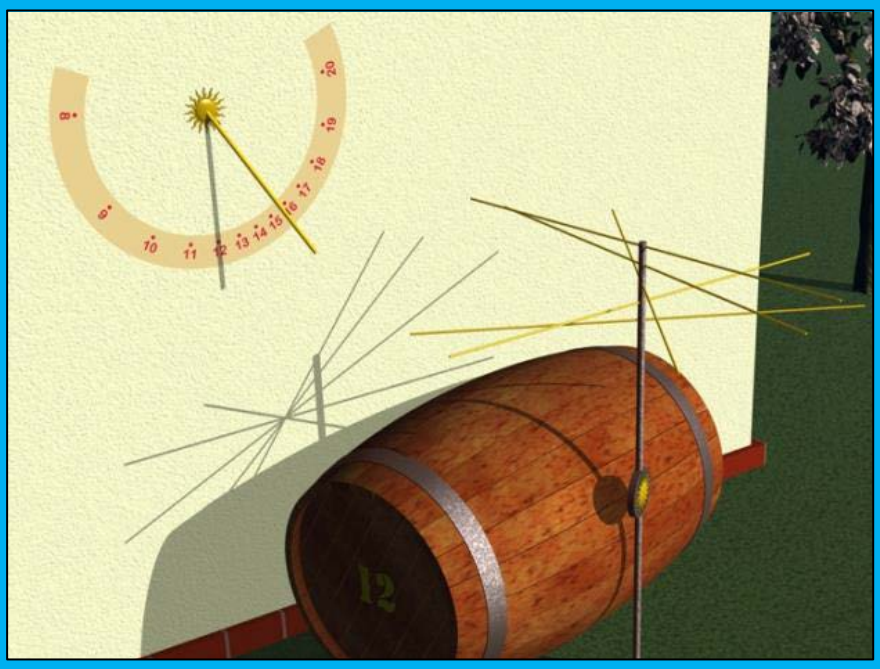
OROLOGI SOLARI



Anselmi Riccardo Come ho realizzato un orologio solare catottrico dentro il mio studio – ***Bonzani Giacomo (Gim)*** Mario Damonte: genovese, vigezzino adottivo e gnomonista – ***Casalegno Gianpiero*** Quadranti al tramonto “vero”: prime realizzazioni – ***Casalegno Gianpiero, Righi Renzo*** Ricordo di Edmondo Marianeschi (Contributo breve) – ***Del Favero Enrico*** Calendari e linee meridiane (Contributo breve) – ***Gallo Paolo*** Le linee del tempo con un CAD 3D – ***Giongo Mauro*** El botesèl de l'asé (Orologio Solare di altezza) (Contributo breve) – ***Gunella Alessandro*** Considerazioni sulla meridiana con due stili polari di Aimé Pauwels – ***Reekmans André*** Meridiana con due stili polari – ***Savian Fabio*** La geometria degli orologi bifilari e gli orologi multifilari – ***Stocco Elsa*** Un approccio grafico all’ellisse di Aimè Pauwels

n.24 - aprile 2021

rivista di gnomonica… e dintorni

www.orologisolari.eu

CGI – Coordinamento Gnomonico Italiano
groups.google.com/forum/#!forum/gnomonicaitaliana

Comitato di redazione
redazione@orologisolari.eu

Casalegno Gianpiero
Caviglia Francesco
Ghia Luigi Massimo
Nicelli Alberto
Stocco Elsa

6 **Come ho realizzato un orologio solare catottrico dentro il mio studio**
Anselmi Riccardo

11 **Mario Damonte: genovese, vigezzino adottivo e gnomonista**
Bonzani Giacomo (Gim)

14 **Quadranti al tramonto "vero": prime realizzazioni**
Casalegno Gianpiero

20 **Le linee del tempo con un CAD 3D**
Gallo Paolo

28 **Considerazioni sulla meridiana con due stili polari di Aimé Pauwels**
Gunella Alessandro

31 **Orologio solare verticale con due stili polari**
Reekmans André

37 **La geometria degli orologi bifilari e gli orologi multifilari**
Savian Fabio

51 **Un approccio grafico all'ellisse di Aimè Pauwels**
Stocco Elsa

RUBRICHE:

54 **Contributi brevi**
Ricordo di Edmondo Marianeschi
Casalegno Gianpiero, Righi Renzo
Calendari e linee meridiane
Del Favero Enrico
El botesèl de l'asé (Orologio Solare di altezza)
Giongo Mauro

59 **Itinerari gnomonici**

69 **Rassegna riviste di gnomonica**

78 **Pubblicazioni**

84 **Gnomonica nel Web**

85 **Quiz**

In copertina: Orologio multifilare, dall'articolo di Fabio Savian

In quarta di copertina: Immagine dell'orologio catottrico di Riccardo Anselmi

La redazione declina ogni responsabilità per i danni di qualunque tipo che dovessero essere provocati da eventuali applicazioni dei metodi, delle teorie e dei dati numerici presenti negli articoli pubblicati. Gli autori dichiarano, sotto la loro responsabilità, che le immagini pubblicate nei loro articoli hanno tutte ricevuto il permesso alla loro pubblicazione.
Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta o trasmessa in nessun modo, elettronico o meccanico, incluse fotocopie, senza l'autorizzazione scritta della redazione.

Editoriale

Cari lettori, con aprile arriva il numero 24 della nostra rivista, e ancora ci stiamo confrontando con questa odiosa pandemia che sta rubando letteralmente '*il breve tempo di nostra vita*'. Tutto è sospeso, rimandato a tempi futuri: non ci resta che tener duro sperando in un veloce prossimo superamento del problema grazie al vaccino. Intanto consolatevi con la lettura e inviateci i vostri contributi, le vostre proposte, le vostre critiche in modo che la rivista diventi sempre più centro di approfondimenti e nuove idee…

Anche questo numero è ricco di interessanti articoli e contributi dal variegato contenuto.

Chi ha fatto tesoro del prolungato isolamento, cui ci ha costretto la pandemia, è Riccardo Anselmi che ci coinvolge anche emotivamente nella realizzazione di un orologio a riflessione sulla parete interna del suo studio: oltre ad usuali linee orarie e alla lemniscata del tempo medio, sono presenti alcune linee riferite alla Luna.

Gim Bonzani ci ricorda la figura dell' amico gnomonista Mario Damonte, ne riassume la vita personale e professionale e descrive alcuni strumenti da lui costruiti per disegnare orologi solari verticali.

Riprendendo un'idea già esposta al Seminario di Gnomonica del 2011, sul calcolo di un orologio che indica le ore al tramonto "vero", ovvero quelle consentite dal profilo dell'orizzonte, Gian Casalegno ci propone le sue prime realizzazioni.

Allegati scaricabili nelle cartelle alla sezione "Bonus" del sito di Orologi Solari (www.orologisolari.eu)

1. *Approccio grafico all'ellisse di Pauwels*
   File di calcolo e simulazione dell'orologio a due stili polari.
2. *Itinerari gnomonici*
   a) Elenco e coordinate degli orologi citati nell'articolo di G. Bosca.
   b) Localizzazione degli orologi in un file .kmz per Google Earth.
3. *La Baita delle Meridiane*
   La cartella contiene il libretto di Mauro Giongo sui suoi orologi.
4. *Libri di Sawyer*
   Contiene il file Excel con l'elenco degli articoli raccolti nei libri di Sawyer.
5. *Orologio solare con due stili polari*
   Foglio Excel per il calcolo dell'orologio di Pauwels.
6. *Ricordo di Edmondo Marianeschi*
   La cartella contiene il materiale elencato nell'articolo scritto in ricordo di Marianeschi.

L' esperienza didattica, proposta da Paolo Gallo nel suo articolo, ci mostra come gli orologi solari possono offrire un utile e divertente argomento per esercitarsi nell'uso di un software come CAD 3D, rendendo possibile tracciare diversi tipi di orologi solari senza doversi impegnare in calcoli complicati.

Un articolo di Reekmans presenta e analizza due orologi solari verticali, progettati dal compianto Aimé Pauwels (modelli n. 68 e n. 69). I due orologi, già presentati in articoli di riviste straniere, caratterizzati dall'avere due gnomoni polari e i punti orari disposti lungo un'ellisse, hanno sollecitato molta curiosità ed interesse. Due altri articoli infatti si occupano di questi singolari orologi: uno, a firma di Alessandro Gunella, illustra una serie di considerazioni teoriche che giustificano e generalizzano il metodo usato nella loro costruzione richiamandosi agli eleganti teoremi della geometria proiettiva, l'altro, di Elsa Stocco, esplora e ricostruisce gli orologi sfruttando le potenzialità dinamiche di Geogebra.

Non manca la fantasia e l'inventiva di Fabio Savian che affronta lo studio dell'orologio bifilare equiangolo e ne sviscera le complessità con un approccio essenzialmente geometrico, senza trascurare gli aspetti fondamentali del calcolo: una base di partenza per affrontare l'orologio multifilare che segnala un solo orario, ma può fare a meno del quadrante e usare come schermo una superficie con qualunque orientamento e forma.

Si arricchisce la rubrica dei "Contributi brevi" dove troviamo un "Ricordo di Edmondo Marianeschi" curato da Gian Casalegno e Renzo Righi: una cartella, presente nei Bonus, raccoglie i suoi scritti. Seguono Enrico Del Favero con "Calendari e linee meridiane" e Mauro Giongo con "El botesèl de l'asé (Orologio Solare di altezza)".

Si conclude con questo numero il lungo itinerario che ci ha guidati alla scoperta degli Orologi solari a Torino di Emanuela e Giovanni Bosca.

Tra le consuete recensioni, quella relativa a una ghiotta novità editoriale: la pubblicazione dei 5 volumi in cui Fred Sawyer raccoglie i suoi studi gnomonici pubblicati in una lunga e proficua carriera.

Auguriamo a tutti una buona lettura!

La Redazione

ABSTRACT

How I built a catottric sundial in my study
Riccardo Anselmi
The author describes the steps followed in the construction of a reflecting sundial, with the lemniscate for the mean time, on the inside wall of his study. The sundial calculation was performed with the help of the software Cartesius Web, which can be used directly from the web browser.

Mario Damonte: Genoese, Vigezzino by adoption and gnomonist
Giacomo (Gim) Bonzani
The author recalls the gnomonist Mario Damonte, summarizes his personal and professional life and describes some tools he built to design vertical sundials.

Sundials to "true" sunset: first achievements
Gian Casalegno
In 2011, at the National Seminar of Pescia, the author illustrated how to calculate, using the software Orologi Solari, the profile of the horizon from DEM data and then derive the lines of the hours to "true" sunset, taking into account the surrounding reliefs. Here the first achievements of this type are shown and the used method is summarized.

Time lines with a 3D CAD
Paolo Gallo
There are some examples on the use of a 3D CAD for drawing lines of a sundial: an educational experience that shows how sundials offer a useful and fun topic to have practice with the software, while tracing a sundial without calculation.

Considerations on the sundial with two polar styles by Aimé Pauwels
Alessandro Gunella
The author illustrates a series of theoretical considerations that justify and generalize the method used by Aimé Pauwels in the construction of the sundial with two polar styles.

Vertical sundial with two polar styles
André Reekmans
Two vertical sundials are presented and analyzed, one facing almost South and the other facing almost North, designed by the late Aimé Pauwels (models no. 68 and no. 69). The two sundials are characterized by having two polar gnomons, one for the morning and the other for the afternoon, and the hour points arranged along an ellipse.

RÉSUMÉ

Comment j'ai fait un cadran à réflexion dans mon studio
Riccardo Anselmi
On présente les étapes suivies dans la construction d'un cadran solaire à réflexion, avec la lemniscata pour le temps moyen, sur la paroi intérieur du studio de l'auteur. Le calcul du cadran a été effectué avec le logiciel Cartesius Web, utilisable directement parmi le navigateur Web.

Mario Damonte : Génois, Vigezzino adoptif et gnomoniste
Giacomo (Gim) Bonzani
L'auteur rappelle le gnomoniste Mario Damonte, en résume la vie personnelle et professionnelle et décrit certains instruments qu'il a construits pour dessiner des cadrans solaires verticaux.

Cadrans au coucher du soleil "vrai": premières realizations
Gian Casalegno
Au Séminaire National de Pescia de 2011, l'auteur expliqua comment calculer, en utilisant le programme Orologi Solari, le profil de l'horizon à partir des données DEM et en déduire les lignes des heures au coucher du soleil "vrai", en tenant compte des reliefs environnants. Les premières réalisations de ce type sont ici présentées avec les résultats obtenus et un résumé de la méthode utilisée.

Les lignes de temps avec un CAD 3D
Paolo Gallo
Sont proposés des exemples d'utilisation d'un CAD 3D pour dessiner les lignes d'un cadran solaire: une expérience didactique dans laquelle les cadrans solaires offrent un argument utile et amusant pour pratiquer le logiciel, tout en permettant de dessiner un cadran solaire sans utiliser le calcul.

Considérations sur le cadran solaire avec deux styles polaires de Aimé Pauwels
Alessandro Gunella
L'auteur présente une série de considérations théoriques qui justifient et généralisent la méthode utilisée par Aimé Pauwels dans la construction du cadran solaire avec deux styles polaires.

Cadran solaire verticale avec deux styles polaires
André Reekmans
Deux cadrans solaires verticales sont présentés et analysés, l'un orienté presque vers le Sud et l'autre orienté presque vers le Nord, projetées par le regretté Aimé Pauwels (modèles n. 68 et n. 69). Les deux cadrans se caractérisent par deux gnomons polaires, un pour le matin et l'autre pour l'après-midi, et les points horaires disposés le long d'une ellipse.

The geometry of bifilar and multifilar sundials

Fabio Savian

The author proposes a geometric approach to the study of equiangular bifilar sundials, with essential notes on their calculation: a base to deal with the multifilar one, that marking a single time, can work without a quadrant and uses as a projective screen a surface with any orientation and shape.

A graphical approach to the Aimè Pauwels ellipse

Elsa Stocco

The two-style sundial of Aimé Pauwels, characteristic for its hour points placed on an ellipse, as described by Reekmans also in this number of OS, is explored with the use of Geogebra, to answer the questions: 'why an ellipse' and 'how to build it'.

La géométrie des cadrans bifilaires et multifilaires

Fabio Savian

L'auteur propose une approche géométrique à l'étude des cadrans bifilaires équiangle, avec des notes essentielles sur leur calcul: une base pour aborder le cadran multifilaire qui, en signalant une seule heure, peut se passer du cadran et utiliser comme écran projectif une surface, quelle que soit son orientation et sa forme.

Une approche graphique de l'ellipse d'Aimè Pauwels

Elsa Stocco

Le cadran solaire à deux styles polaires d'Aimé Pauwels, caractéristique pour son tracé horaire placé sur une ellipse, décrit par Reekmans dans ce nombre d'OS, est exploré avec Geogebra, pour répondre aux questions qu'il pose: quelle est la raison d'une 'ellipse' et 'comment la construire'.

Come ho realizzato un orologio solare catottrico dentro il mio studio

Si presentano i passi seguiti per la costruzione di un orologio solare a riflessione, con la lemniscata per il tempo medio e con alcune linee riferite alla Luna, sulla parete interna dello studio dell'autore. Il calcolo dell'orologio è stato effettuato con l'aiuto del software Cartesius Web, utilizzabile direttamente dal browser Web.

di Riccardo Anselmi (matutianus@gmail.com)

L'occasione per tracciare un orologio a riflessione all'interno dell'appartamento in cui vivo da oltre due anni mi è stata data dalla pandemia che mi ha costretto a stare in casa più del previsto. L'idea non è nata per caso, nel senso che forse senza questa severa motivazione non avrei mai pensato di dedicarmi a questo orologio solare in questo periodo. È stata un'esperienza dai risvolti positivi, dovuta a una causa negativa imprevista, che mi ricorda vagamente un confinamento da Decamerone. In questo frangente, ho potuto approfondire la conoscenza degli orologi a riflessione e migliorare anche le prestazioni del software che avevo appositamente scritto già da parecchi anni, ma che da parte mia era stato un po' trascurato.

Come prima operazione ho condotto una ricerca sulla fattibilità dell'orologio solare, considerando quale zona della casa potesse rivelarsi più idonea alla sua realizzazione. Infine ho optato per una parete verticale del mio studio, la cui unica finestra lascia entrare il Sole al mattino, per circa tre ore (Fig. 1). Ho ritenuto essenziale mettere uno specchietto inclinato sul davanzale interno della finestra che riflettesse il raggio di Sole sulla parete presa in considerazione.

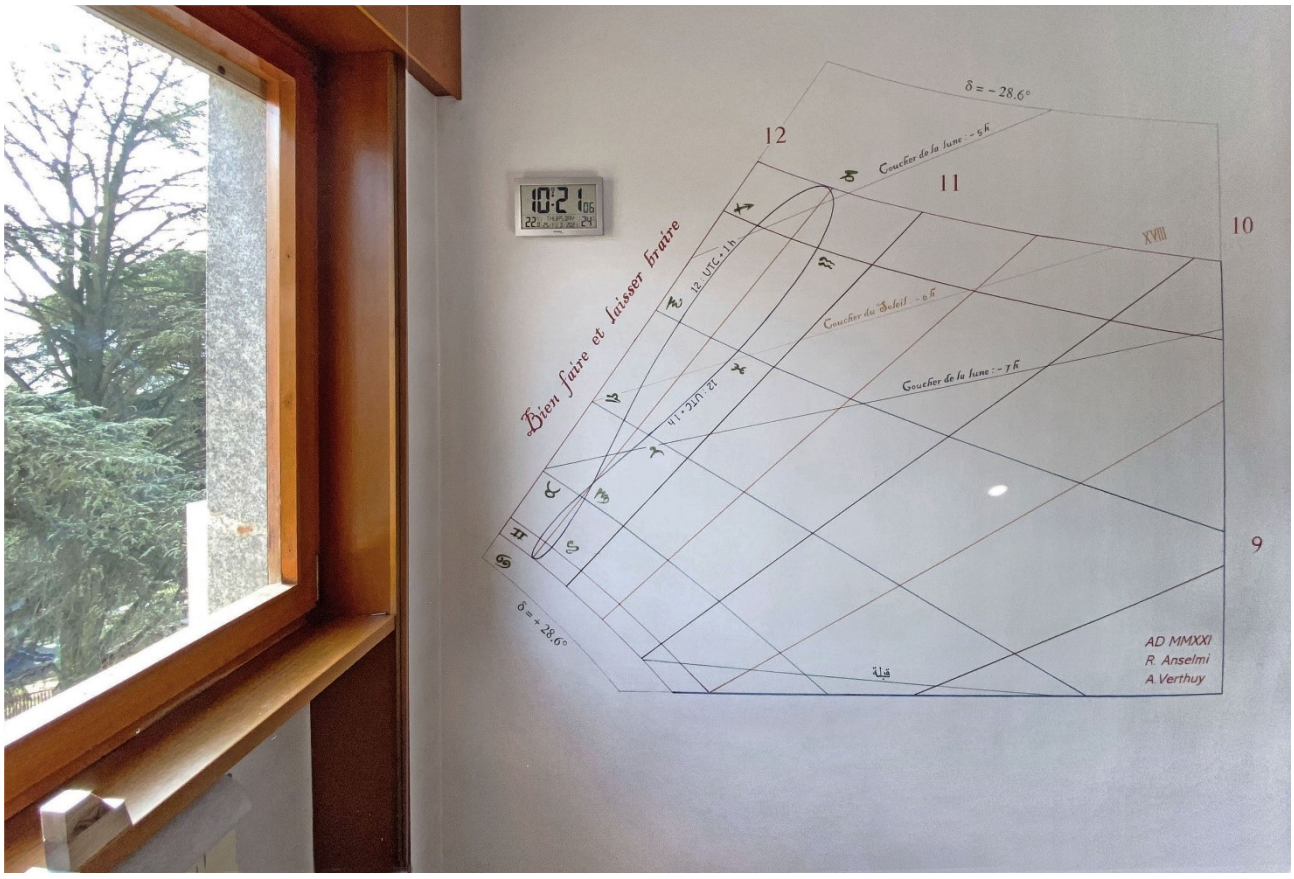


Fig. 1 − La parete con il quadrante e il supporto dello specchietto sul davanzale della finestra.

Per determinare la declinazione gnomonica di questa superficie verticale ho teso un filo orizzontalmente sul pavimento, in modo parallelo alla parete. Ho misurato l'azimut del Sole nell'istante in cui l'ombra di un filo a piombo ricopriva esattamente il filo orizzontale, sommando poi algebricamente − 90° al valore riscontrato. Dopo avere fatto altri rilievi in giorni diversi ho assunto infine, come declinazione gnomonica della parete interna del mio studio, il valore D = −141,73°. Inoltre, ho constatato che era possibile realizzare una linea meridiana e la lemniscata delle ore 12 civili, perché lo specchietto poteva riflettere il sole sino alle ore 12:30 circa. Per ottenere questo risultato ho valutato che necessitava uno specchietto inclinato di circa 38° rispetto all'orizzonte (ossia con distanza zenitale di 52°) e declinante circa 37° verso Ovest. Questa scelta oculata mi avrebbe permesso di tracciare la lemniscata in posizione obliqua in modo tale da non invadere il soffitto, superficie su cui sarebbe stato arduo lavorare per una persona anziana.

Da un parallelepipedo di legno ho ottenuto un poliedro con una faccia inclinata di 38°, sulla quale ho incollato uno specchietto circolare; ho poi ruotato il tutto, in modo provvisorio, per dare allo specchietto una declinazione di 40° verso Ovest. Successivi adattamenti mi hanno portato ad assumere i seguenti valori finali: distanza zenitale dello specchio DZs = 52,28°, declinazione dello specchio Ds = 37,72°. Il valore di DZs scelto inizialmente (52°) non si è mantenuto a causa di una leggera pendenza del davanzale, che provoca una variazione dell'inclinazione dello specchio al variare della sua declinazione. I due valori finali sono stati calcolati dal software dopo alcuni aggiustamenti manuali.

