà per tutto il giorno l'altra curva personale, quella inferiore, celebrando il compleanno di Carlo.

¹⁰ In un calendario, infatti, è la posizione del solo punto gnomonico che conta, non già quella di tutto il tratto polare dello gnomone, come nell'orologio moderno, visto l'andamento particolare delle linee che mai possono essere allineate con l'ombra stilare.

Misuratore della declinazione solare



Osservando la posizione sul quadrante del **raggio di luce** che attraversa il foro nel punto gnomonico¹¹ in rapporto alle *curve di declinazione astronomica* (quelle sottili punteggiate, non smaltate, accompagnate dai valori angolari in gradi), possiamo conoscere la declinazione del Sole quel giorno. Sebbene il Sole vari costantemente la sua posizione celeste assumendo incessantemente e impercettibilmente, ora dopo ora, giorno dopo giorno valori sempre diversi della propria declinazione, questi oscilleranno per tutto l'anno sempre tra i valori estremi di $\pm 23.4^\circ$.

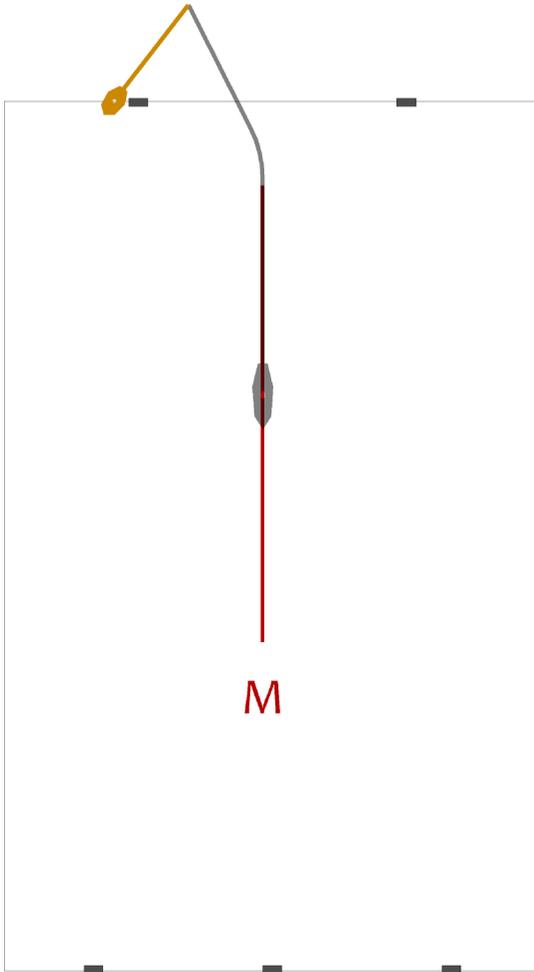
Sul nostro quadrante si è scelto di scandire le declinazioni ogni 10° , da -20° , declinazione prossima a quella dell'ingresso del Sole nei segni zodiacali dell'*Acquario* e del *Sagittario*, a -10° , declinazione prossima a quella dell'ingresso del Sole nei segni zodiacali dei *Pesci* e dello *Scorpione*, a 0° , già tracciata sul quadrante come *linea equino-*

ziale, a $+10^\circ$, declinazione prossima a quella dell'ingresso del Sole nei segni zodiacali del *Toro* e della *Vergine*, a $+20^\circ$, declinazione prossima a quella dell'ingresso del Sole nei segni zodiacali dei *Gemelli* e del *Leone*.

¹¹ In un misuratore di declinazione astronomica, infatti, è la posizione del solo punto gnomonico che conta, non già quella di tutto il tratto polare dello gnomone, come nell'orologio moderno, visto l'andamento particolare delle linee che mai possono essere allineate con l'ombra stilare.

Nell'esempio la posizione dell'ombra dello gnomone, o meglio della chiazza luminosa, indica che quel giorno il Sole si trova ad avere la declinazione di $+10^\circ$ (potendo essere il 15 aprile o il 27 agosto).

Bussola



Osservando la posizione sul quadrante del **raggio di luce** che attraversa il foro nel punto gnomonico¹² in rapporto alla *meridiana* possiamo star certi che quando, come nell'esempio, quello la attraversa, il Sole si trova esattamente a **sud**¹³, potendo perciò ricavare facilmente la direzione degli altri *punti cardinali* ed usare quindi il nostro strumento anche come **bussola** essenziale.