Non potendo fissare il supporto ligneo dello specchio sul davanzale, ho cercato e trovato il modo di rimettere lo specchio nell'identica posizione utilizzata in precedenza senza tema di incorrere in errori di rilievo. Lo specchio, pertanto, può essere rimosso al termine di ogni prestazione e conservato separatamente. Un altro ostacolo da superare era rappresentato dalla posizione dell'origine G delle coordinate: essa cadeva all'interno del muro laterale e pertanto non era accessibile in modo diretto. Dopo attente valutazioni ho stabilito che dallo spigolo del muro al punto G ci sono 17 mm, distanza di cui ho dovuto tenere conto nel misurare le ascisse dei vari punti del grafico.

La figura 2 mostra per intero l'area disponibile per lo sviluppo del costruendo quadrante solare, la cui superficie utile è minore di quella ricoperta dal grafico.

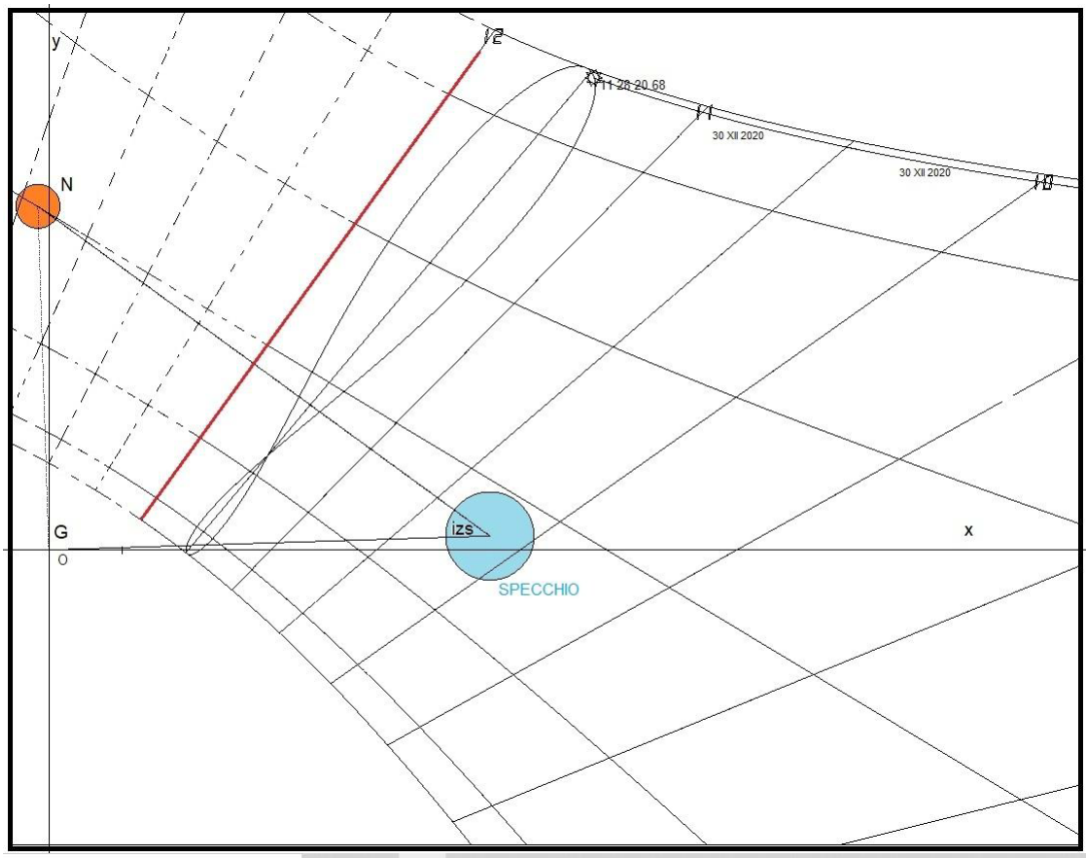


Fig. 2 − -Veduta generale della zona occupata dal quadrante solare .

Vediamo ora alcuni dati tecnici del quadrante a riflessione: la distanza dello specchio dalla parete è 0,848 m, il punto N, sul quale la normale allo specchio interseca il piano dell'orologio, ha come coordinate cartesiane Xp = − 0,0209 m e Yp = 0,6561 m. La sua presenza non serve al funzionamento dell'orologio solare, ma aiuta a capire se il procedimento seguito per realizzare il quadrante è corretto. Esso permette di verificare, sia pur in modo approssimativo, se lo specchio è giustamente orientato.

Le coordinate orarie del punto N si possono ottenere facilmente adattando le formule che forniscono la latitudine e la longitudine della località in cui un quadrante piano, comunque orientato, diventa orizzontale. Purtroppo il punto N, visibile in Fig. 2, non è visibile sul quadrante perché giace dentro il muro; esso fa comunque parte di un triangolo rettangolo che mostra (Fig. 2) lo specchio, colorato in azzurro, ribaltato di 90°in modo da permettere di misurarne la distanza dall'origine e quella che intercorre tra questa ultima e N. L'angolo izs di 37,72° è l'inclinazione dello specchio, complementare della sua distanza zenitale. Per avere la posizione reale dello specchio bisogna ruotare il triangolo NGS intorno al segmento NG sino a portarlo ortogonale al quadrante. L'origine delle coordinate G coincide con il piede dello specchio: questo ultimo occupa il punto gnomonico del quadrante solare.

Dato che in questo orologio solare il punto N si trova nell'area tra i solstizi, dove pure si muove il bollo di luce, il punto N, due volte all'anno, si trova per un istante allineato con il Sole e con lo specchio. In questo caso le coordinate orarie del Sole coincidono con quelle del Sole riflesso, ma poiché lo specchietto è oscurato dall'ombra del muro il quadrante non funziona. Non sempre però il punto N cade tra le linee dei solstizi, rendendo impossibile il verificarsi di questa singolare eventualità. Per progettare il quadrante solare ho usato il software Cartesius Web [rif. 1] utilizzabile direttamente dal "browser" Web.

Vediamo in dettaglio alcune informazioni contenute nei dati estratti dal grafico. Lo specchio è un minuscolo piano che inizia a funzionare quando la sua superficie viene investita dal flusso luminoso irraggiato dalla nostra stella. In questa fase non è dissimile a un quadrante piano comunque orientato. L'orologio solare funziona quando la luce riflessa va a cadere sulla superfice del quadrante che, generalmente è in ombra.

RAMA2021

Alba al solstizio estivo	4 14
Tramonto al solstizio estivo	1945
Sole sullo specchio	7 53
Il sole esce dallo specchio	1945
Alba in data 31 12 2020	7 43
Tramonto in data	1616
Sole sullo specchio	7 52
Il sole esce dallo specchio	1616
f0mirror	-0.1986°
f0long	-28.3289°
Latitudine	45.7438°
Declinazione	-141.73°
Reclinazione	0°
Declinazione specchio	36.86°
Reclinazione specchio	37.72°
Distanza specchio (m)	0.848
Longitudine	7.6438°
Angolo tra i piani	37.74°

Specchio
Polo dello specchio
Stella opzionale

x, y N -0.0209; .6561

Angolo orario del sole 28.3289
Declinazione del sole -.1986
Az = 36.863°
h = 37.72°
inc = 0°
Ora del polo 1 53

Angolo orario del polo 28.3289°
Declinazione Polo Specchio -0.1986°
Angolo tra mass. pendenza e mezzogiorno -35.8517°
inc = 0°
Declinazione sole riflesso -.1987°
Angolo orario sole riflesso 28.329°

Altezza sole riflesso 37.72°
Az sole riflesso 36.863°

Fig. 3 − Alcuni dati del quadrante a riflessione.

Nel riquadro di Fig. 3 ci sono, come primi dati, quelli che riguardano l'alba e il tramonto al solstizio d'estate. Segue poi l'ora in cui lo specchio riflette i raggi del Sole, il che avviene dopo l'alba, mentre il tramonto chiude la fase di utilizzo del quadrante solare. Subito dopo è proposto un esempio che prende in considerazione il funzionamento dell'orologio solare il 31 dicembre 2020: il Sole sorge alle 7 e 43 ma lo specchio non si illumina che alle 7 e 53 mentre il tramonto del Sole, alle 16 e 16, spegne anche lo specchio. Si tratta di un calcolo teorico che ovviamente non tiene conto né dei rilievi montuosi circostanti né di altro genere di ostacoli. In effetti, la luce del Sole termina di battere sullo specchio quando l'ombra dello spigolo della finestra lo raggiunge sul davanzale dove è posizionato, ossia quando Sole e spigolo hanno lo stesso azimut. Questo limite strutturale è poco distante dalla linea meridiana per cui ho usato questa ultima come parte della cornice del grafico.

Si leggono poi due dati (f0mirror e f0long) che corrispondono alle coordinate geografiche della località della Terra in cui lo specchio diventa orizzontale: il primo indica la sua latitudine, il secondo la sua longitudine misurata a partire dalla località del quadrante. Poi sono indicate le coordinate cartesiane e quelle orarie del punto N. Gli altri dati, di puro interesse teorico, riferiti a Sole allineato con il punto N e riportati per chi desidera conoscere alcuni aspetti teorici conosciuti soltanto dagli gnomonisti più esigenti, sono stati in parte calcolati con formule di trigonometria sferica citate negli articoli della bibliografia [rif.2] e [rif 3].

Si osserva che nel punto di coordinate geografiche f0mirror e f0long il punto N si trova allo zenith, poiché lo specchio traslato in questo punto diventa orizzontale.

Il software Cartesius Web può costruire anche un modello tridimensionale dell'orologio progettato, modello che può poi essere osservato da un'angolazione a piacere. Le Figg. 4 e 6 propongono due viste del modello tridimensionale, nelle quali si vede lo specchio, correttamente orientato e rappresentato da una serie di circonferenze concentriche che lo mettono in evidenza, congiunto al dirimpettaio N mediante la normale alla sua superficie.

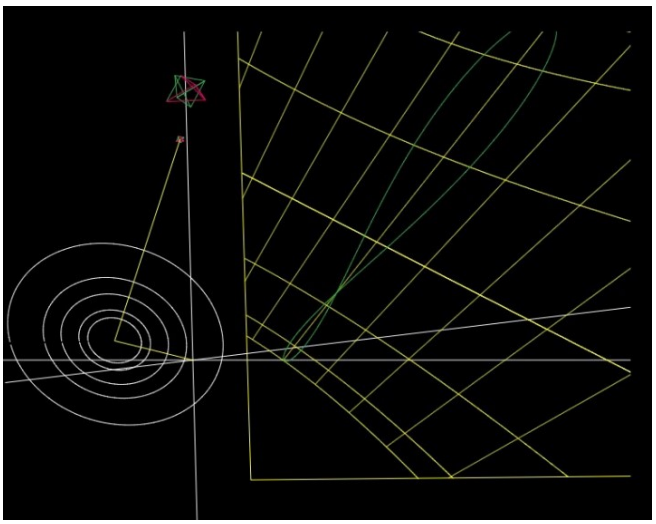


Fig. 4 – Una vista del modello tridimensionale dell'orologio. Il quadrante è visto dal davanti e lo specchio nella parte posteriore.

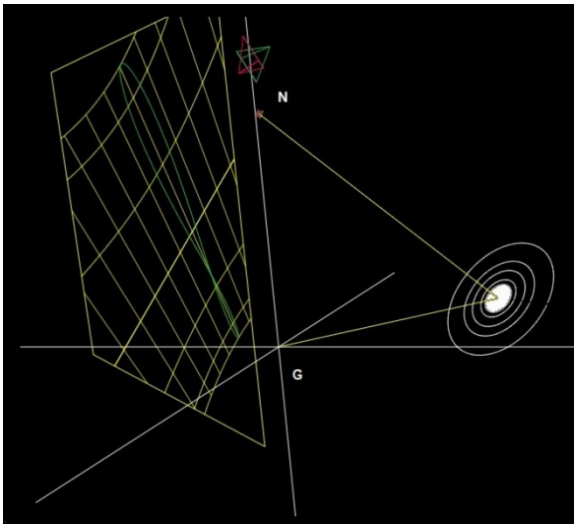


Fig. 5 – Una vista del modello tridimensionale dell'orologio. Il quadrante è visto da dietro e lo specchio nella parte anteriore.

La fase successiva della realizzazione riguarda il tracciamento dell'orologio solare sulla parete, operazione che ho risolto, nei soli riguardi della lemniscata, mediante il posizionamento sulla parete di fogli di carta di formato A4, facenti parte di un reticolo quadrato composto di parti in grandezza naturale. Si tratta di un metodo di pronto impiego molto valido per piccoli orologi solari, perché non richiede alcun intervento esterno, ma che sconsiglio di usare per tracciare un intero quadrante solare di grandi dimensioni.

La linea meridiana, colorata in rosso, è stata presa come limite occidentale del quadrante, che va in ombra pochi minuti dopo il mezzogiorno vero. A destra il limite è ancora indefinito, ma ho già potuto osservare che a fine anno la macchia di luce è apparsa circa 2 ore prima delle 12.

In generale, gli orologi a riflessione possono essere dotati di un'ampia lemniscata, le cui dimensioni dipendono dalla distanza dello specchietto dalla parete che, similmente all'ortostilo di un quadrante tradizionale, agisce come un pantografo. Il suo aspetto facilita la lettura dell'ora media rappresentata e promuove un piacevole impatto visivo sull'osservatore. Nel caso proposto in questo articolo, la lemniscata si estende in modo obliquo per una lunghezza di circa 1,16 m.

Per ricordare con questo quadrante anche il sistema orario italico, ho poi voluto aggiungere una linea per l'ora 18 Italica (Coucher du Soleil – 6 h).

Nella parte bassa del quadrante ho anche aggiunto la Qibla, identificata da una scritta in lingua araba.

Mi sono poi chiesto se sulla parete si potesse osservare anche la macchia luminosa data della luce della Luna: la risposta è stata positiva, ma ho constatato che per avere una buona luminosità conviene montare di notte uno specchio più grande, cosa non problematica su questo orologio, che ha lo specchio asportabile e a portata di mano.

Ho così deciso di tracciare sul quadrante anche due linee "lunari", riferite al tramonto della Luna (Coucher de la Lune): una indica il momento in cui mancano 5 ore al tramonto, e l'altra indica il momento in cui mancano 7 ore. Queste due linee sono sostazialmente linee Italiche, ma non corrispondono alle ore Italiche 19 e 17. Infatti la Luna ha un suo moto intorno alla Terra e di conseguenza il suo moto apparente non è di 15° ogni ora, ma solo di circa 14,49°: le due linee lunari cercate sono quindi praticamente coincidenti con quelle delle ore italiche 19^h 10' e 17^h 14'. A completare le informazioni lunari, ho tracciato le due curve di declinazione ± 28,6°: massimo valore che può raggiungere la Luna.

Essendo questo orologio solare di fronte alla mia scrivania posso osservarlo semplicemente distogliendo leggermente lo sguardo dallo schermo del computer che ho di fronte e verificarne il funzionamento. Non si può restare indifferenti al fascino che il minuto bollo di luce riflesso dallo specchietto è in grado di esercitare (Figg. 6 e 7). Per alcune ore, ogni giorno, si ripete il prodigioso rito in cui un raggio di Sole, appositamente deviato, raggiunge la parete del mio studio, in quel momento, nascosta all'azione diretta del nostro astro. La piccola e luminosa ellisse dell'immagine riflessa del Sole si sposta silenziosamente sul quadrante indicando data e ora.

Con la sua ipnotica azione riesce perfino a estraniarmi dai pensieri che mi rimuginano nella testa. Se abbasso le tapparelle, rendendo più buia la stanza, l'effetto ammaliante aumenta. Rivivo in parte la stessa sensazione che ho provato osservando il disco solare mentre taglia la linea meridiana tracciata all'interno di una cattedrale, dato che lo specchio si comporta esattamente come un foro stenopeico che però respinge il bagliore invece di lasciarsi attraversare. L'esperienza non stanca mai: ogni qual volta il fenomeno si ripete, l'emozione si rinnova.

Fig. 6 – Lo specchietto per la luce solare (a sinistra) e quello per la luce lunare (a destra).

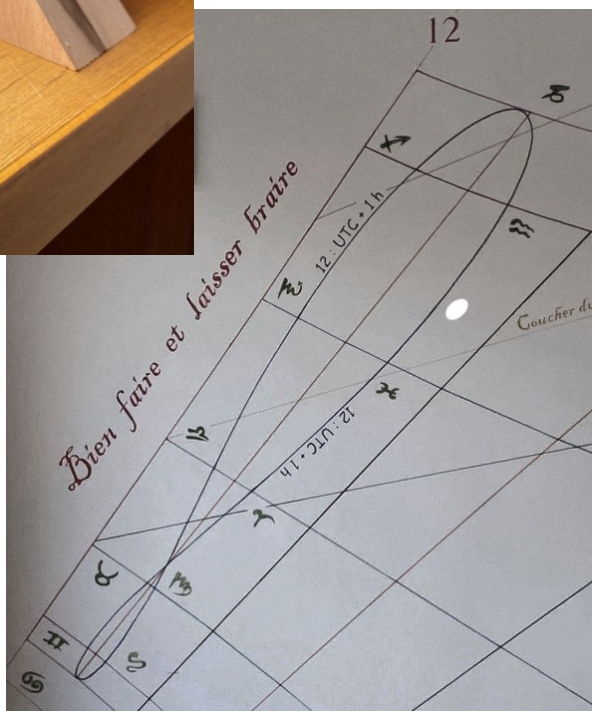


Fig. 7 – Il bollo di luce sul quadrante.

Ringrazio Luigi Massimo Ghia e Amato Verthuy, gnomonisti della Valle d'Aosta, per la fattiva collaborazione.

Bibliografia

[rif. 1] www.anselmi.vda.it/home.htm, sezione "Software/Cartesius Web".

[rif. 2] Denis Savoie, "*Cadrans solaires à réflexion*", Cadran Info n. 25 - Maggio 2012.

[rif. 3] Dominique Collin, "*Gnomonique catoptrique*", Cadran Info n. 26 - Ottobre 2012

Mario Damonte: genovese, vigezzino adottivo e gnomonista

L'autore ricorda lo gnomonista Mario Damonte, ne riassume la vita personale e professionale e descrive alcuni strumenti da lui costruiti per disegnare orologi solari verticali.

Giacomo (Gim) Bonzani (gim.bonzani@gmail.com)

Cenni biografici

Il legame di Mario Damonte con la Valle Vigezzo durò oltre sessant'anni ed era dovuto al matrimonio con Sandra Gennari di Verbania (ma di origini vigezzine) conosciuta a Genova durante una festa a bordo del transatlantico Conte Biancamano (una motonave utilizzata alla fine degli anni '20 del '900 anche dagli ultimi emigranti vigezzini negli USA). Dopo l'unione nel 1951 la coppia ebbe tre figli: Claudio, Francesco e Anna.

Uomo di mare, si innamorò della montagna Ossolana e di quella Vigezzina in particolare, percorrendone ogni cima durante le sue estati a S. Maria Maggiore. Nato nel 1921, era stato ufficiale di Marina, ancora studente di ingegneria, durante la seconda guerra mondiale. Quel tragico 9 settembre '43 nel golfo dell'Asinara era presente quando a seguito di un bombardamento tedesco fu affondata la corazzata *Roma*.

Fig. 1- Mario Damonte (a destra) insieme all'autore Giacomo Gim Bonzani

Terminata la guerra e conclusi gli studi come ingegnere meccanico, svolse tutta la sua vita lavorativa come dirigente presso lo jutificio genovese di proprietà del conte Bruzzo, un'attività che richiedeva anche qualche trasferta all'estero, specie in Inghilterra. Dotato di un'innata vena artistica, realizzava delle incisioni calcografiche che utilizzava quali personali biglietti augurali. Negli anni ne realizzò una vera e propria serie preziosa, sia per i soggetti rappresentati, che per i motti latini a corredo.

Essendo i Gennari famiglia di notabili locali che annoverava alcuni pittori, Damonte conobbe anche quel mondo "dall'interno". Era curioso ed attento studioso, sia della storia vigezzina "ufficiale" edita, che quella più segreta tramandata dalla tradizione orale. Per non parlare di quella della sua città d'origine certamente ben più ricca di eventi e figure. Damonte era consuocero dell'ingegnere milanese Giuseppe Zucchelli, indimenticato e generoso pioniere della stazione sciistica *Piana di Vigezzo*.

Costantemente aperto ad ogni novità, seguì con particolare interesse la vicenda dello Specchio di Viganella, specie quando nel 2008 si ventilò l'ipotesi di dotare di specchi lo stadio Marassi di Genova (prossimo alla sua zona di residenza): specchi che avrebbero dovuto illuminare il manto erboso in quanto la struttura delle tribune coperte non consente l'insolazione totale del campo. In quell'anno l'Ordine degli Ingegneri di Genova organizzò un convegno sull'energia solare che vide tra i relatori anche gli artefici dello specchio di Viganella: l'allora sindaco Pierfranco Midali, Gim Bonzani e il realizzatore Prof. Ing. Emilio Barlocco del Politecnico di Genova; convegno seguito anche dal Damonte ritornato dopo anni dalla quiescenza nella sua "vecchia sede" del Collegio.

Damonte si spense nella sua casa di S. Maria Maggiore il 25 luglio 2013, aveva da poco compiuto i 92 anni. Ha lasciato un ricordo di galantuomo, che non ha sprecato nulla del suo lungo tempo terreno, sia nella dedizione alla sua famiglia,

che nell'arricchimento della conoscenza. Soprattutto un uomo che ha sempre colto in ognuno, specie nella gente comune, il lato positivo magari traendone insegnamento, con rispetto, dignità e umiltà. Da gran signore.

Il rapporto con la gnomonica

I suoi trascorsi da Guardiamarina gli avevano lasciato la passione per l'astronomia nautica e da lì alla gnomonica il passo fu breve. Amico dell'ing. Giacomo Brindicci Bonzani, sindaco di Villette ed autore di numerose meridiane in Val Vigezzo, si dilettò nella progettazione di alcuni orologi solari, costruendo anche uno strumento atto al tracciamento diretto delle linee orarie.

Questa sua passione si evidenziò pubblicamente nel 1999 durante una conferenza tenuta il 25 settembre al centro culturale "Vecchio Municipio" di S. Maria Maggiore assieme a chi scrive, a Dante Castelnuovo, Guido Dresti e Rosario Mosello. Quell'evento era stato promosso dal Comune per ringraziare il prof. Dante Castelnuovo che per hobby aveva progettato una meridiana a tempo medio su una cabina Enel dismessa presso l'antico lavatoio comunale, meridiana dipinta da Carlo Mattei (pittore di diversi quadranti solari vigezzini del Brindicci Bonzani). Così a corollario di quel riconoscimento Mosello parlò dei "Quadranti solari della Valle Vigezzo" (di cui aveva trattato in un libro fresco di stampa), Castelnuovo della sua "meridiana del lavatoio", Gim Bonzani di "Astronomia di posizione" e Guido Dresti di "modellini di meridiane". Mario Damonte presentò il suo strumento per realizzare praticamente le meridiane ed alcuni risultati ottenuti. Il convegno terminò con la visita alla vicina meridiana del Castelnuovo.

Damonte divenne con l'occasione amico ed ammiratore dello gnomonista craveggese Guido Dresti (autore negli anni successivi di una cinquantina di riproduzioni di antichi strumenti per misurare il tempo, tra cui spicca il celebre astrario del Dondi, oggetti che furono esposti in una mostra a Craveggia; occasione troppo ghiotta per non essere colta e Damonte visitò ben tre volte quell'esposizione).

Sin troppo modesto si definiva uno gnomonista *pedestre*, cosa non vera anche perché dello spirito delle meridiane aveva colto benissimo la filosofia dello scorrere del tempo: "non invano" come aveva inciso nel suo ex libris. Come gnomonista *a latere* realizzò pochi quadranti solari, quasi tutti a tempo vero locale. Due a S. Maria Maggiore, altri a Camogli, Rapallo, Genova e nel Monferrato. Li progettava per amici e colleghi, sia di lavoro che ex commilitoni del periodo trascorso in Marina. Per alcuni usò le formule classiche, per altri utilizzò lo strumento tratto dal testo del Tiscornia[1].

La relazione presentata al convegno

Presento un vecchio strumento ideato dal genovese Carlo Tiscornia che ne ha pubblicato la descrizione nel 1851. Serve a tracciare orologi solari a tempo vero locale su qualunque superficie e non richiede calcoli né costruzioni geometriche. Con esso certamente non si fanno gli orologi solari a tempo civile, per i quali è stato insigne maestro e diffusore l'ing. Giacomo Brindicci Bonzani che applicava le sue geniali formule.

Lo strumento che mostro, da me costruito, è basato sul fatto che quando il sole a mezzogiorno vero passa sul meridiano locale, l'ombra dello stilo, parallelo all'asse terrestre, giace interamente nel piano verticale del meridiano. Lo strumento, chiamato Elevatore, comprende un settore

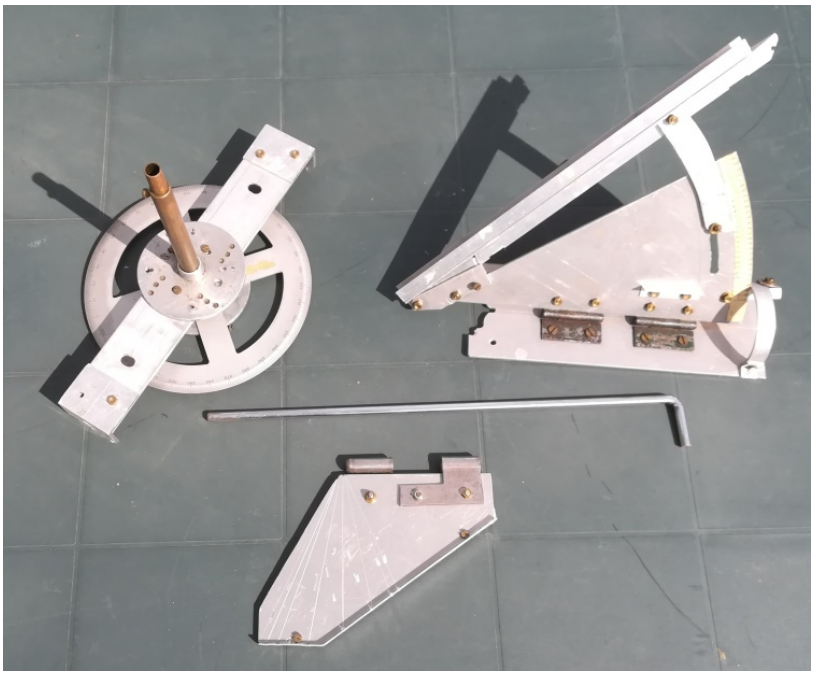


Fig. 2 – Gli strumenti presentati nel 1999 a Santa Maria Maggiore; in senso orario: Tornasole, Elevatore e Trigono

[1] http://www.arcetri.astro.it/~ranfagni/Sundial%20for%20Students/Miscellanea/Tiscornia%20tavole.pdf

circolare nella graduazione delle Latitudini, incernierato ad una parte fissa; sull'elevatore sono applicate due alette simmetriche da applicare al muro ed un supporto detto Aggiustatore imperniato nel vertice del settore circolare e registrabile secondo la latitudine locale.

Per tracciare un orologio verticale determiniamo preventivamente il punto di mezzogiorno usando una tavoletta orizzontale con astina verticale e circonferenze concentriche. Pratichiamo un foro nel muro, ove sarà il centro dell'orologio e dove sarà alloggiata la testa dello stilo. Applichiamo l'Elevatore sul muro in maniera che sia ben verticale (filo a piombo). Poniamo, fissandolo bene, lo stilo sull'Aggiustatore, che sarà stato aggiustato coll'indice sulla latitudine del luogo. Facciamo entrare la testa dello stilo nel foro. Attendiamo il punto di mezzogiorno e facciamo girare il settore sulle cerniere fino a che a mezzogiorno vero l'ombra dell'Aggiustatore batterà simmetricamente entro i due riferimenti sulle alette del settore graduato. Segniamo con la matita sul muro il punto M ombra dello gnomone a mezzogiorno che determina l'equinoziale. Bilanciamo il settore in quella posizione e fissiamo con cemento la testa dello stilo nel foro.

Indurito il cemento stacchiamo l'elevatore dal muro ed applichiamo all'estremità dello stilo l'apparecchio chiamato Tornasole. Esso è costituito da un cerchio graduato normale al supporto tubolare che si innesta sullo stilo, ed è munito di un indice con fori di traguardo ottico, ruotante attorno al suo asse sempre facendolo collimare collo gnomone. Coll'indice sulla direzione 0 -180° si traguarda il punto M poi si ruota l'indice a destra ed a sinistra di 15° in 15° (arco corrispondente dell'ora) segnando ogni volta il punto traguardato sul muro.

Tolto il Tornasole si congiunga tra loro i punti ottenuti, ottenendo la linea equinoziale percorsa dall'ombra dello gnomone agli equinozi. Congiunti gli stessi punti col centro dell'orologio tracciamo le semi rette orarie e le numeriamo. Quella che passa per M sarà la meridiana (ore 12).

Possiamo arricchire l'orologio in modo che funzioni da calendario con la curva giornaliera corrispondente ai segni zodiacali. A tale scopo ci serviamo di quest'altro apparecchio, che è una piastra con manicotto, e che materializza il settore delle declinazioni zodiacali del sole -23.5° -20° -11.5° - 0° +11.5° +20° +23.5° segnate su di essa e corrispondenti a dei forellini di traguardo fatti nella fascia di contorno del settore. Si applica lo strumento detto anche Trigono all'estremità dello stilo in modo che si possa traguardare lo gnomone con i detti fori da ogni declinazione e si segnano sul muro i punti ottenuti con i traguardi facendo ruotare il settore attorno allo stilo.

Eseguita l'operazione per tutte e sette le declinazioni, e tolto il settore si congiungono i punti segnati ottenendo le curve giornaliere zodiacali. In corrispondenza di esse si possono segnare i simboli e le relative date: Ariete 21 Marzo , Toro 21 Aprile, Gemelli 21 Maggio, Cancro 21 Giugno, Leone 21 luglio, Vergine 21 Agosto, Libra 23 Settembre, Scorpione 21 Ottobre, Sagittario 21 Novembre, Capricorno 21 Dicembre, Acquario 21 Gennaio, Pesci 21 Febbraio.

Una piccola meridiana per ricordarlo

Sulla tomba di famiglia nel camposanto di S. Maria Maggiore dal 2014 un piccolo elemento gnomonico lo ricorda ai posteri. Vicino alla croce in granito rosa di Baveno infatti, vi è tracciata sulla parete una piccolissima linea meridiana. Questa indica l'equinozio, i solstizi e le sue due date terrene: l'alfa (11 giugno) e l'omega (25 luglio). Ideata dallo scrivente coinvolgendo anche Guido Dresti, è stata dipinta da Gianpiero Cattini di Toceno e ritoccata tre anni dopo da Federica Ramoni. Ha lo gnomone ortostilo da 20 cm con piattello forato.

Fig. 3 – La piccola linea meridiana tracciata sulla tomba di famiglia

Nota

L'autore ringrazia la famiglia dell'Ing. Damonte per la disponibilità del materiale gnomonico tra cui lo strumento stesso e Donatella Cheula per la trascrizione di alcuni appunti autografi relativi allo stesso.

Quadranti al tramonto "vero": prime realizzazioni

Al Seminario Nazionale di Pescia del 2011 l'autore illustrò come calcolare, utilizzando il programma Orologi Solari, il profilo dell'orizzonte a partire dai dati DEM e derivare quindi da questo le linee delle ore al tramonto "vero" cioè tenuto conto dei rilievi circostanti. Vengono qui mostrate le prime realizzazioni di questo tipo, presentati i risultati ottenuti e riassunto il metodo utilizzato.

Gian Casalegno (gian.casalegno@gmail.com)

In occasione del Seminario Nazionale di Pescia [rif. 1] del 2011 si propose, tra i vari possibili utilizzi del profilo dell'orizzonte, la creazione di un quadrante ad ore al tramonto «vero» (cioè tenuto conto dei rilievi circostanti) realizzato con l'aiuto del software Orologi Solari. A conoscenza dell'autore questo tipo di linee orarie non è mai stato tracciato su una meridiana. Si presentano ora in queste pagine quelle che potrebbero essere le prime due realizzazioni di questo tipo di orologi.

La prima opera è stata realizzata in Val di Susa, Piemonte, esattamente a Frais, frazione di Chiomonte (To), circa 1500 m di altitudine, presso l'abitazione di un amico[1].

Le coordinate geografiche del luogo sono 45° 6' 5" N, 6° 59' 27" E. La parete è esposta ad ovest (46° 22' O) e si presta quindi particolarmente alla esecuzione di un quadrante con le ore al tramonto.

La fig. 1 mostra la località, con vista verso sud; è evidente quanto le montagne vicine riducano le ore di sole durante l'inverno e possano quindi significativamente modificare le linee delle ore al tramonto teorico (linee orarie italiche).

Fig. 1- La località Frais ai piedi delle montagne (da *Google Earth*)

Il calcolo del profilo dell'orizzonte

L'istante del tramonto è stato calcolato come esposto in [rif. 1]; si riportano qui brevemente i passi necessari:

- si accede al sito internet CGIAR-CSI [rif. 2] da cui scaricare i dati denominati Digital Elevation Models (DEM)
- i dati sono disponibili a moduli di 5° x 5° : nel nostro caso servono due file per coprire l'area intorno al sito (srtm_38_03.zip e srtm_38_04.zip)
- con questi dati il programma calcola il profilo dell'orizzonte visto dalla posizione dell'orologio e lo salva in un file .ele
- questo file può essere usato per determinare la linea dell'orizzonte «vero» e le linee al tramonto «vero» (nonché, dopo una recente modifica al programma, le linee dal sorgere «vero» del sole, estensione delle linee babilonesi)

La fig. 2 mostra il grafico della mappa in rilievo ottenuta dal programma nell'intorno del Frais. A partire da questa mappa viene quindi calcolato il profilo dell'orizzonte mostrato nel grafico azimut / elevazione di fig. 3.

[1] L'amico Gianfranco è purtroppo mancato pochi mesi dopo la realizzazione di questo orologio. Spero che riesca comunque in qualche modo a vedere questo articolo a cui teneva molto ed a cui ha contribuito con le sue rilevazioni.

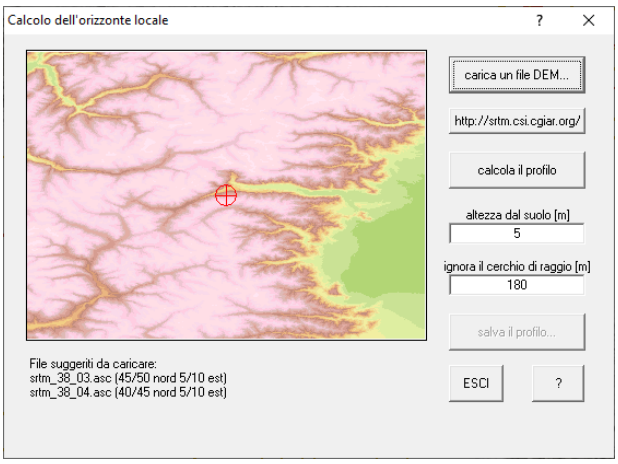


Fig. 2 – Mappa in rilievo intorno a Frais

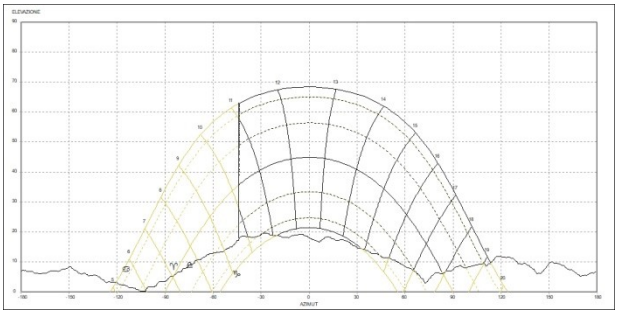


Fig. 3 – Profilo dell'orizzonte sovrapposto ai percorsi del sole nel corso dell'anno

Si può notare dalla figura 3 che il profilo reale dell'orizzonte non solo anticipa l'ora del tramonto (circa due ore) ma ritarda anche l'ora dell'alba (circa tre ore) al solstizio invernale.

Il calcolo delle ore al tramonto "vero"

Avendo ottenuto il profilo vero dell'orizzonte di fig. 3 diventa facile calcolare l'istante al quale, per ogni giorno dell'anno, il sole tramonta dietro il rilievo delle montagne e da questo calcolare quindi lo scoccare delle ore al tramonto "vero".

I passi seguenti dettagliano i calcoli effettuati:

- per ogni giorno nell'anno (ovvero per ogni valore di declinazione compreso tra i due estremi ±23.4°) si cerca l'incrocio tra la linea di declinazione e la linea del profilo dell'orizzonte
- con un metodo dicotomico, partendo da due valori sicuramente sopra e sotto l'orizzonte (es. mezzogiorno locale e tramonto teorico con altezza solare uguale a zero), si ricerca per dimezzamenti successivi l'istante dell'incrocio (fig. 4)
- si ripete il processo per tutti i valori di declinazione compresi tra gli estremi ±23.4°
- trovato l'istante del tramonto vero, ci si sposta indietro di un'ora alla volta e si trovano gli istanti delle ore al tramonto "vero" per la data corrente
- si ripete il processo per tutti i valori di declinazione tra i due estremi e si costruiscono così i profili della posizione solare ad 1 ora, 2 ore ecc. dal tramonto "vero" (fig. 5)
- per ogni punto trovato si calcolano azimut ed elevazione solare e con questi si trova la proiezione gnomonica sul quadrante (fig. 6)

Si noti che in fig. 6 il tratto tracciato in blu non corrisponde alla linea del solstizio invernale bensì all'istante dell'alba che viene ritardato dal profilo delle montagne (come del resto già evidenziato nella fig. 3).

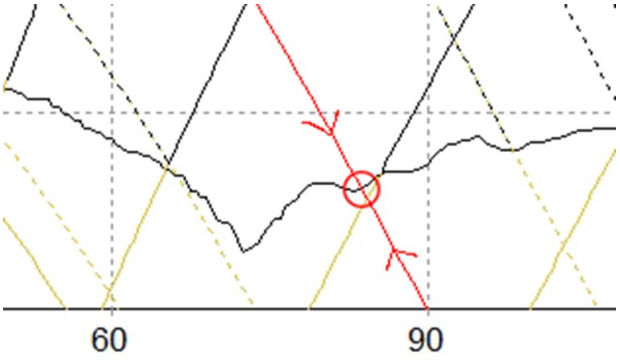


Fig. 4 – Ricerca dell'ora del tramonto vero per la declinazione scelta

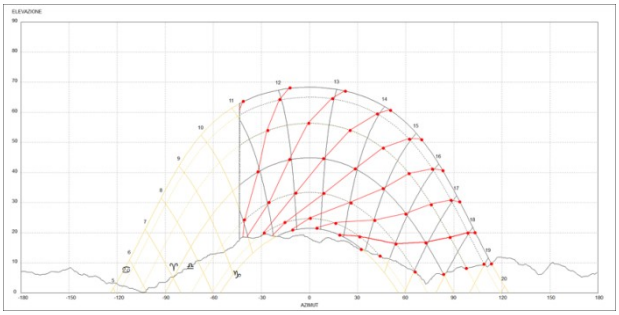


Fig. 5 – Calcolo delle ore al tramonto "vero"

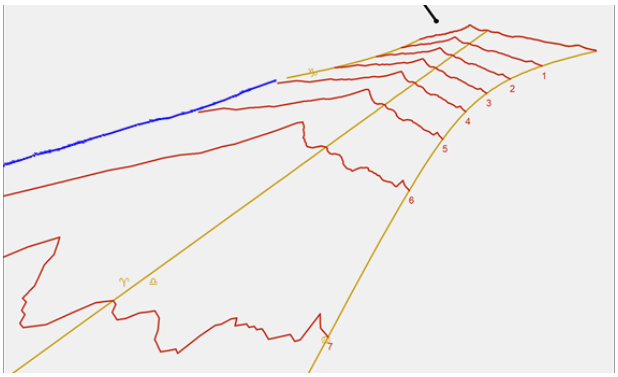


Fig. 6 – Linee delle ore al tramonto "vero"

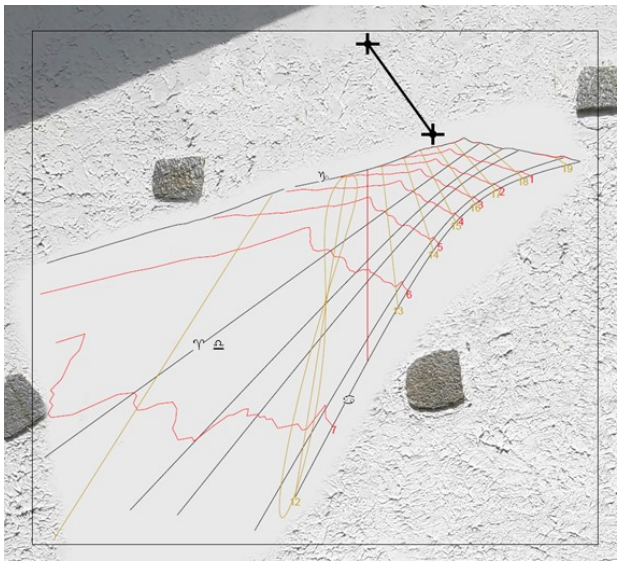


Fig. 7 – Il progetto completo dell'orologio

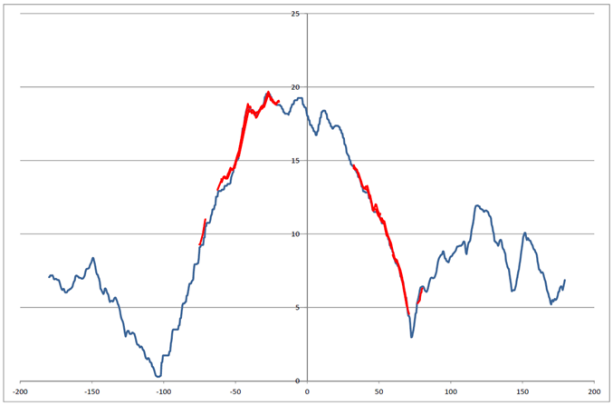


Fig. 8 – Orizzonte misurato (rosso) e calcolato (blu)

Ora che si sono ottenuti tutti i dati richiesti è possibile tracciare il quadrante mostrato in fig. 7. Su questo sono state tracciate le linee:

- delle ore al tramonto "vero"
- delle ore francesi del fuso
- delle ore 12 medie del fuso (lemniscata)
- delle ore 12 vere locali
- dell'alba "vera"
- dei solstizi e degli equinozi
- di tre date particolari per la famiglia del cliente

Verifiche

Vediamo ora i controlli che sono stati effettuati sul progetto per validarne i risultati.

Anzitutto l'istante del tramonto: il cliente aveva effettuato negli anni passati molti rilievi sull'istante del tramonto del sole dietro le montagne in diversi momenti dell'anno.

Questi istanti temporali sono stati trasformati in valori di azimut ed altezza del sole e quindi riportati sul grafico ottenuto dai dati DEM (fig. 8). Come si vede la corrispondenza è ottima (eccezion fatta per un breve tratto intorno ai 60° Est di azimut che comunque è fuori dal periodo di illuminazione del quadrante).