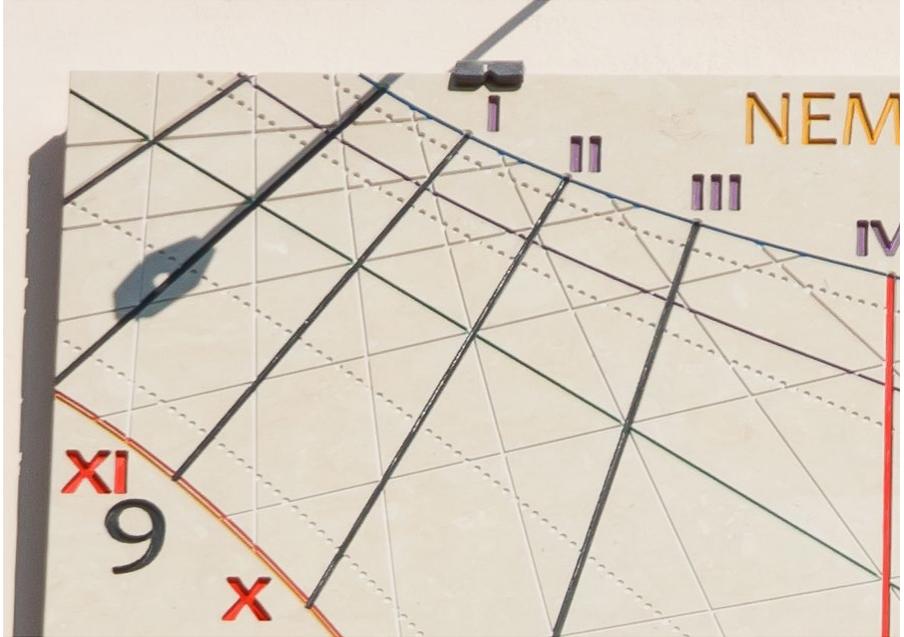
Peccato che il suo funzionamento sia limitato ad un solo istante ogni giorno...

¹² In una bussola solare, infatti, è la posizione del solo punto gnomonico che conta, non già quella di tutto il tratto polare dello gnomone, come nell'orologio moderno, visto l'andamento particolare delle *linee azimutali* (qui rappresentate dalla sola *meridiana*) che mai possono essere allineate con l'ombra stilare (tranne appunto la *meridiana*).

¹³ Nell'emisfero boreale. In quello australe il Sole starebbe indicando il nord.

Esempio reale

In questa foto, presa sul campo la mattina di un 21/8, vediamo lo strumento svolgere alcune delle sue funzioni più significative.



- ☀️ l'orologio **francese** (linee nere con numeri indo-arabi) indica le **7:55** circa, che è l'**ora vera locale**;
- ☀️ aggiungendo i circa 11 minuti indicati dall'*equazione del tempo localizzata*¹⁴, più l'ora cosiddetta "legale", sappiamo che erano le **9:06** circa, **ora media del fuso**;
- ☀️ l'orologio **babilonico** (linee con numeri romani lilla) ci dice che erano circa le **2:40**, essendo infatti il Sole sorto quel giorno alle **6:23**;
- ☀️ l'orologio pseudo-**italico** (linee con numeri romani rossi) ci dice invece che mancavano circa **10^h50^m** al tramonto, avvenuto quella sera alle **19:58**;
- ☀️ inoltre, trovandosi il raggio di Sole tra la *curva zodiacale del Cancro* e la *linea degli equinozii*, il **calendario stagionale** ci dice che era piena **estate**¹⁵;
- ☀️ infine, dalle linee punteggiate, leggiamo che il Sole quel giorno aveva una **declinazione astronomica** di circa **12°** (per la precisione 11.99°).

¹⁴ In basso sul quadrante, qui nascosta.

¹⁵ Potendo però essere anche primavera.

Curiosità

Per concludere alcune particolarità sul quadrante e sul suo disegno:

- ☀ tutte le linee orarie sono *rette*
- ☀ tutte le linee calendariali sono curve e sono archi d'*iperbole*, tranne l'equinoziale che è una retta
- ☀ tutte le linee orarie moderne convergono alla base¹⁶ dello gnomone
- ☀ la *meridiana* (propriamente detta, la linea rossa del mezzogiorno) è l'unica linea perfettamente *verticale*
- ☀ la meridiana e lo stilo (il tratto polare dello gnomone) formano un angolo pari alla *colatitudine* del luogo
- ☀ la linea *sustilare* (che non compare sul quadrante, non essendo una linea oraria significativa ma solo la proiezione dello stilo su quello) se ci fosse sarebbe *perpendicolare* alla linea *equinoziale*
- ☀ la linea delle 6 moderne, che non compare nel quadrante trovandosi appena fuori, in alto a sinistra, passa all'incrocio tra la linea dell'orizzonte (il bordo superiore del quadrante) e la linea equinoziale
- ☀ per qualunque giorno dell'anno, per qualunque istante, se sommate l'ora italica indicata (quella propriamente detta, complementare, come sapete, a quella residua che abbiamo scelto di segnare sul quadrante) a quella babilonica, pure indicata nello stesso istante, ottenete la *durata del dì* (com'è noto, variabile durante l'anno), addirittura anche in assenza di Sole (basta che scegliate un punto sul quadrante)

¹⁶ La base dello gnomone è il punto in cui questo incontra il quadrante. Qui manca materialmente, vista la forma dello gnomone, ma la si può immaginare in alto a destra, idealmente prolungando il tratto polare dello gnomone ed estendendo la superficie del quadrante fino a farli incontrare.