Si è quindi proceduto ad effettuare una serie di verifiche sulla posizione dell'ombra dello stilo a circa una, due, tre… ore dal tramonto "vero". Le figure 9-22 mostrano i risultati ottenuti[2] (a sinistra la foto del quadrante, a destra la simulazione con Orologi Solari). La figura 23 mostra il quadrante comprensivo delle decorazioni finali.

Fig. 9 – 25/10/2019 ore 14:45
2:55 al tramonto

Fig. 10 - 25/10/2019 ore 15:47
1:53 al tramonto

[2] Le misure sono state fatte sullo spolvero, prima della tracciatura e verniciatura finale del quadrante, e con un "nodo" provvisorio sullo stilo

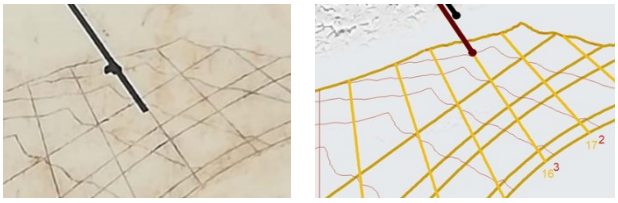


Fig. 11 - 25/10/2019 ore 16:45
0:55 al tramonto

Fig. 12 - 25/10/2019 ore 17:38
0:02 al tramonto

Fig. 13 – 26/10/2019 ore 12:45
4:52 al tramonto

Fig. 14 – 26/10/2019 ore 13:45
3:52 al tramonto

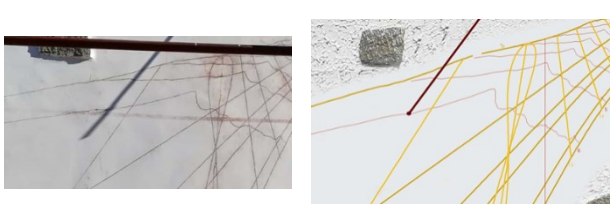


Fig. 15 – 27/10/2019 ore 10:35
6:00 al tramonto

Fig. 16 – 27/10/2019 ore 11:35
5:00 al tramonto

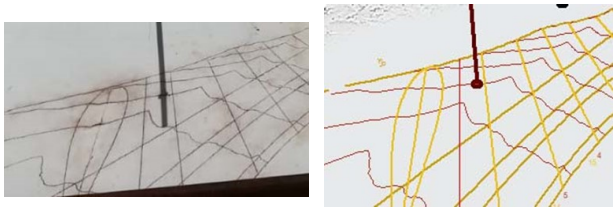


Fig. 17 – 27/10/2019 ore 12:35
4:00 al tramonto

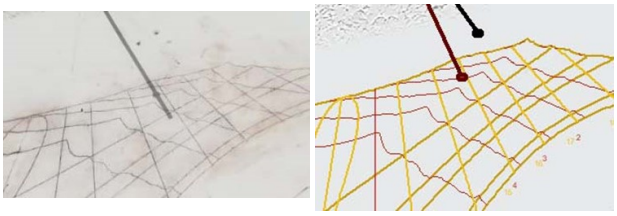


Fig. 18 – 27/10/2019 ore 14:35
2:00 al tramonto

Fig. 19 – 27/10/2019 ore 15:35
1:00 al tramonto

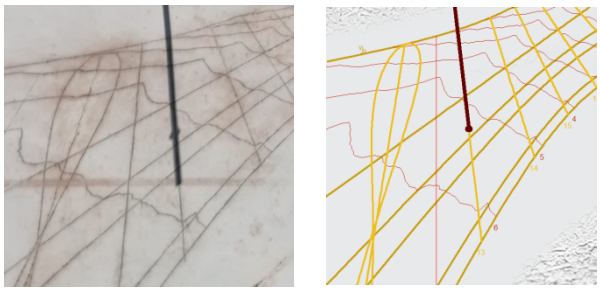


Fig. 20 – 9/4/2020 ore 14:02
EdT -1:27 , ora vera 14:00:33

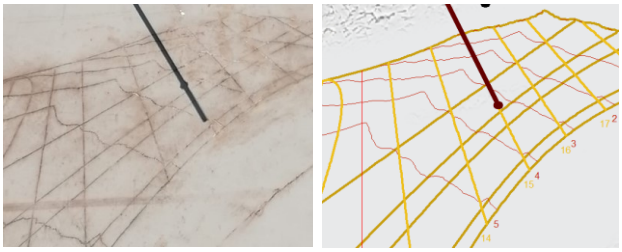


Fig. 21 – 9/4/2020 ore 16:03
EdT -1:26 , ora vera 16:01:34

Fig. 22 – 9/4/2020 ore 19:06
EdT -1:24 , ora vera 19:04:36

Fig. 23 – Il quadrante dopo il contributo del decoratore

Il quadrante a Argineis

Un secondo quadrante ad ore al tramonto "vero" è stato recentemente realizzato a Castellamonte (To) in località Argineis (fig. 24 e 25).

In questo caso non esiste una parete su cui disegnare il quadrante: è proprio il quadrante stesso che deve fungere da parete laterale di una piccola tettoia-garage. Si è quindi trovata la soluzione in un tessuto microforato antivento su cui è stato stampato il tracciato orario insieme a qualche semplice decorazione ad ispirazione campestre.

Non si riporta qui una sequenza di verifiche simili a quelle eseguite al Frais. È da notare infatti che la mobilità del supporto non consente di garantire la stabilità richiesta per risultati affidabili quanto i precedenti; è comunque ampiamente sufficiente a quanto richiesto praticamente ad un orologio che in campagna deve informare il contadino sulle ore di luce rimanenti prima del tramonto.

Fig. 24 – Il quadrante di Argineis

Fig. 25 – Il quadrante di Argineis: particolare alle ore 12

Bibliografia

[1] Gian Casalegno, *Il profilo dell'orizzonte: calcolo e utilizzo negli orologi solari*, Atti XVII Seminario Nazionale di Gnomonica, Pescia, 15-17 aprile 2011

[2] http://srtm.csi.cgiar.org/srtmdata/, *SRTM Data*, CGIAR - Consortium for Spatial Information (CGIAR-CSI)

Le linee del tempo con un CAD 3D

Vengono proposti alcuni esempi di uso di un CAD 3D per il disegno delle linee di un orologio solare: una esperienza didattica nella quale gli orologi solari offrono un utile e divertente argomento nel quale esercitarsi con il software, rendendo al contempo possibile tracciare un orologio solare senza l'uso del calcolo.

di Paolo Gallo (rasulabit@gmail.com)

Premessa

L'idea di disegnare le linee del tempo di un orologio solare con un software di CAD 3D iniziò a svilupparsi in ambiente didattico durante un corso di formazione per disegnatori tecnici con l'uso del personal computer.

Sopra la classica lavagna di un'aula scolastica avevo collocato l'immagine di una meridiana affiancata da una frase che avevo letto navigando in internet: "La meridiana è un emblema di un altro tempo: la realtà reale e la sua essenza analogica nel mondo della realtà virtuale con le sue rappresentazioni digitali."

Una frase non immediatamente comprensibile a tutti, con parole chiave (analogico, digitale, realtà reale, realtà virtuale) che solo da pochi anni sono entrate nel linguaggio comune anche se, nella maggior parte dei casi, il loro vero significato è ignorato.

Dopo qualche incontro, il piacere di sapere di qualche allievo ha superato la timidezza del chiedere e quindi si è entrati in argomento: misura del tempo, meridiane, analisi delle parole chiave e infine disegno delle linee di una meridiana.

Il gancio con l'oggetto del corso è stato trovato!

Lo sviluppo del tema "meridiana-Cad" che ne seguì, previa presentazione a tutta la classe dei termini e delle definizioni necessari al contesto e che ometto in questa esposizione, è in parte riportato nei seguenti paragrafi.

L'utilità del CAD

Per il calcolo delle linee orarie e delle linee diurne di un orologio solare o meridiana oggi si fa uso di software che offrono un ampio ventaglio di soluzioni.

Il loro uso richiede in input dei dati che sicuramente fanno parte del bagaglio informativo e culturale di chi per conoscenza o per lavoro si accinge a ricavare le linee del tempo in un dato luogo e su alcune superfici proposte rispetto alle tantissime possibili per forma e inclinazione.

I software, in ogni disciplina, sono sempre più ricchi di opzioni in input con algoritmi non dichiarati al punto che l'utente accetta sempre per buoni i dati in output perdendo quel legame con il metodo di calcolo che gli possa rendere ragione del perché dei risultati che, qualche volta, non sono come ci si attendeva e, bisogna anche dirlo, il più delle volte, fortunatamente.

In queste pagine non espongo la formalizzazione di un algoritmo di calcolo con un software di disegno vettoriale 3D ma, semplicemente, propongo come, disegnando le direzioni dei raggi solari passanti per l'estremità libera dello gnomone in date e ore assegnate ed estendendole sino all'intersezione con la superficie della meridiana, ottengo dei punti che saranno i vertici delle linee o polilinee presenti in una meridiana.

Non sarà necessario schizzare su un foglio bidimensionale assonometrie o prospettive e ricercare triangoli da risolvere con la trigonometria.

Rispetto allo gnomone si ha da una parte una costante, il moto apparente del Sole rispetto alla Terra con ciclicità annuale, dall'altra un insieme di linee uniche per ogni luogo della Terra e che, nei diversi modi di raccordo dei punti, rappresenta l'evoluzione dei sistemi di misura pensati dall'uomo per la misura del tempo.

Il metodo è ripetitivo ma, a parte le utilità offerte dal software utilizzato per velocizzare il disegno, si deve procedere in forma molto discreta, un punto per volta!

I software Cad sono riconducibili ad un limitato numero di elementi, chiamati elementi di base o primitive grafiche; per ogni primitiva il programma provvede a registrare nel disegno tutte le caratteristiche geometriche necessarie alla rappresentazione e consente anche la loro modifica per facilitare il completamento del disegno a partire dagli elementi già introdotti.

Per introdurre le primitive in ambiente 3D non è sempre necessario utilizzare le 3 coordinate (x,y,z), riferite a un sistema globale di riferimento (WCS, World Coordinate System), per ogni punto di definizione. Il loro input è agevolato dalla definizione di sistemi di riferimento convenienti all'utente (UCS, User Coordinate System) che permettono di direzionare il piano di lavoro come i lati del monitor o parametri di qualunque oggetto del disegno. Il disegno di una finestra rettangolare su una falda inclinata di un tetto è più facile se si sceglie come piano x-y di lavoro il piano della falda anziché introdurre le coordinate dei vertici del rettangolo riferite al sistema globale.

Inoltre, la visione del complessivo o dei particolari del disegno è gestibile con semplicità usando i punti di vista predefiniti (alto, basso, fronte, retro, ecc.) o scegliendo un miglior punto di vista e direzione di osservazione orbitando intorno al disegno.

É sempre possibile ritornare al WCS per scegliere con più favore un nuovo punto di vista e un nuovo piano di lavoro o per uscire dal vicolo cieco in cui si può capitare durante l'esecuzione del disegno.

Quindi, pensando in 3D, combinando punti di vista e UCS in un software di disegno vettoriale 3D si riesce a stare all'interno del moto relativo Sole-Terra e a seguire con partecipazione la formazione del quadrante solare in progetto.

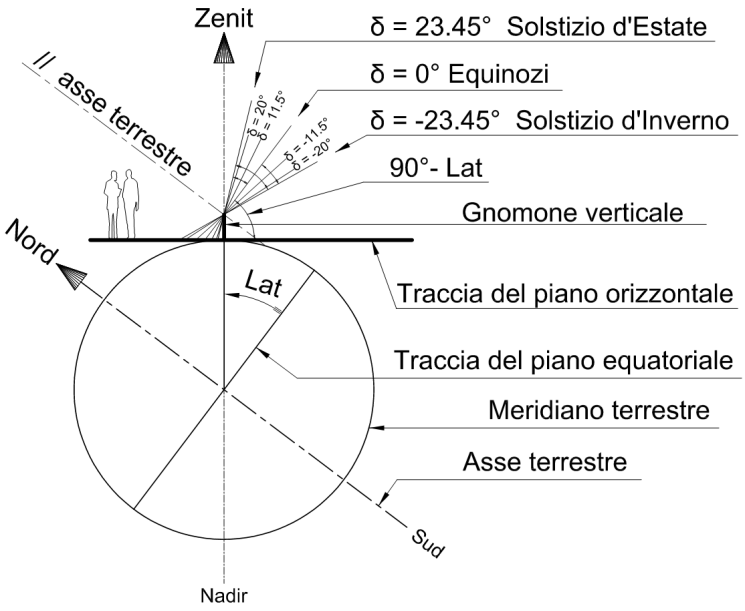
Questo metodo non è in alternativa ai software esistenti e non è vantaggioso a chi conosce gli algoritmi di calcolo.

Penso però che sia particolarmente utile per la soluzione di casi di superfici di quadranti con forme e orientamento non previsti dai software disponibili con gnomoni fissi o mobili e a chi vuole costruirsi una meridiana seguendo i raggi del Sole senza essere sopraffatto da pagine di trigonometria.

Il disegno base

All'avviamento del software di disegno il monitor è una finestra sul piano x-y di un sistema di riferimento tridimensionale proprio del software (WCS). L'asse y è per default rivolto al punto cardinale Nord e quindi l'asse x punta ad Est.

Il disegno base che sto per definire si deve eseguire sul piano laterale y-z del sistema globale con y positivo da destra a sinistra del monitor; in fase di lavoro la porzione intercettata dal monitor è il nuovo piano di lavoro x-y con x verso destra e y verso l'alto.



Disegno 1: Disegno base

Per disegno base intendo la sezione del "mappamondo parallelo" con il piano del meridiano locale, vista da ovest ad est, uno gnomone non necessariamente verticale, il Sole a mezzogiorno, cioè sul piano del meridiano, e, passanti per l'estremo libero dello gnomone, un asse parallelo a quello terrestre, le direzioni di raggi solari agli equinozi, ai solstizi e ad altre date di interesse come in *Disegno1*.

Il riferimento al mappamondo parallelo ci evita di ruotare la nostra testa per seguire un uomo al polo sud o pensare che per andare da Siracusa a Milano bisogna percorrere strade in salita.

Il verso Ovest-Est può essere invertito, ma lo preferisco perché in caso di disorientamento grafico potrò riferirmi alle linee d'ombra dei miei luoghi di vita.

Con questo punto di vista il piano orizzontale è una linea tangente alla circonferenza della terra nel punto più alto e l'asse terrestre è inclinato di un angolo uguale alla latitudine del luogo.

Per ciò che si deve ricavare è ininfluente considerare l'asse terrestre che passa per l'estremità dello gnomone, cioè spostato di un raggio terrestre, e la traccia del piano equatoriale perpendicolare ad esso nello stesso punto.

La luce del Sole incide la superficie terrestre con un angolo di declinazione che varia con continuità fra due valori estremi (solstizio d'estate e solstizio d'inverno), simmetrici rispetto al piano equatoriale. La declinazione è variabile anche nell'arco di un giorno, ma di decimali trascurabili in questa trattazione. Tranne che nei solstizi gli altri valori di declinazione si verificheranno due volte nell'arco di un anno.

Nella maggior parte delle meridiane le linee diurne, quelle percorse dall'estremità dell'ombra dello gnomone in date a scelta, si riferiscono principalmente alle date dei segni dello zodiaco. In questo modo la distanza temporale è di circa un mese cadendo tali date fra la fine della seconda decade del mese e l'inizio della terza. Inoltre si ha quasi sovrapposizione di linee per date equidistanti dai solstizi.

Poiché in queste date la posizione del Sole non corrisponde più a quella cui l'astrologia fa riferimento, io penso solo in termini di declinazione cui è da associare la data dell'anno che interessa e pertanto nei disegni mi riferisco a sette direzioni di raggi solari corrispondenti agli angoli di declinazione riportati in *Tabella 1,* con indicazione delle date in cui si riscontrano nell'anno 2020.

Declinazione	*Data*
23° 27'	Solstizio d'Estate: 20 Giugno
20° 00'	20 Maggio e 23 Luglio
11° 30'	20 Aprile e 23 Agosto
0° 0'	Equinozi: 20 Marzo e 23 Settembre
-11° 30'	23 Ottobre e 19 Febbraio
-20° 00'	21 Novembre e 21 Gennaio
-23° 27'	Solstizio d'Invero: 21 Dicembre

Tabella 1: Declinazione-Data nell'anno 2020

É possibile inserire, come già detto, altre linee di interesse secondo l'uguaglianza data=declinazione.

Per valutare la bontà del metodo che propongo ho disegnato:

- orologi con ore francesi, italiche, italiche da campanile, babilonesi, temporarie;
- la meridiana analemmatica su piano orizzontale e su piano inclinato;
- la meridiana analemmatica orizzontale di Foster-Lambert;

ho ricavato:

- le ore di alba e tramonto in una data località;
- la declinazione e l'inclinazione di una parete a partire dalla misura dell'ombra dell'equivalente di uno gnomone.

Propongo, nelle pagine seguenti, la soluzione di:

1) orologio solare su piano orizzontale con gnomone parallelo all'asse polare.

2) orologio solare su piano verticale rivolto a Sud con gnomone parallelo all'asse polare.

3) orologio solare su piano inclinato e declinante con gnomone parallelo all'asse polare.

4) orologio solare analemmatico su piano orizzontale con gnomone verticale.

5) orologio solare bifilare su piano orizzontale.

1) Orologio solare su piano orizzontale con gnomone parallelo all'asse polare.

Lo gnomone è un segmento parallelo all'asse polare o terrestre. La sua ombra lineare è definita dal punto in cui l'asse gnomonico interseca il piano orizzontale e dal punto intersezione di un raggio solare passante per l'estremo libero dello gnomone sempre con il piano orizzontale.

Se ruoto in 3D un raggio solare con qualsiasi declinazione, cioè per qualunque data, attorno all'asse polare, di un multiplo di 15° (15° = 1 ora), prolungo sino al piano orizzontale e collego con il punto da cui spicca lo gnomone ricavo la linea oraria. Basta una declinazione qualunque perché la linea oraria è una retta e questa è individuata da due punti di cui uno comune a tutte.

Posso scegliere angoli di rotazione di 7,5° per le mezze ore o di 3,75° per i quarti d'ora.

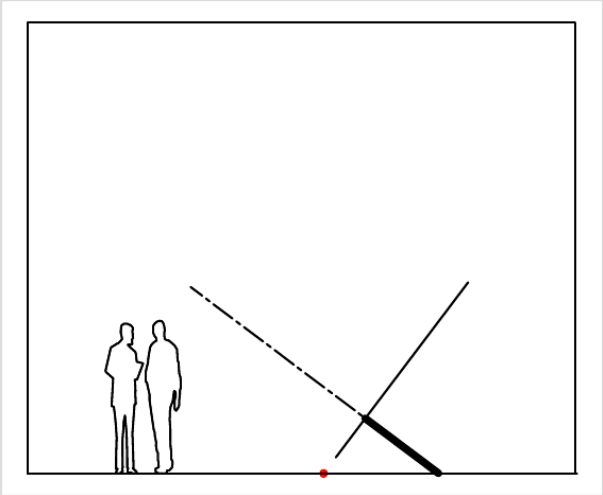
Per le altre linee orarie basta ruotare secondo l'angolo orario.

A seguito di questa rotazione il segmento raggio solare si stacca dal piano orizzontale come visibile nel *Disegno 2* e quindi bisogna estenderlo sino al piano orizzontale per ricavare il punto che ci interessa.

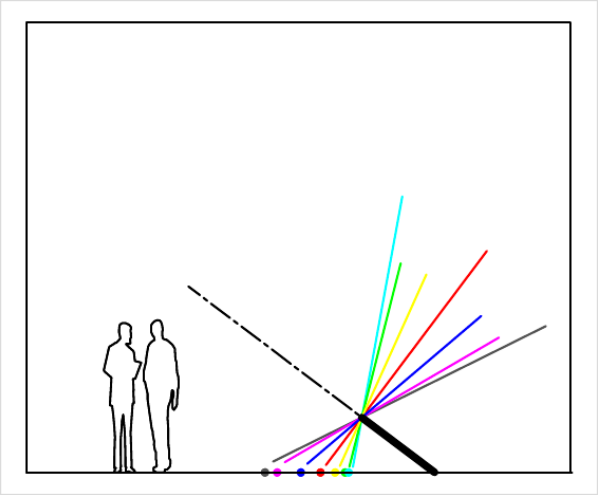
Se oltre le linee orarie interessano le linee diurne, ruoto il fascio di raggi che ho definito in base ad altre considerazioni dell'angolo orario 15° o frazione di esso, prolungo ciascun raggio sino al piano orizzontale e marco le intersezioni per poterle raccordare successivamente.

Il *Disegno 3* è relativo al fascio dei raggi ruotato.

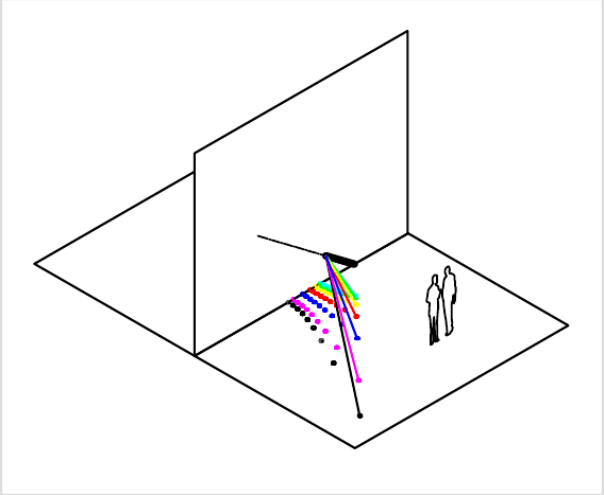
Il *Disegno 4* evidenzia i nodi già segnati e il prolungamento dei raggi sino al piano della meridiana nella marcatura corrente.



Disegno 2: La rotazione di un solo raggio secondo multiplo o frazione di 15° basta per ricavare la linea oraria.



Disegno 3: Fascio di raggi ruotato



Disegno 4: Marcatura dei nodi ad ogni rotazione del fascio dei raggi solari

La marcatura di questi punti può avvenire in diversi modi; io ho scelto la collocazione di sferette di raggio compatibile a vista con le dimensioni del disegno.

Le linee di una meridiana orizzontale sono simmetriche rispetto alla linea del mezzogiorno per cui basta eseguire quanto detto per angoli orari positivi e poi specchiare i risultati rispetto alla linea meridiana di simmetria.

Il disegno che si ricava è scalabile e quindi in questa fase del disegno non è necessario stabilire la lunghezza dello gnomone.

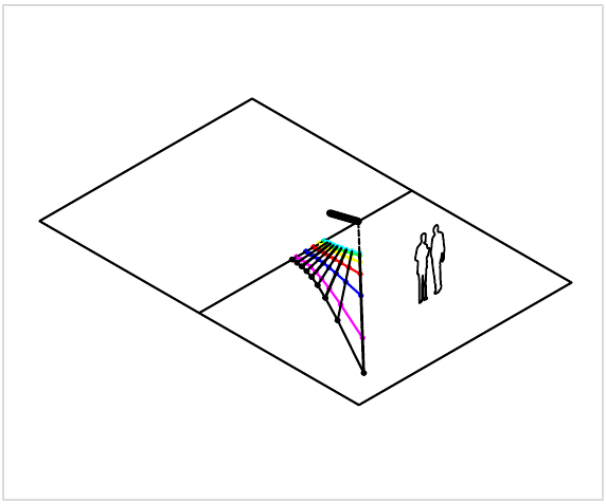
Completata la meridiana si fissa una misura reale e si rapporta all'elemento in essa corrispondente ricavando il disegno in scala 1:1.

Il *Disegno 5* riporta i punti ricavati con angoli orari positivi già raccordati da linee orarie e linee diurne.

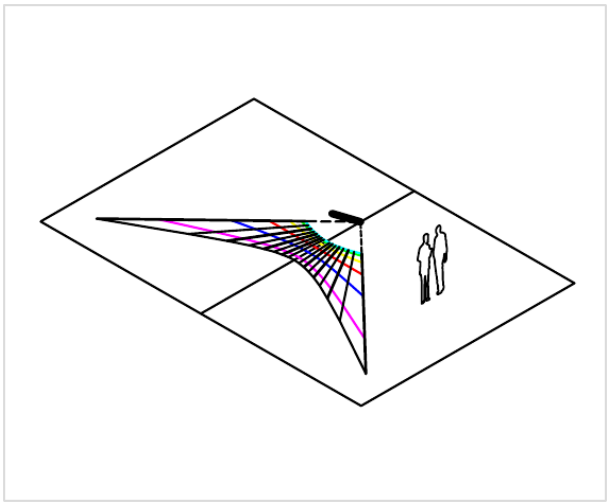
Il *Disegno 6* si ottiene specchiando le linee del *Disegno 5*.

Il *Disegno 7* è la sovrapposizione del *Disegno 6* con il disegno in formato dxf ricavato con il software "Orologi Solari" di Gian Casalegno per una latitudine di 37°.

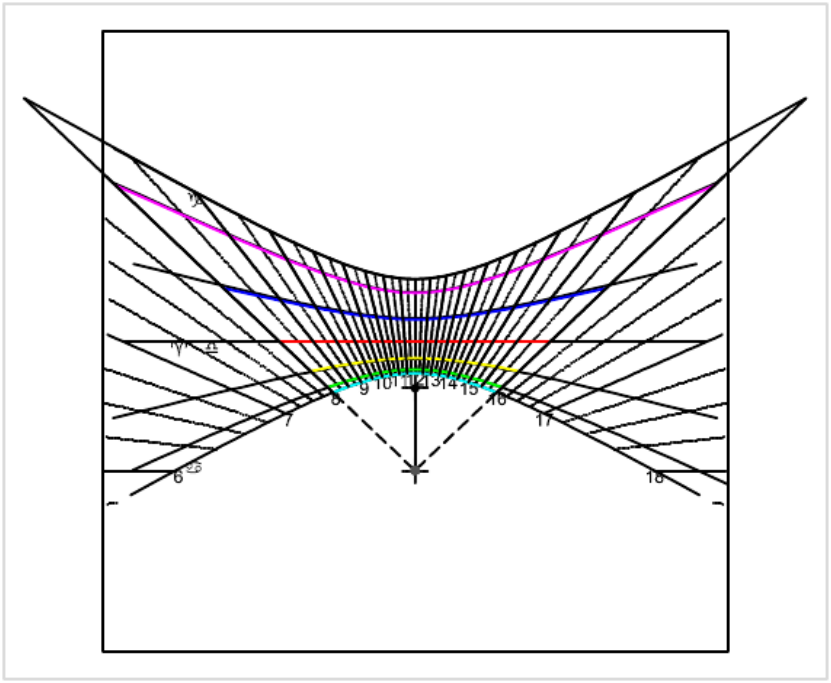
Si rilevano lievi differenze nelle linee diurne dovute a diversi valori della declinazione assunti a base di calcolo.



Disegno 5: Punti raccordati con linee orarie e linee diurne.



Disegno 6: Meridiana orizzontale completata



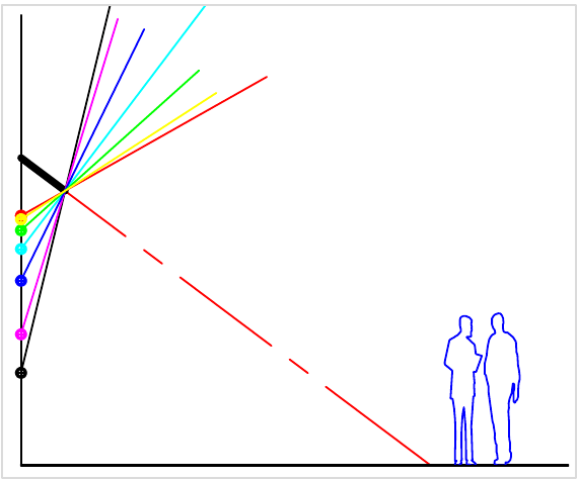
Disegno 7: Sovrapposizione di meridiane orizzontali

2) Orologio solare piano verticale rivolto a Sud con gnomone parallelo all'asse polare.

Lo stato iniziale di questo orologio è rappresentato in vista Ovest-Est nel *Disegno 8*.

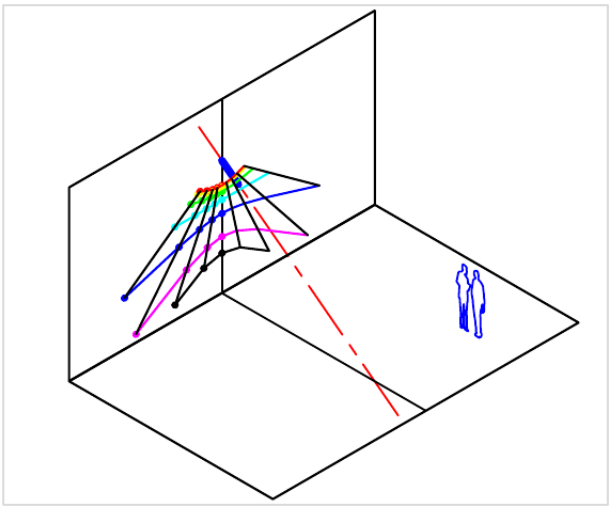
Si ottiene per copia in blocco del fascio di raggi solari del disegno base con il suo sostegno sull'estremo libero dello gnomone su parete verticale. La prima operazione è l'estensione dei raggi sino alla traccia della parete; i punti intersezione sono i punti mezzogiorno alle varie date.

Per ricavare le linee di questo orologio si procede come in quello orizzontale: rotazione in 3D del fascio di raggi attorno all'asse polare per ogni angolo orario, estensione dei raggi sino al piano verticale, marcatura dei punti intersezione e raccordo di tali punti. Essendo anche questo orologio simmetrico rispetto al piano meridiano basta ricavare i punti di metà orologio e poi specchiare rispetto alla linea del mezzogiorno.

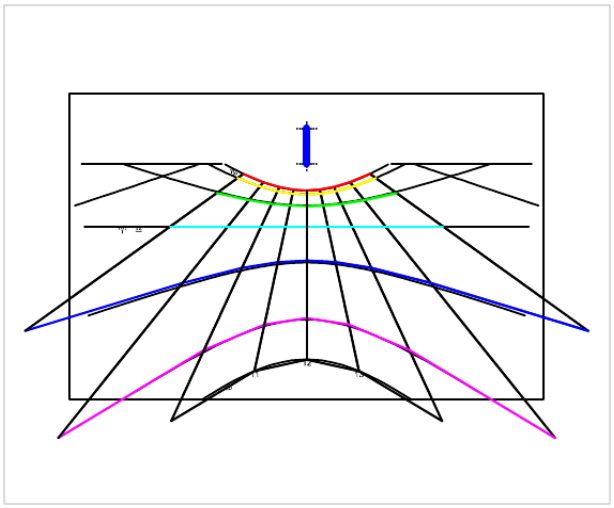


Disegno 8: Stato iniziale per un orologio verticale a Sud

Il *Disegno 9* e il *Disegno 10* corrispondono al n. 6 e al n.7 della meridiana orizzontale.



Disegno 9: Meridiana verticale completata



Disegno 10: Sovrapposizione di meridiane verticali

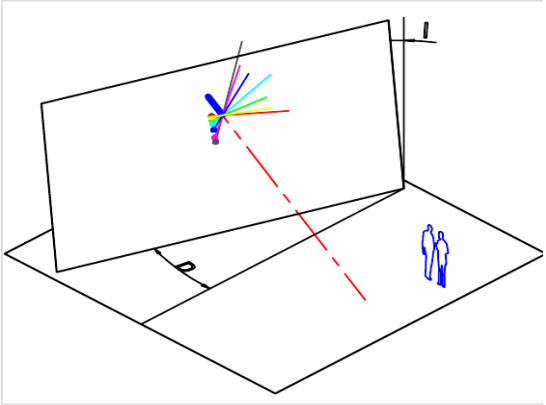
3) Orologio solare su piano inclinato e declinante con gnomone parallelo all'asse polare.

Per questo orologio si può scegliere lo stato iniziale del caso precedente.

Si procede ruotando prima la superficie secondo la sua declinazione rispetto al Sud (rotazione attorno a un asse verticale) e poi rispetto alla sua linea di contatto con il piano orizzontale per l'inclinazione assegnata (verticale = 90°).

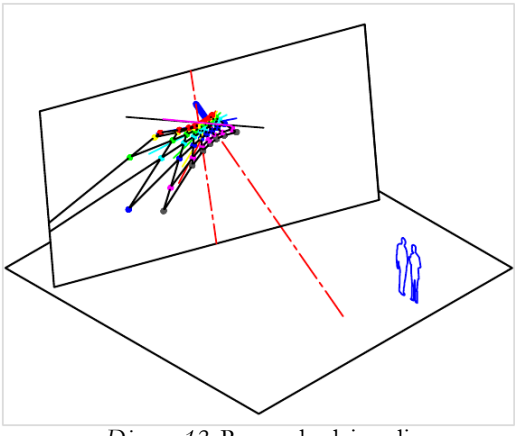
Bisogna traslare lo gnomone e il fascio di raggi solari lungo l'asse polare sino a toccare la superficie dell'orologio.

La presenza di una superficie diversamente orientata rispetto alle facce di un parallelepipedo con spigoli paralleli agli assi del sistema globale comporta l'introduzione di UCS.

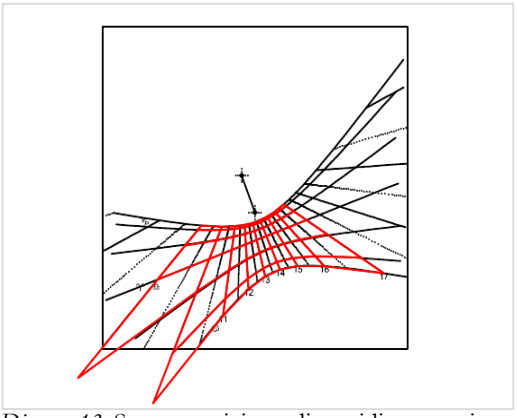


Disegno 11: Superficie declinante e inclinata

La sequenza dei comandi dipende dalle conoscenze specifiche del disegnatore nell'uso del software Cad, per cui non elenco i passaggi che ho fatto, ma mi limito a dire che il proseguo delle azioni fondamentali è uguale a quello dei primi due casi e cioè rotazione del fascio di raggi solari, estensione o taglio a limite della traccia della superficie dell'orologio. In questo caso interviene il taglio perché le linee dell'orologio non hanno la caratteristica della simmetria. Il *Disegno 12* evidenzia i raccordi dei punti marcati per ricavare le linee orarie e diurne.



Disegno 12: Raccordo dei nodi



Disegno 13: Sovrapposizione di meridiane su piano declinante e inclinato

Il *Disegno 13* è la sovrapposizione della meridiana ricavata con Cad, con il disegno in formato dxf ricavato con il software "Orologi Solari" di Gian Casalegno per una latitudine di 37°, declinazione della parete di 20° Ovest e inclinazione di 80°.

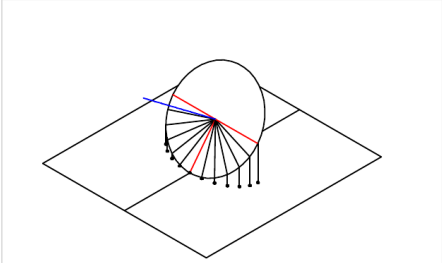
4) Orologio solare analemmatico su piano orizzontale con gnomone verticale.

É la meridiana analemmatica classica che si ricava da una meridiana equatoriale proiettando verticalmente su piano orizzontale i punti ora del cerchio equatoriale.

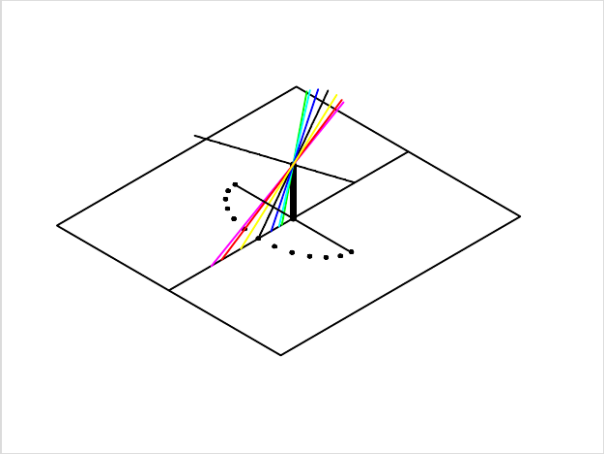
L'altezza dello gnomone non è rilevante se non per la compatibilità della lunghezza della sua ombra con le dimensioni della meridiana.

Per velocizzare il disegno si opera su un fascio di raggi corrispondenti a date scelte con sostegno sull'estremità di uno gnomone ed estensione sino alla superficie orizzontale.

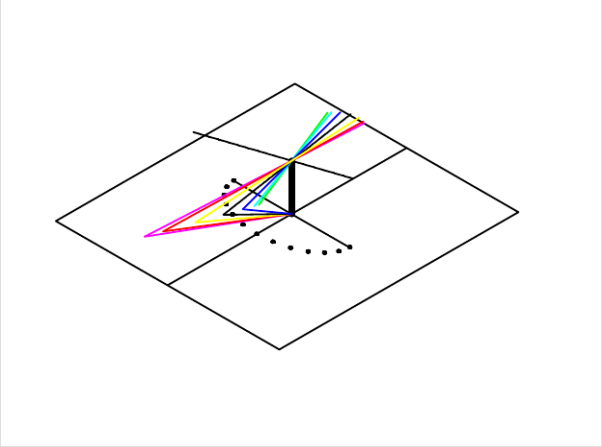
A mezzogiorno locale le lunghezze d'ombra sono come nel *Disegno 15*.



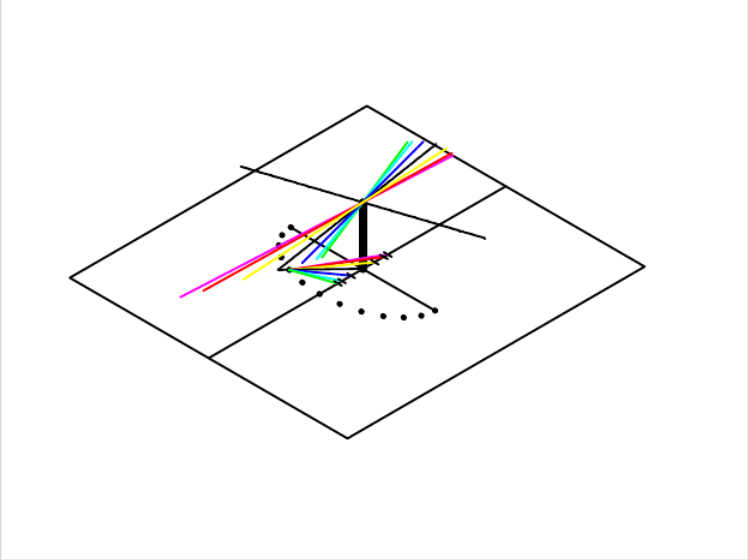
Disegno 14: Disco equatoriale con i punti ora proiettati sul piano orizzontale



Disegno 15: Lunghezze d'ombra di uno gnomone a mezzogiorno in diverse date.



Disegno 16: Linee d'ombra dello gnomone



Disegno 17: Spostamento delle linee d'ombra sul punto ora.

Dai punti intersezione si tracciano le linee d'ombra dello gnomone come nel *Disegno 16*.

L'operazione successiva consiste nello spostamento di queste linee d'ombra in modo che un loro estremo coincida con il punto-ora scelto per la rotazione del fascio dei raggi attorno all'asse polare come nel *Disegno 17*.

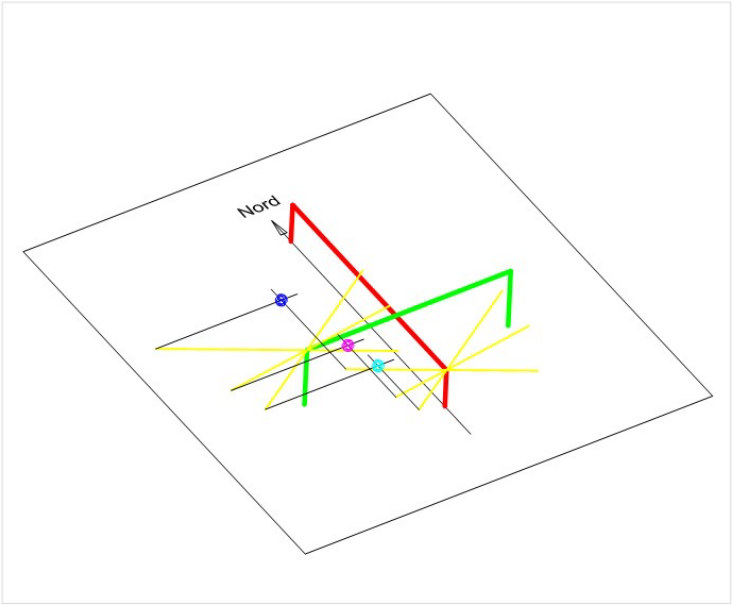
Le intersezioni delle linee d'ombra con l'asse meridiano sono i punti-data ove si deve posizionare lo gnomone.

I punti-data così ricavati per un angolo orario casuale valgono per qualunque altro angolo come verificabile ripetendo le operazioni precedenti.

5) Orologio solare bifilare su piano orizzontale.

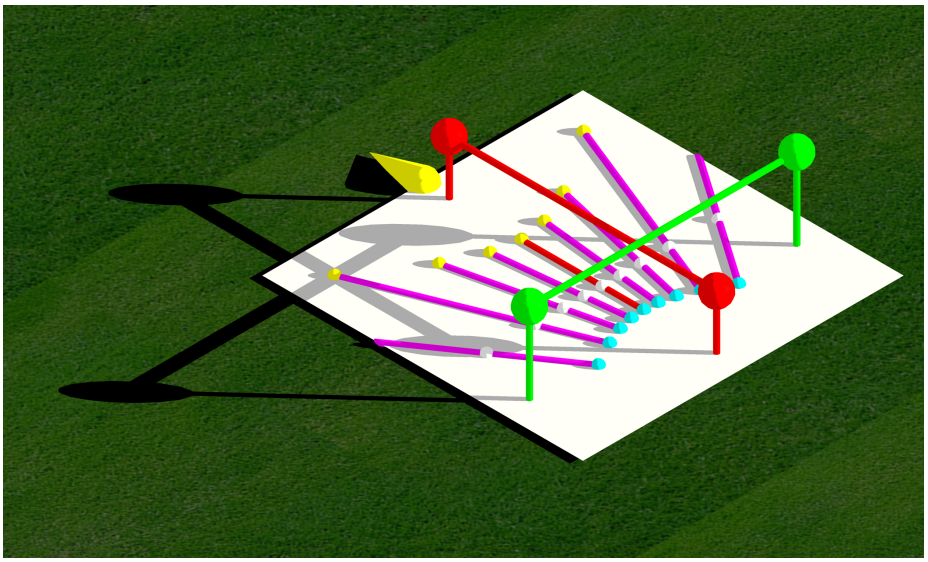
Il modello scelto ha i fili diretti secondo gli assi Nord-Sud (asse y) ed Est-Ovest (asse x) e, pertanto, le loro ombre avranno le stesse direzioni.
Per ottenere queste direzioni si procede come nei casi precedenti.

Da punti disposti alle altezze dei due fili si tracciano le direzioni dei raggi solari alle date e all'ora scelte estendendole sino alla superficie orizzontale, da questi punti si disegnano le linee parallele agli assi e nelle loro intersezioni si marcano i punti-ora come rappresentato in *Disegno 18*. Si ripetono gli stessi comandi per i restanti punti-ora.



Disegno18: Ricerca e marcatura dei punti-ora

Il software utilizzato per questi disegni (ZWCAD 2011) consente l'operazione di rendering con possibilità di introdurre una luce di tipo solare assegnando azimut e altezza del punto luce. L'operazione di rendering agisce su entità di tipo superficie o solido e per questo ho approntato un disegno allo scopo e ho potuto verificare che in località a 37°N di latitudine, alle ore nove, nel giorno del solstizio d'inverno, l'incrocio delle due linee d'ombra è sul pallino prima ricavato, *Disegno 19*.



Disegno 19: Collaudo alle ore nove del solstizio invernale in località 37°N di latitudine.

Considerazioni finali.

Ho tentato di esporre l'utilità del disegno in 3D anche nel disegno degli orologi solari.

L'eliminazione dei calcoli trigonometrici ci consente di concentrarci sul moto relativo Sole-Terra e sulla geometria che ne deriva senza annegare in pagine di calcoli.

Ritengo che disegnare gli orologi solari con un software 3D sia un buon metodo per avvicinare gli studenti a conoscenze che, a partire da un'ombra, anche la propria, conducono verso studi sul concetto di "tempo", magari per scoprire e comprendere perché *"L'ora non è il tempo!"*[1], nemmeno quella delle meridiane, e che *"Il tempo non esiste!"*[2].

---

1 *"L'ora non è il tempo"* è una affermazione di Étienne Klein (Parigi, 1 aprile 1958), fisico e filosofo francese.

2 *"Il tempo non esiste"* è una affermazione di Carlo Rovelli (Verona, 3 maggio 1956), fisico, saggista e accademico italiano.

Considerazioni sulla meridiana con due stili polari di Aimé Pauwels

L'autore in questo articolo illustra una serie di considerazioni teoriche che giustificano e generalizzano il metodo usato da Aimé Pauwels nella costruzione della meridiana con due stili polari.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Nel notiziario di dicembre 2020 di Compendium (Vol. 27 – n° 4), A. Reekmans illustra la meridiana proposta in data non precisata da Aimé Pauwels († 2017), caratterizzata dalla esistenza di due Stili polari e dalla sostituzione delle linee orarie con **punti orari** siti lungo una ellisse[1]. Il documento originario di cui egli dispone è la sola illustrazione riportata nell'articolo: partendo da essa egli ricostruisce l'ipotetico schema geometrico su cui si è basato l'autore, sviluppando una serie di calcoli che la giustificano (Fig. 1).

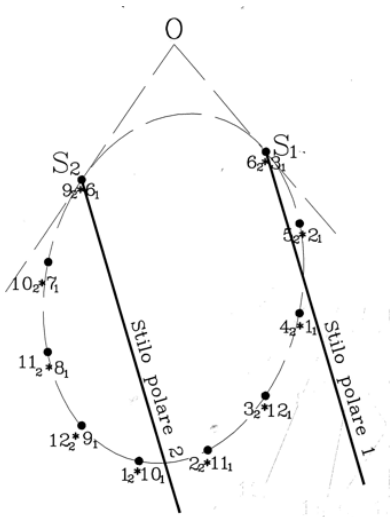


Figura 1 – L'illustrazione fatta da A. Pauwels, con l'aggiunta della ellisse passante per i punti orari, e delle tangenti alla ellisse nei punti S_1 ed S_2.

Si premette che per costruire un orologio solare molto semplice (*tipici certi orologi, per lo più di area mitteleuropea, in cui i punti orari sono inseriti ad esempio nel disegno fantasioso di un nastro multicolore esposto al vento)* è sempre possibile disporre a caso dei punti lungo le linee dello schema base delle linee orarie su parete verticale e cancellare queste ultime, a condizione che tali punti siano nel campo coperto dalle ombre dello stilo polare durante l'intero anno (Fig. 2).
Quindi in linea generale non si vede la necessità di una giustificazione che ricorra a teorie matematiche.

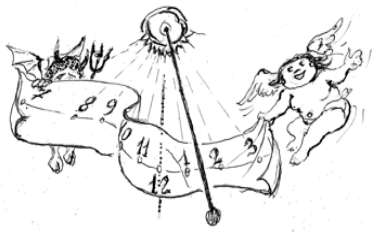


Figura 2 – Punti orari presi liberamente lungo le linee delle ore nel fascio base.

Si potrebbe anche osservare che la figura ottenuta da A. Pauwels ha un aspetto "povero", che difficilmente genera l'entusiasmo di un probabile cliente. A meno che egli non sia un patito della Geometria, come vediamo da quanto segue.

Nella fattispecie la figura di A. Pauwels, secondo una ragionata ipotesi, risulta ottenuta da una applicazione particolare della Geometria proiettiva, connessa con gli sviluppi teorici risalenti alla metà dell'800, soprattutto ad opera di Steiner (1796 –1863) e Von Staudt (1798 – 1867).

A. Reekmans, individua correttamente il dettaglio delle operazioni proiettive operate, ma non fornisce chiarimenti di carattere teorico: individua i dati (Latitudine e Declinazione) compatibili con quella figura, e riproduce quell'orologio come derivato dalla sovrapposizione di due schemi orari ad ore comuni, individuando la particolare posizione reciproca proposta dall'autore, senza aggiungere considerazioni che generalizzino il caso proposto.

Il lettore non particolarmente addentro nella Geometria proiettiva si trova nella condizione di chiedere una ragionevole giustificazione delle operazioni, con la curiosità di voler ampliare il discorso.
Il metodo si applica solo con quella declinazione e quella latitudine, o funziona sempre? L'individuazione dei punti orari può avvenire solo alle condizioni poste dall'articolo, o si possono fare delle varianti? Con che criteri? Eccetera.

Questo articolo vuole abbandonare il caso particolare e spiegare, nel modo più semplice possibile, la liceità dell'operazione e la sua estendibilità a casi generali. Si tratta di fatto di una applicazione di un teorema di Steiner (che in questa sede daremo per dimostrato), ma per spiegarla si deve ricorrere ad una premessa.

[1] Reekmans ha trattato l'argomento su Zon & Tijd nel 2020.1 n.132 e 2020.3 n.134: la traduzione dei due articoli compare in questo numero di OS.

Cominciamo da questa

Altro Teorema che diamo per dimostrato*:*
In una proiettività fra due fasci di rette (non prospettivi[2]*) i cui vertici sono S_1 e S_2, le rette che uniscono le intersezioni fra le rette associate generano un polo O detto centro della Proiettività.*

La frase è piuttosto sibillina, ma è la generalizzazione del confronto associativo fra tre rette ($\mathbf{a_1, b_1, c_1}$) uscenti dal vertice S_1 e tre ($\mathbf{a_2, b_2, c_2}$) dal vertice S_2. La Regola per cui le rette date del primo fascio sono considerate omologhe di quelle date del secondo è dettata da tre sole coppie di rette. Solo la individuazione del Polo da esse generato permettere di estenderla ad altre coppie di rette dei due fasci.

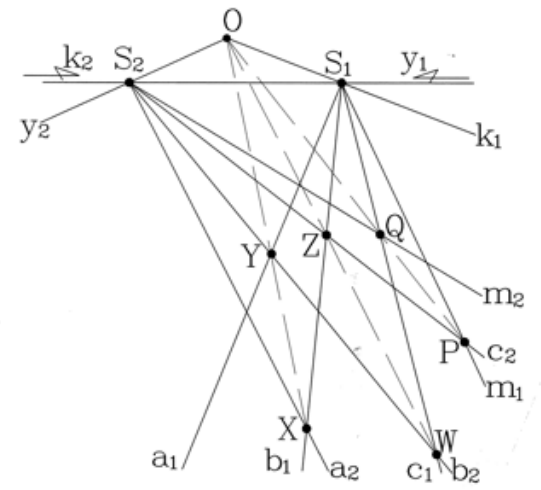


Figura 3 – Individuazione del Polo generato da due fasci di rette.

Si prendano in esame (Fig. 3) i punti di intersezione $\mathbf{a_1/b_2}$ e $\mathbf{a_2/b_1}$, $\mathbf{b_1/c_2}$ e $\mathbf{b_2/c_1}$:

$\mathbf{a_1/b_2}$ = Y	$\mathbf{a_2/b_1}$ = X	e si tracci la retta XY
$\mathbf{b_1/c_2}$ = Z	$\mathbf{b_2/c_1}$ = W	e si tracci la retta WZ

(Sono teoricamente possibili anche le intersezioni $\mathbf{a_1/c_2}$ *e* $\mathbf{a_2/c_1}$ *ma si esce dal foglio, in questo grafico).*

Le due rette si intersecano nel punto O, che è appunto il "*Centro della Proiettività*".

In sostanza, i due fasci di tre linee ciascuno hanno creato una "regola generale" per connettere nella proiettività le linee di un fascio con quelle dell'altro, e viceversa. Il polo O è l'elemento essenziale che lega le connessioni.

Vediamo ora come si applica questa benedetta regola: se, data la linea $\mathbf{m_1}$ del fascio S_1, si vuole individuare l'associata $\mathbf{m_2}$, del fascio S_2 si operi come segue: dall'intersezione $\mathbf{c_2/m_1}$ = P si tracci la PO, che intersecherà la retta $\mathbf{c_1}$ in Q. Quindi la retta QS_2 sarà la $\mathbf{m_2}$.

È così possibile individuare un numero infinito di coppie di rette associate.

Ma vi è ancora una particolarità di qualche interesse, relativa alla retta che unisce S_1 con S_2; tale retta va interpretata in due modi:

- la retta da S_1 a S_2 sarà $\mathbf{y_1}$, che interseca $\mathbf{a_2}$ in S_2. La retta S_2O (al centro di proiettività) deve necessariamente essere anche $\mathbf{y_2}$ perché, dovunque intersechi $\mathbf{a_1}$, essa si sovrapporrà a se stessa.
- analogamente, la retta da S_2 a S_1 sarà $\mathbf{k_2}$, e la $\mathbf{k_1}$ sarà S_1O per le stesse ragioni di cui sopra.

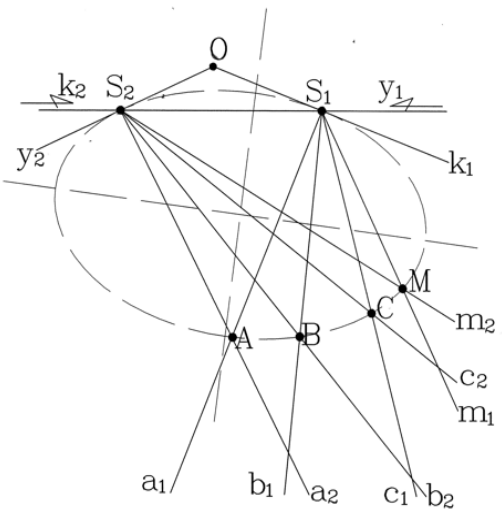


Figura 4 – I punti di intersezione di raggi omologhi nei due fasci proiettivi generano l'ellisse.

A seguito di questa premessa, nasce il teorema di Steiner che (ripeto) per ragioni di spazio diamo per dimostrato:

Chiamasi conica la linea luogo dei punti comuni ai raggi omologhi, in due fasci S_1, S_2, proiettivi complanari, distinti e non prospettivi.

Questa volta nella stessa figura (Fig. 4) dobbiamo considerare i punti di intersezione fra le rette che si corrispondono:
$\mathbf{a_1/a_2}$ = A, $\mathbf{b_1/b_2}$ = B, $\mathbf{c_1/c_2}$ = C, $\mathbf{m_1/m_2}$ = M eccetera, compresi $\mathbf{k_1/k_2}$ = S_1 e $\mathbf{y_1/y_2}$ = S_2.

I punti suddetti appartengono tutti ad una curva "conica": nella fattispecie una ellisse.

Vediamo ora come applicarlo al grafico di A. Pauwels (Fig. 5)**:** egli confronta due schemi orari identici e paralleli, studiati per la declinazione della parete, i cui vertici S_1, S_2 sono disposti con posizioni reciproche **scelte dal progettista**.

[2] Il negativo e il positivo di una fotografia, nel vecchio processo di stampa con proiettore, sono "prospettivi" perché il secondo è generato da raggi uscenti da un punto e passanti per i punti del negativo.

Qui si deve tener presente che i due fasci di rette disegnati non sono presi a caso, come nello schema precedente, ma derivano dalla intersezione fra la parete e il fascio di piani orari (con angoli di 15°, o frazioni dei 15°) che ha per asse lo stilo polare. In altri termini, questa volta la regola non è dettata dalla individuazione del centro di proiettività attraverso tre coppie di linee, ma è definita dalle regole della Gnomonica.
Poiché tutte le linee orarie sono definite dagli angoli di 15°, costanti, fra i piani orari del fascio originario, è possibile scegliere diverse serie di accoppiamenti: si modifica il criterio di proiettività fra i due fasci, ma la proiettività rimane, ed è estesa a tutte le coppie.
Le coppie di linee $\mathbf{a_1}$ e $\mathbf{a_2}$, $\mathbf{b_1}$ e $\mathbf{b_2}$, ecc... (della Fig. 4) possono essere qui costituite dalla associazione di 6_1 e 9_2, 7_1 e 10_2, ecc... oppure da 6_1 e 10_2, 7_1 e 11_2, ecc.., e così via. Si ottengono solo delle coniche un poco diverse.
Non esiste una norma particolare per distanza e dislivello fra i vertici, che possono essere disposti a caso, ovviamente in modo che le linee orarie si intersechino.
Le scelte operate da A. Pauwels risultano essere convenienti per rendere più semplice il grafico.

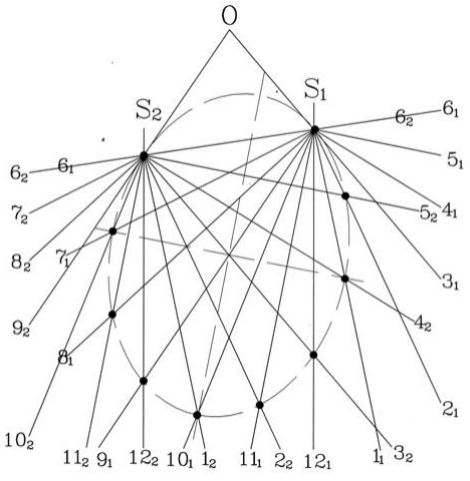


Figura 5 – I due schemi orari identici e paralleli, studiati per la declinazione della parete, sono disposti in modo che le linee orarie delle 6 siano sovrapposte.

Nella figura proposta sono stati adottati questi criteri:

- i due vertici sono stati disposti lungo le linee delle ore 6 (*debitamente sovrapposte nei due schemi*) e quindi sono anche punti orari (*rispettivamente delle ore 6 e 15; si vedano le rette* ***k*** *e* ***y*** *della* Fig. 4)
- adottando la sequenza per cui le rette accoppiate sono $6_1/9_2$, $7_1/10_2$, ecc.., le linee orarie 9_2 e 3_1 sono quindi tangenti alla ellisse e convergono individuando il punto O.

L'intervallo fra S_1, S_2 nella parte inferiore della conica è di 9 ore, mentre in quella superiore si hanno tre intervalli orari (*non disegnati*).
Si aggiunga la circostanza che qualsiasi schema orario tracciabile su parete piana gode di una sorta di simmetria (*non evidente nella maggior parte dei casi per via della posizione delle linee orarie, che dipende dalla declinazione della parete, ma chiara per le linee di declinazione*) che ha per asse la linea sostilare.
Con questi dati è possibile servirsi del triangolo S_1S_2O per costruire il parallelogramma cui l'ellisse passante per i punti orari è tangente, e di conseguenza trovare la sua forma esatta. L'asse maggiore dell'ellisse è sempre parallelo alle sostilari dei due schemi.

Ma è possibile una soluzione generale del problema, con posizione qualsiasi dei vertici e sfasamento a scelta, notando che le linee orarie e i relativi punti orari che differiscono di 6 ore passano tutte per il centro dell'ellisse e sono dunque diametri. In particolare se i due diametri differiscono di tre ore (ad esempio 7/13 con 10/16) sono diametri coniugati e da essi si può costruire l'ellisse con diversi metodi.
In un diagramma di base generico, sono segnati i punti orari con sfasamento di due ore (Fig. 6).
I punti ABCD della figura a sinistra, sono riportati nella figura a destra: AC e BD rappresentano due diametri coniugati (si tagliano vicendevolmente a metà e individuano nei punti orari restanti 4 intervalli di tre ore).
Una costruzione dettagliata (particolare ma non unica) dell'ellisse viene realizzata in questo caso usando le parallele ad un diametro negli estremi dell'altro per ottenere il parallelogramma tangente, aggiungendo ai due diametri le diagonali del parallelogramma[3].

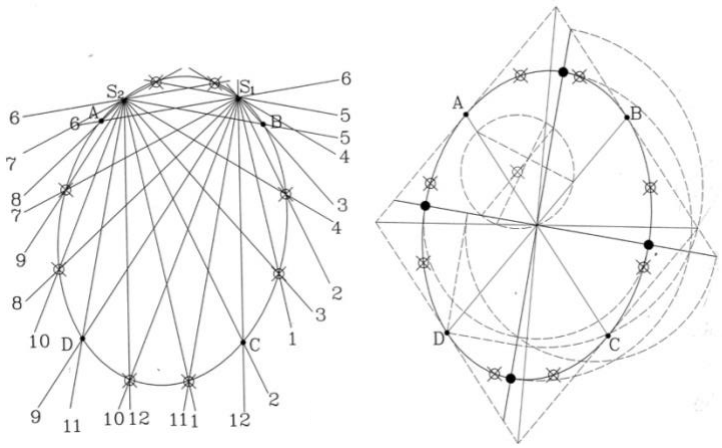


Figura 6 – A destra una particolare ricostruzione grafica dell'ellisse.

[3] Nel grafico a destra della Fig. 6, per trovare gli assi dell'ellisse e i loro estremi si è applicato quanto esposto a pag. 338 e segg. del mio libro GNOMONICA CON RIGA E COMPASSO pubblicato come Bonus nei numeri 2, 3 e 4 di OS. Segnalo anche un possibile parallelo parziale fra il problema esposto in questo articolo e il *Test del Prof. Schilt* da me affrontato su OS n. 2 - agosto 2013.

Orologio solare verticale con due stili polari

Si presentano e si analizzano due orologi solari verticali, uno rivolto quasi a Sud e l'altro rivolto quasi a Nord, progettati dal compianto Aimé Pauwels (modelli n. 68 e n. 69). I due orologi sono caratterizzati dall'avere due gnomoni polari, uno per il mattino e l'altro per il pomeriggio, e i punti orari disposti lungo un'ellisse.

di André Reekmans (andre.reekmans@skynet.be)

Nel numero 60 (2011-4) di Zonnetijdingen, la rivista della Società Gnomonica Fiamminga (Belgio), sono comparse le fotografie di due modelli di orologio solare creati dal compianto Aimé Pauwels [1]. Questi due orologi solari, il modello Pauwels n. 68 e il modello Pauwels n. 69, sono caratterizzati dall'avere ciascuno due gnomoni polari e i punti orari distribuite lungo un'ellisse. Questo articolo è dedicato all'analisi di tali orologi [2] .

Parte 1 - L'orologio modello Pauwels n. 68

Un'immagine di questo orologio compare nella Fig. 1.

L'orologio solare è del tipo verticale declinante. Sono presenti due stili polari, e le line orarie di ciascuno stilo si distribuiscono intersecandosi con quelle dell'altro come mostrato in Fig. 2: ad esempio, la linea rossa indicante le ore 14:00 interseca le linee blu delle ore 11:00, 10:00, 9:00, e così via. Selezionando i punti di intersezione delle linee orarie con una differenza di tre ore ($\Delta T = 3h$) si viene a formare un tracciato ellittico di punti, come mostrato in Fig. 3. Le coordinate di questi punti di intersezione si possono calcolare usando le formule indicate nell'Appendice 1 a questa prima parte.

Scegliendo i punti di intersezione tra le linee orarie con differenze tra loro di due o quattro ore, si ottengono ellissi simili, come si può vedere nella Fig. 4. La costruzione grafica del progetto è mostrata in Fig. 5. Le coordinate dei punti di intersezione delle line orarie, riportate nella Tabella 1, sono state calcolate per le ore solari vere locali.

I parametri di progettazione e costruzione del modello erano sconosciuti: l'unica informazione disponibile era la fotografia in bianco e nero pubblicata in Zonnetijdingen.

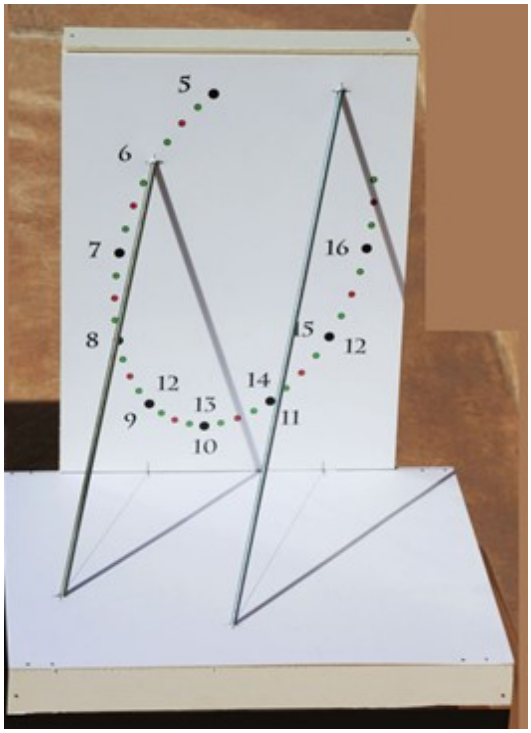


Fig. 1 – Fotografia del modello n..68 realizzato da Aimé Pauwels.

Assumendo come declinazione della parete 19° Est e usando la mia latitudine di +50.8184° N (+50° 49' 6" N), il Sole illumina la parete dalle 05:00 fino alle 17:00, ora che si avvicina abbastanza bene al punto delle 16:45 presente sul modello. Dopo alcuni tentativi ed esame dei relativi errori, ho concluso che impostando a = − 63,8 mm e b = − 25,5 mm si ottiene una curva ellittica simile a quella nella fotografia originale. Variando i parametri a, b e ΔT è possibile progettare diversi tipi di tracciati.

---

[1] Aimé Pauwels, scomparso nel 2017, era un membro attivo della Società Gnomonica Fiamminga (Belgio). Ha creato almeno 84 modelli di orologi solari, molti dei quali sono stati esposti in Belgio. Esempi delle sue relizzazioni si possono trovare all'indirizzo Internet http://www.zonnewijzerkringvlaanderen.be.

[2] Questo articolo è la traduzione dell'articolo in lingua olandese pubblicato in due parti, su Zon&Tijd n. 134 (2020.1) e Zon&Tijd n. 135 (2020.3). La prima parte dell'articolo è stata anche pubblicata in lingua inglese sul Compendium NASS Vol 27 n. 4 (Dicembre 2020). La traduzione in lingua italiana, dalle versioni in lingua inglese del primo articolo e in lingua olandese del secondo, è di Luigi Massimo Ghia.

La costruzione rappresentata dal disegno in Fig. 5 fornisce le lunghezze minime per i due stili: 147.1 mm e 109.2 mm: al solstizio invernale, quando l'altezza del Sole raggiunge il suo minimo, le iperboli giornaliere risultano tangenti all'ellisse, sulle ore 9:35 (stilo blu) e sulle ore 13:00 (stilo rosso).

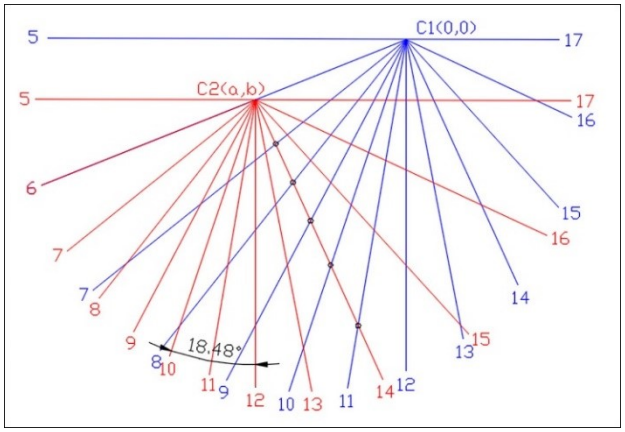


Fig. 2 − Sovrapposizione delle linee orarie e punti di intersezione.

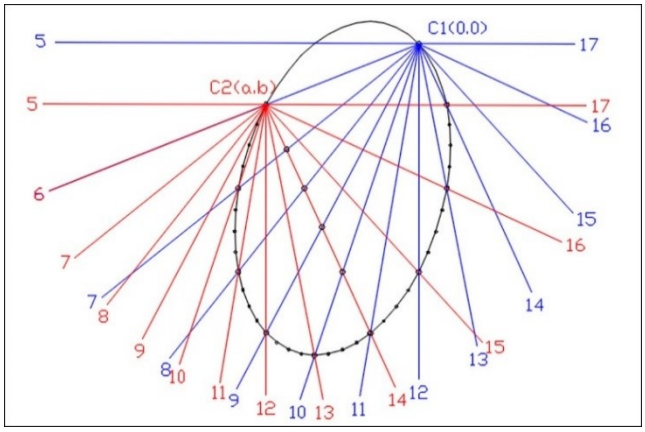


Fig. 3 − Punti di intersezione delle linee orarie con tre ore di differenza.

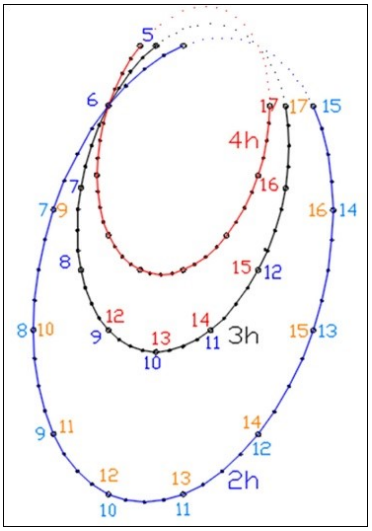


Fig. 4 − Ellissi create dall'intersezione delle linee orarie con differenza di: 2 ore (blu), 3 ore (nero), 4 ore (rosso).

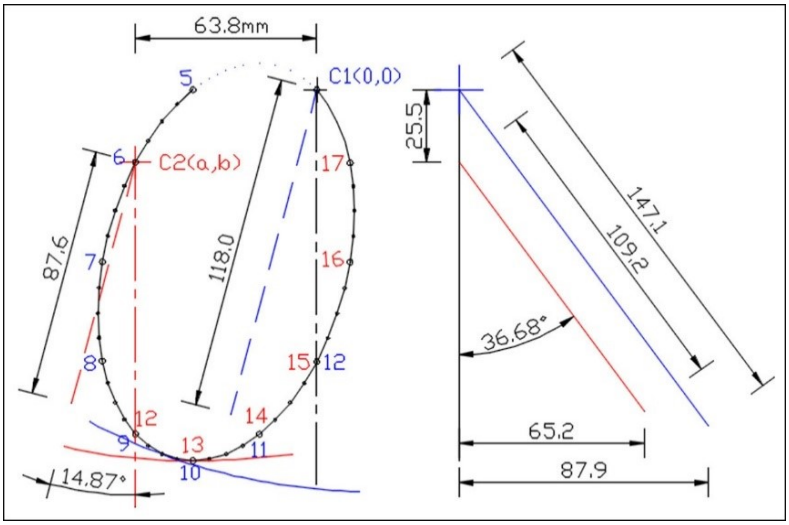


Fig. 5 − Ellisse di intersezione per ΔT = 3h (a sinistra), i due stili (a destra), le due sottostilari e le iperboli del solstizio invernale (blu per il mattino e rossa per il pomeriggio). Lunghezze in millimetri..

I centri C_1 e C_2 degli orologi e le ellissi risultanti sono molto vicini ed entrambi gli stili danno un'ombra netta. Le lunghezze delle ombre dai centri C_1 e C_2 ai punti orari sono mediamente il 77% (mattino) o il 64% (pomeriggio) delle distanze tra i centri e i punti di tangenza tra le iperboli del solstizio invernale e l'ellisse dei punti orari. Costruita con lunghezza pari a 10 volte quelle indicate, o ancora maggiori, la meridiana sarebbe adatta per una installazione all'aperto, per esempio in un parco.

I due stili polari possono essere ancorati a un muro verticale usando il pavimento come supporto addizionale; questo fa di tale tipo di meridiana un candidato per arricchire uno spazio pubblico.

T_1	α_1	x (mm)	y (mm)
05:00	− 90,00°	− 43,65	0,00
06:00	− 68,23°	− 63,79	− 25,48
07:00	− 51,32°	− 75,47	− 60,41
08:00	− 38,36°	− 75,47	− 93,56
09:00	− 27,81°	− 63,80	− 120,97
10:00	− 18,48°	− 43,58	− 130,37
11:00	− 9,49°	− 20,23	− 121,05
12:00	0,00°	0,00	− 95,49
13:00	10,91°	11,68	− 60,57
14:00	24,52°	11,68	− 25,62
15:00	42,35°	0,01	− 0,01
16:00	65,08°	− 20,21	9,39
17:00	90,00°	− 43,65	0,00

Tabella 1 − Coordinate delle ore vere locali.

Appendice alla Parte 1

C_1 (0, 0) e C_2 (a, b) sono le coordinate dei centri dei due orologi solari. I nostri parametri di progetto sono:

Latitudine, φ	+50,8184° N
Declinazione della parete, d	− 19° E
a	− 63,8 mm
b	− 25,5 mm
ΔT	3 h
T_2	$T_1 + \Delta T$
Angoli orari $H_{1,2}$	$15\ T_{1,2} - 180$

Dalle formule standard che forniscono le linee orarie di un orologio solare verticale declinante abbiamo:

Angoli delle linee orarie $\alpha_{1,2} = \arctan [\cos \varphi \tan H_{1,2} / (\cos d + \sin d \sin \varphi \tan H_{1,2})]$

Le coordinate (x, y) dei punti che formano l'ellisse sono le intersezioni delle rette orarie:

Per le linee orarie uscenti da C_1 $y = - x / \tan \alpha_1$

Per le linee orarie uscenti da C_2 $y = [(a - x) / \tan \alpha_2] + b$

Quindi, nei punti di intersezione:

$- x / \tan \alpha_1 = (a - x) \tan \alpha_2 + b$

Sviluppando per x, abbiamo:

$x = \tan \alpha_1 \ (a + b \tan \alpha_2) \ / \ (\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2)$

Dalle formule precedenti possiamo ottenere le formule finali per le coordinate x e y:

$y = - (a + b \tan \alpha_2) \ / \ (\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2)$

$x = - y \tan \alpha_1$

Inoltre, si può dimostrare che:

L'angolo di elevazione dello stilo polare ψ è uguale a $\arcsin (\cos d \cos \varphi) = 36.68°$

L'angolo della sottostilare γ è uguale a $\arctan (\sin d \ / \ \tan \varphi) = - 14.86°$ (10:24:12)

Parte 2 - L'orologio modello Pauwels n. 69

Quest'orologio solare verticale con due stili polari (Fig. 6) ha una declinazione di +160°, cioè devia dal Nord di 20° verso Ovest.

Il suo periodo di illuminazione, mostrato nella Fig. 7, è:

- dal 24 aprile al 20 agosto, dalle 03.50 alle 05.33 dell'ora vera locale (mattino);
- dal 16 febbraio al 26 ottobre, dalle 15:05 alle 20:09 dell'ora vera locale (pomeriggio).

Lo schema delle linee orarie di un orologio solare avente questo orientamento e con un solo stilo polare è mostrato nella Fig. 8.

Utilizzando due stili polari, uno per le ore del mattino e l'altro per le ore pomeridiane, le linee orarie si intersecano come mostrato nella Fig. 9.

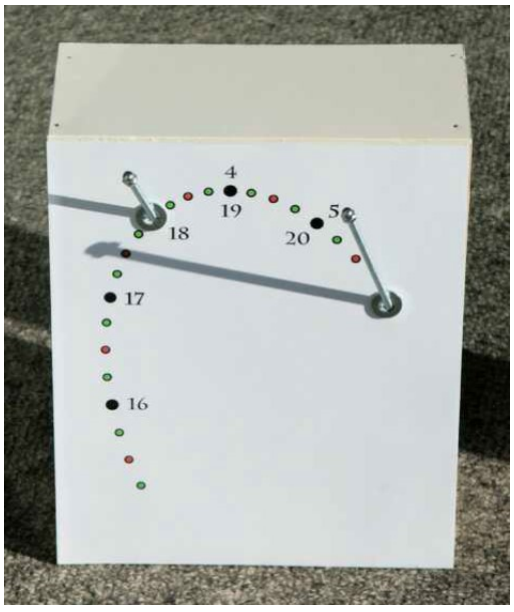


Fig. 6 − Il modello n. 69 di Aimé Pauwels.

Le linee orarie blu delle 4 e 5 e quelle rosse delle 19 e 20 si intersecano con una differenza oraria $\Delta T = 15$ ore.

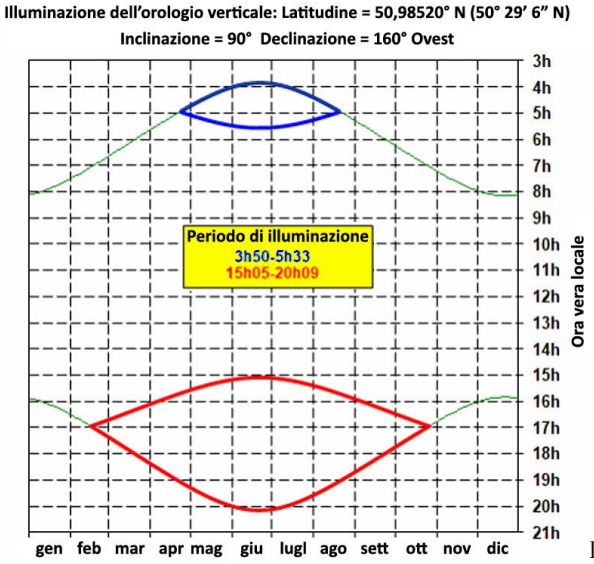


Fig. 7

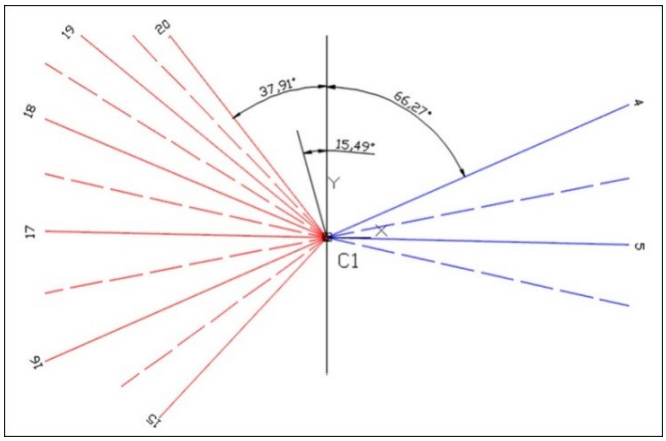


Fig. 8 − Linee orarie del mattino/pomeriggio e linea sottostilare.

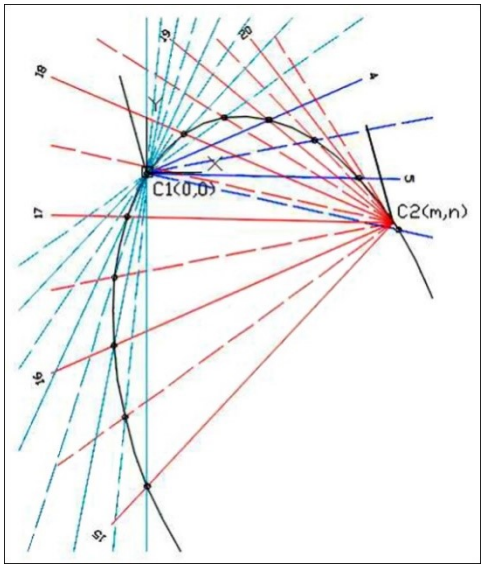


Fig. 9 − Intersezione delle linee orarie del mattino/pomeriggio e linee sottostilari.

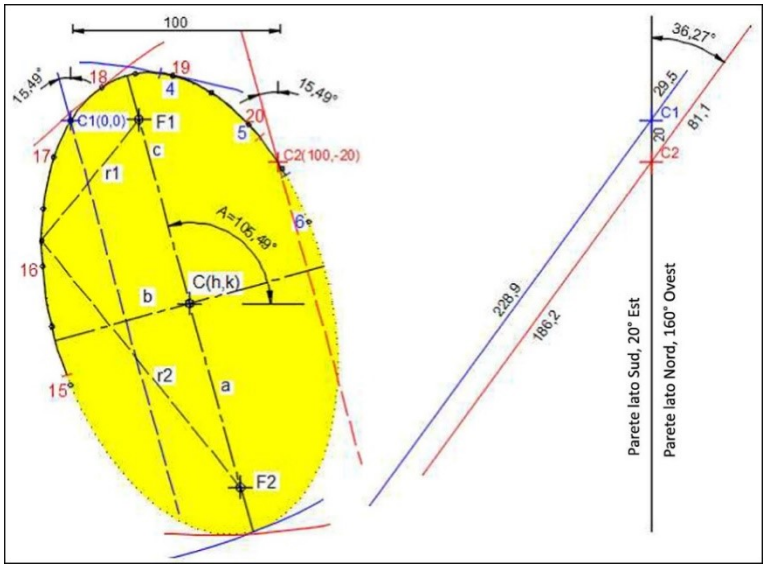


Fig. 10 − Curva ellittica con le ore vere solari, iperboli giornaliere, sottostilari e lunghezze dei due stili polari su una parete a 160° Ovest o 20° Est.

Per trovate i punti di intersezione relativi alle linee orarie delle 15, 16, 17 e 18, sono state utilizzate le linee orarie fittizie delle 0, 1, 2 e 3. Le coordinate delle ore vere pomeridiane riportate in Tabella 2 sono calcolate con i dati di progetto e le formule dell'Appendice 1 a questa seconda parte.

Le coordinate (x, y) trovate, giacciono su una curva esattamente ellittica, le cui dimensioni sono mostrate nella Fig. 5; il relativo calcolo è nell'Appendice 2 a questa seconda parte.

Con lunghezze degli stili polari mattino/pomeriggio di 81,1/29,5, l'iperbole giornaliera del solstizio d'estate sarà tangente all'ellisse.

Questa disposizione delle ore su un ellisse dà luogo a una figura più compatta rispetto allo schema classico di Fig. 8.

T_2	α_2 (°)	x (mm)	y (mm)
15:00	−43,05	00,00	−127,06
16:00	−66,27	−13,58	−69,94
17:00	88,73	−8,14	−17,60
18:00	67,11	14,88	15,93
19:00	50,58	49,30	21,68
20:00	37,91	85,91	−1,90

Tabella 2 − Coordinate delle ore vere sull'ellisse

Se questo tipo di orologio solare viene utilizzato sulle facce anteriore e posteriore di un muro che declinano rispettivamente di 20° da Nord verso Ovest e di 20° dal Sud verso Est (Fig. 5), i rispettivi tracciati orari ellittici sono l'immagine speculare l'uno dell'altro. L'ellisse per una differenza di 15 ore sul lato Nord è uguale in trasparenza all'ellisse per una differenza di 3 ore sul lato Sud. Gli stili polari e le sottostilari di entrambi gli orologi solari sono allineati tra loro. L'orologio solare per la faccia a 20° E è indicato in trasparenza, insieme con le linee sottostilari (linee tratteggiate).

Una lunghezza degli stili polari mattino/pomeriggio di 186,2 / 228,9 garantisce che, durante il giorno del solstizio d'inverno, l'iperbole giornaliera sia tangente all'ellisse.

Appendice 1 alla Parte 2

Parametri di progetto:

Latitudine (φ) = 50,985200° N (50° 59' 6" N)

Declinazione (d) = +160° Ovest

Elevazione dello stilo (ψ) = arcsin (cos d cos φ) = 126,27° ovvero -36,27°

Angolo della sottostilare (β) =arctan (sin d / tan φ) = 15,49° (1h 21m 17s)

m = +100,0 mm

n = − 20,0 mm

ΔT = 15,00 ore

Calcolo delle coordinate (x, y) delle intersezioni tra le linee delle ore vere:

$C_1(0,0)$ e C_2 (m,n) = coordinate dei centri delle linee orarie $C_{1,2}$

$\alpha_{1,2}$ = angolo della linea oraria per l'ora $T_{1,2}$

$\alpha_{1,2} = \arctan [(\cos \varphi \tan H_{1,2}) / (\cos d + \sin d \sin \varphi \tan H_{1,2})]$

$H_{1,2} = 15\, T_{1,2} - 180$

$T_2 = T_1 + \Delta T$

$x_1 = \tan \alpha_1 (m + n \tan \alpha_2) / (\tan \alpha_1 - \tan \alpha_2)$

$y_1 = - x_1 / \tan \alpha_1$

$x_1 = x_2 = x$

$y_2 = [(m - x_2) / \tan \alpha_2] + n$

$y_1 = y_2 = y$

Appendice 2 alla Parte 2

Ad oggi, non è stata trovata alcuna prova geometrica che le intersezioni dei punti orari mattino/pomeriggio si trovino su un'ellisse.

Se ci si accontenta di una dimostrazione numerica, si può controllare se le coordinate (x, y) della Tabella 2 soddisfano l'equazione generale dell'ellisse:

$$[(x - h) \cos A + (y - k) \sin A]^2 / a^2 + [(x - h) \sin A - (y - k) \cos A]^2 / b^2 = 1 \qquad [1]$$

dove:

A, angolo tra asse maggiore dell'ellisse e asse delle x,

a e b, semi-lunghezze degli assi dell'ellisse,

h e k, coordinate del centro C(h, k) dell'ellisse (vedere Fig. 10).

I fuochi $F_{1,2}$ di questa ellisse si trovano a una distanza dal centro C(h, k) che indicheremo con c.

Se si sviluppa l'equazione [1], si ottiene un'equazione di secondo grado [2] i cui i coefficienti da C_0 a C_5 sono funzioni dei cinque parametri incogniti dell'ellisse: a, b, h, k, A.

Le coordinate (x, y) delle ore vere solari sono note e calcolate con le formule dell'Appendice 1

$$C_0\, x^2 + C_1\, y^2 + C_2\, x\, y + C_3\, x + C_4\, y + C_5 = 0 \qquad [2]$$

$$C_0 = (\cos A)^2 / a^2 + (\sin A)^2 / b^2$$

$$C_1 = (\sin A)^2 / a^2 + (\cos A)^2 / b^2$$

$$C_2 = \sin (2A) / a^2 - \sin (2A) / b^2$$

$$C_3 = -2\, h\, (\cos A)^2 / a^2 - k \sin (2A) / a^2 - 2\, h\, (\sin A)^2 / b^2 + k \sin (2A) / b^2$$

$$C_4 = -h \sin (2A) / a^2 - 2\, k\, (\sin A)^2 / a^2 + h \sin (2A) / b^2 - 2\, k\, (\cos A)^2 / b^2$$

$$C_5 = h^2 (\cos A)^2 / a^2 + h\, k \sin (2A) / a^2 + k^2 (\sin A)^2 / a^2 + h^2 (\sin A)^2 / b^2 - h\, k \sin (2A) / b^2 + k^2 (\cos A)^2 / b^2 - 1$$

Poiché questa ellisse passa per l'origine del sistema di coordinate xy, deve essere $C_5 = 0$, e l'equazione [2] diviene:

$$C_0\, x^2 + C_1\, y^2 + C_2\, x\, y + C_3\, x + C_4\, y = 0 \qquad [3]$$

Supponendo che l'asse maggiore dell'ellisse abbia inclinazione tale che $A = 90° + \beta$ (cioè sia parallelo alle sottostilari) restano altre quattro incognite (a, b, h, k) che si possono calcolare risolvendo un sistema di quattro equazioni non lineari:

$$F_i(a, b, h, k) = C_0\, x_i^2 + C_1\, y_i^2 + C_2\, x_i\, y_i + C_3\, x_i + C_4\, y_i = 0 \quad (i = 1 \ldots 4) \qquad [4]$$

Questo sistema di equazioni non lineari è stato risolto con il metodo di iterazione numerica di Newton-Raphson, ottenendo:

a = 113,56

b = 67,18

h = 57,44

k = − 87,78

c = 91,56

$r_1 + r_2 = 134{,}36$.

Questa soluzione presenta un errore medio = $\sqrt{\Sigma\, F_i^2 / 6} = 1{,}8\ 10^{-15}$ per le sei coordinate x, y dalla Tabella 2.

In conclusione, la dimostrazione numerica di cui sopra ha messo in evidenza che per un orologio solare verticale con due stili polari, le intersezioni delle linee orario mattino/pomeriggio giacciono su un'ellisse il cui asse maggiore è parallelo alle sottostilari.

Tra i Bonus del numero corrente si trova il file Doppio_Gnomone_Pauwels.xlsx , un foglio di calcolo per Excel per tracciare il genere di orologio solare qui descritto.

La geometria degli orologi bifilari e gli orologi multifilari

L'autore propone un approccio geometrico allo studio degli orologi bifilari equiangoli, con note essenziali sul loro calcolo: una base per affrontare l'orologio multifilare che, segnalando un solo orario, può fare a meno del quadrante e usare come schermo proiettivo una superficie con qualunque orientamento e forma.

di Fabio Savian (fabio.savian@nonvedolora.it)

Gli orologi bifilari rappresentano una delle innovazioni nella storia della gnomonica del XX secolo ma mostrano una complessità progettuale che, tranne pochi casi più semplici, implica l'uso di formule sofisticate. Nonostante ciò è possibile accostarsi a questi orologi indagando e comprendendo le loro funzionalità anche con un approccio geometrico, senza l'uso di formule. In particolare si prendono in esame gli orologi bifilari con fili diritti e paralleli al quadrante piano (Fig. 1).

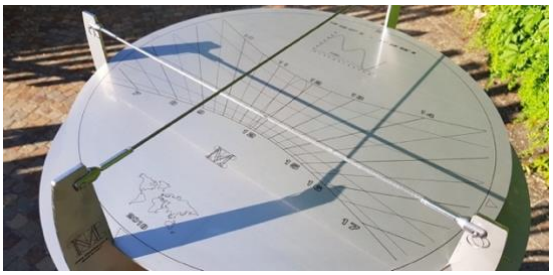
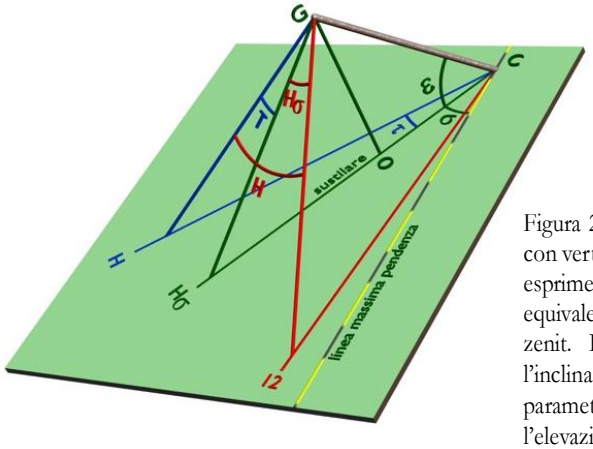


Figura 1 - Orologio bifilare con linee orarie equiangole: le linee orarie hanno tra loro lo stesso angolo di 15° (Sundial Atlas IT19178, foto Stefano Aldegheri).

Una delle caratteristiche più apprezzate in un orologio bifilare è la possibilità di poter ottenere delle linee orarie equiangole, ossia che mantengono angoli uguali, tutti di 15°, fra linee orarie ad ore intere. Questa caratteristica, che più propriamente definisce costante la velocità angolare dell'ombra, può essere impostata indipendentemente dalla latitudine e dall'orientamento del quadrante.

In un orologio ad angolo orario si può passare dai parametri ambientali, latitudine φ, inclinazione i e declinazione d del quadrante, ai parametri gnomonici che ne determinano la configurazione: l'elevazione dello stilo polare ε, l'angolo sustilare σ e l'ora sustilare H_σ.



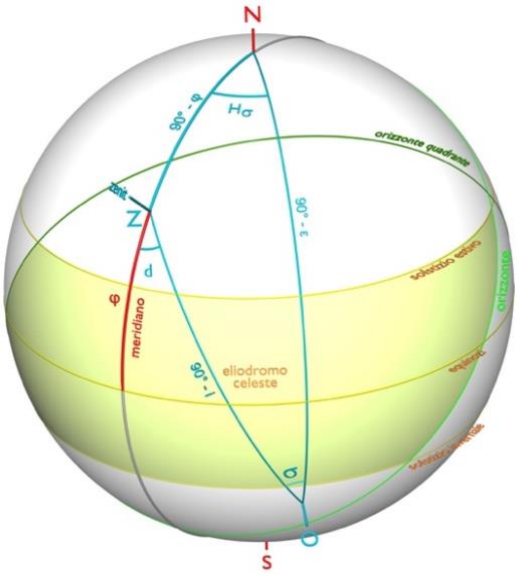


Figura 2 - La sfera trigonometrica permette di evidenziare il triangolo gnomonico con vertici in N polo nord, Z zenit dell'osservatore e O che rappresenta il quadrante esprimendone l'orientamento con la direzione dell'ortostilo, ossia O è la località equivalente dove il piano del quadrante diventa orizzontale e l'ortostilo guarda allo zenit. Il triangolo NZO evidenzia i parametri ambientali, la latitudine φ, l'inclinazione i e la declinazione d del quadrante, ponendoli in relazione con i parametri gnomonici che permettono la progettazione dell'orologio solare: l'elevazione dello stilo polare ε, l'angolo sustilare σ e l'ora sustilare H_σ.

Figura 3 - Il generico quadrante orientato mostra i tre parametri gnomonici: l'elevazione ε dello stilo polare, l'angolo sustilare σ e la relativa ora sustilare H_σ. Si noti che la linea del mezzodì generalmente non coincide con la linea di massima pendenza se non per casi particolari, anche se molto diffusi, come gli orologi verticali ($i = 0°$), gli inclinati diretti che comprendono gli equinoziali ($d = 0°, 180°$), gli orizzontali in cui la linea di massima pendenza è sostituita dalla linea meridiana. Nel disegno è evidenziato il generico angolo orario astronomico H e il relativo angolo orario gnomonico T, differenza con l'ora sustilare, per il calcolo dell'angolo τ che separa la linea oraria dalla sustilare.

Le relazioni fra queste due terne di parametri sono evidenziate sulla sfera trigonometrica tramite il triangolo gnomonico da cui si ricavano le formule che permettono di passare dalle prime alle seconde (Fig. 2 e 3). Per esempio, l'elevazione pari a 90° ($\varepsilon = 90°$) è la condizione per avere un orologio equiangolo, ciò permette di considerare tutti gli orologi equiangoli come un unico caso senza coinvolgere la latitudine e il corrispondente orientamento. Per questo motivo in tutte le analisi relative alle bifilari, e non solo, sono solito partire dai parametri gnomonici superando i parametri ambientali da cui si sono originati.

Gli orologi bifilari oggetto di questa analisi sono pure caratterizzati da tre parametri, i parametri bifilari, che ne identificano la geometria: la direzione dei fili e il rapporto fra le loro altezze. La direzione dei fili viene espressa con gli angoli α_1 e α_2 compresi con la direzione della sustilare, mentre il terzo parametro considera il rapporto fra le loro altezze a_1/a_2 (Fig. 4). Un ridimensionamento delle altezze per uno stesso coefficiente cambierebbe la bifilare solo di un fattore di scala mentre la variazione del loro rapporto modifica la configurazione delle linee orarie.

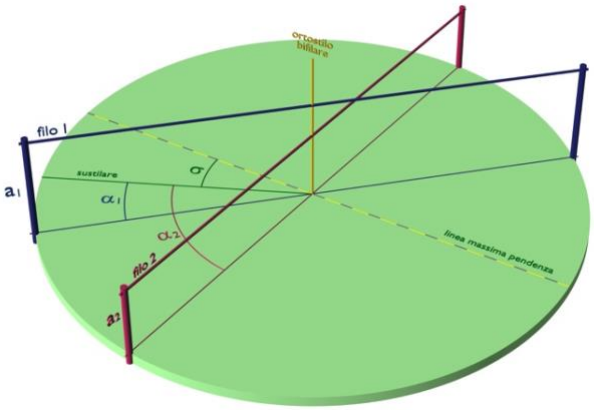


Figura 4 - La direzione dei due fili è espressa tramite gli angoli α_1 e α_2 compresi fra le loro direzioni e quella della sustilare. Un terzo parametro è il rapporto a_1/a_2 fra le altezze dei fili che influenza l'impianto delle linee orarie.
Nel disegno è evidenziato l'ortostilo bifilare, perpendicolare al quadrante e intersecante entrambi i fili. Alla sua base transita una linea parallela alla sustilare per evidenziare la direzione dei fili e i loro angoli.

L'analisi matematica mi ha permesso di legare i parametri gnomonici con quelli bifilari per ricavare i parametri gnomonici bifilari, ossia le caratteristiche gnomoniche dell'orologio bifilare. In altri termini, dati i parametri gnomonici, è possibile impostare quelli bifilari per ottenere una terna di parametri gnomonici bifilari, ε_b, σ_b e $H_{\sigma b}$, che definisce un orologio corrispondente a parametri gnomonici diversi da quelli originali (Fig. 5). In questo senso ho definito la bifilare un trasformatore di parametri gnomonici. Sia l'approccio analitico con le formule, sia quello geometrico qui trattato, risultano più fluidi considerando l'angolo ω_b tra la sustilare σ e la sustilare bifilare σ_b, nonché l'angolo orario T_b tra l'ora sustilare H_σ e l'ora sustilare bifilare $H_{\sigma b}$.

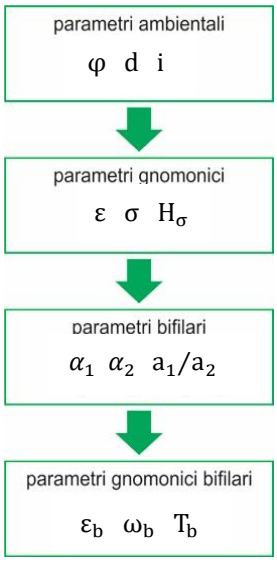


Figura. 5 - Gli orologi bifilari sono dei trasformatori di parametri gnomonici, permettendo di trasformare i parametri di un orologio ad angolo orario in altri tre parametri. L'analisi di queste trasformazioni è più agevole se si impostano le differenze ω_b fra l'angolo sustilare dell'orologio ad angolo orario e quello dell'orologio bifilare, così pure T_b differenza fra l'ora sustilare e l'ora sustilare bifilare.

Le soluzioni analitiche non sempre sono praticabili con soddisfazione poiché possono richiedere uno o entrambi i fili negativi. L'altezza negativa indica che il filo si trova sotto il quadrante e quindi che questo sia proiettivo (Fig. 6). Altre soluzioni sono confinate ad un ambito solo teorico perché le direzioni dei fili, o le loro altezze, sono troppo simili e quindi le loro proiezioni di difficile lettura. Ciò comporta che sebbene le formule indichino sempre una soluzione, l'interpretazione dei risultati può renderla inadeguata alle aspettative. In fondo le formule non sanno di esprimere un contesto gnomonico.

L'interpretazione geometrica qui sviluppata vuole mostrare visivamente la fattibilità e la qualità delle opzioni cercate, penetrando l'architettura della bifilare.

Lo sviluppo delle soluzioni può essere ridotto ad un contesto sensibilmente più semplice assumendo che la sustilare bifilare conservi lo stesso angolo orario appartenente alla sustilare dell'orologio ad angolo orario, con $H_\sigma = H_{\sigma b}$, o meglio $T_b = 0$, pur lasciando libera la sustilare bifilare ω_b di assumere qualunque direzione.
Le bifilari equiangole appartengono a questa categoria, ossia richiedono necessariamente che sia $T_b = 0$, ciò semplifica l'approccio proprio alla categoria di bifilari usualmente progettate e qui trattate.
In un impianto di linee orarie equiangole potrebbe sembrare superfluo valutare la direzione della sustilare poiché questa cessa di essere un asse di simmetria dell'orologio, ma la sua direzione condiziona quella del mezzodì e, come vedremo, anche quello della linea equinoziale.

L'interpretazione geometrica

Collocati due fili, paralleli al quadrante, con altezze e direzioni diverse, si può identificare un asse polare che intersechi entrambi (Fig. 7). Questo asse esiste sicuramente poiché piazzato uno stilo polare sul quadrante in modo che intersechi un filo, è possibile muoverlo parallelo a sé stesso e a contatto del filo finché non interseca anche il secondo filo. Ciò è possibile poiché i due fili non sono paralleli.
Questo asse polare assume un significato importante nello sviluppo della bifilare essendo l'elemento di congiunzione fra l'orologio ad angolo orario e quello bifilare. Nel primo le indicazioni sono evidenziate dall'ombra dello stilo polare, nel secondo dall'intersezione delle ombre dei due fili, il *nodo*.

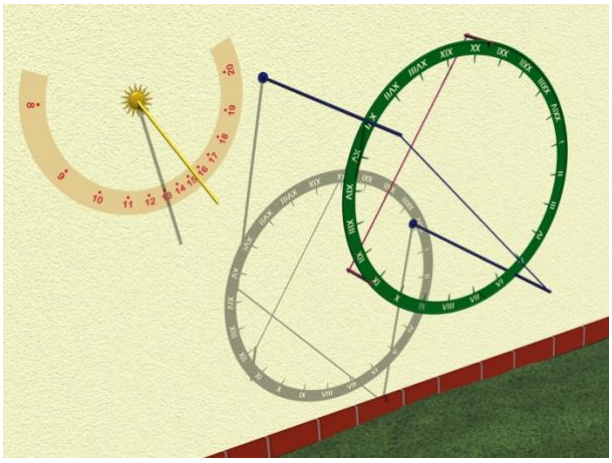


Figura 6 - Le soluzioni analitiche delle bifilari possono indicare che uno o entrambi i fili abbiano un'altezza negativa. Queste soluzioni non sono da scartare ma interpretano la posizione del filo al di sotto del quadrante, soluzione gnomonicamente realizzabile con un quadrante proiettivo, ossia trasparente. Con questa modalità uno schermo comunque orientato raccoglie sia le ombre dei fili, sia quelle delle linee orarie. Un solo filo negativo causa l'inversione del senso di rotazione degli indici orari, mentre due fili negativi non lo alterano.

I piani orari corrispondono ad una rotazione del piano meridiano attorno all'asse polare, pertanto si può immaginare che con una rotazione si possa ottenere anche il piano orario che contiene il filo 1, operazione sempre possibile poiché il filo ha in comune un punto con l'asse polare che abbiamo impostato.
Questo piano orario H_1 interseca anche il quadrante individuando la corrispondente linea oraria dell'orologio ad angolo orario (Fig. 8). La linea oraria così individuata ha la stessa direzione del filo essendo entrambe orizzontali e quindi parallele.
Tutti i raggi del Sole di questo piano proiettano lo stilo polare e il filo 1 sulla linea oraria H_1 mentre l'ombra del filo 2 la interseca generando il nodo sulla stessa linea oraria (Fig. 9). Ciò significa che la linea oraria dell'orologio ad angolo orario diretta come il filo 1 è la stessa linea oraria dell'orologio bifilare.

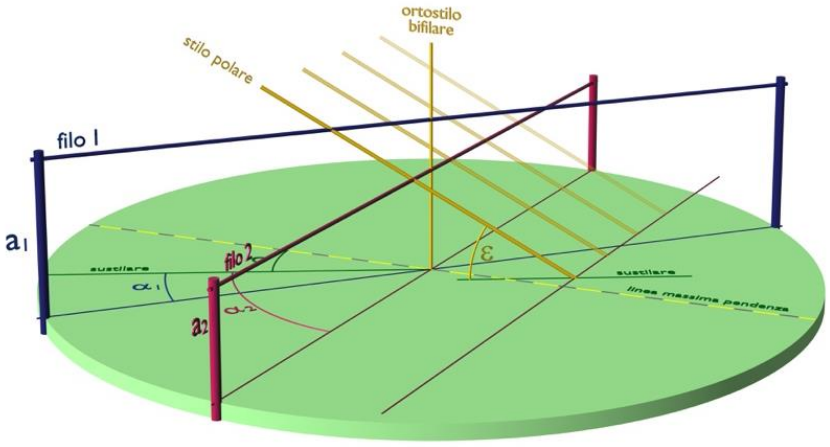


Figura 7 - I due fili con l'ortostilo bifilare e l'asse polare. Entrambi intersecano i due fili.

Poiché lo stesso ragionamento può essere fatto per il filo 2 se ne ricavano i primi due principi:

1) Le linee orarie dell'orologio ad angolo orario con le stesse direzioni dei fili fanno parte anche dell'orologio bifilare. Le due linee orarie sono invarianti.

2) Le due linee orarie invarianti si intersecano alla base di un asse polare che interseca entrambi i fili.

Semplicemente impostando le direzioni dei due fili si sono già determinate due linee orarie della bifilare. Si noti che questa impostazione è indipendente dall'altezza dei fili.

Prima di procedere è necessario premettere una considerazione sulla declinazione del Sole.
In queste costruzioni geometriche è possibile prendere in considerazione anche valori di declinazione extra-solstiziali. Non è una forzatura, gli orologi ad angolo orario, o le bifilari, funzionano su pianeti con una qualunque inclinazione dell'asse polare. Gli approcci analitico e geometrico sono indifferenti all'escursione della declinazione del Sole, pertanto possono essere presi in considerazione valori da $-90°$ a $+90°$.
Il piano orario che contiene il filo 1 contiene tutti i raggi solari che hanno lo stesso angolo orario e ogni possibile declinazione del Sole, da $-90°$ a $+90°$.

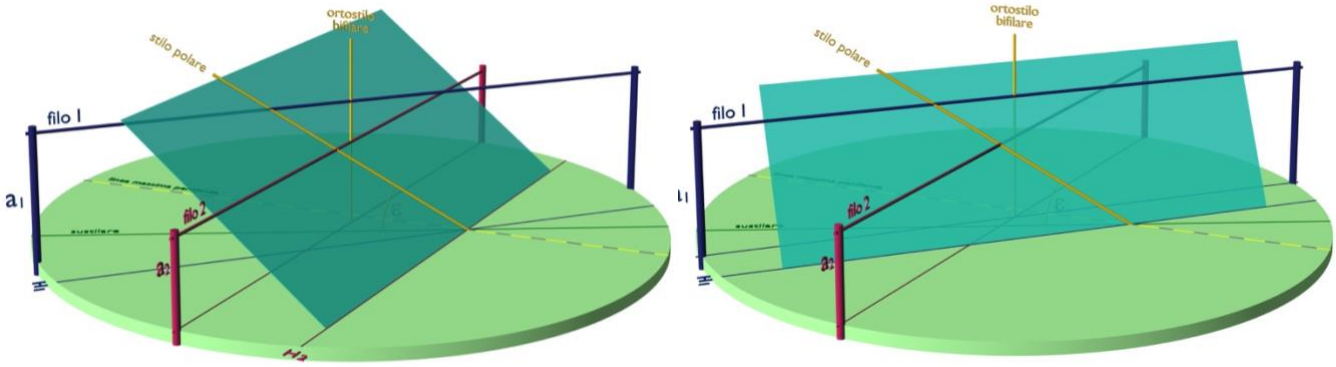


Figura 8 - L'asse polare che interseca entrambi i fili è attraversato da due piani orari che contengono i fili e intersecano il quadrante generando le corrispondenti linee orarie dell'orologio ad angolo orario. Queste sono anche linee orarie dell'orologio bifilare poiché le ombre dei fili si proiettano e si intersecano su queste linee.

Il raggio con la declinazione di 90°, di qualunque piano orario, coincide con l'asse polare, quindi la base C di questo asse deve appartenere a tutte le linee orarie bifilari, permettendo di enunciare:

3) La base dell'asse polare che interseca i fili è il centro di un orologio ad angolo orario ed è anche il centro dell'orologio bifilare poiché tutte le linee orarie bifilari devono condividere questo punto.

Possiamo ora analizzare le altre linee orarie della bifilare considerando un generico piano orario H_3, differente da quelli invarianti H_1 e H_2, che genera la linea oraria dell'orologio ad angolo orario, linea che forma l'angolo τ_3 con la sustilare. I raggi con diverse declinazioni del Sole del piano orario H_3 possono essere posti con l'origine in C, base dello stilo polare (Fig.10).

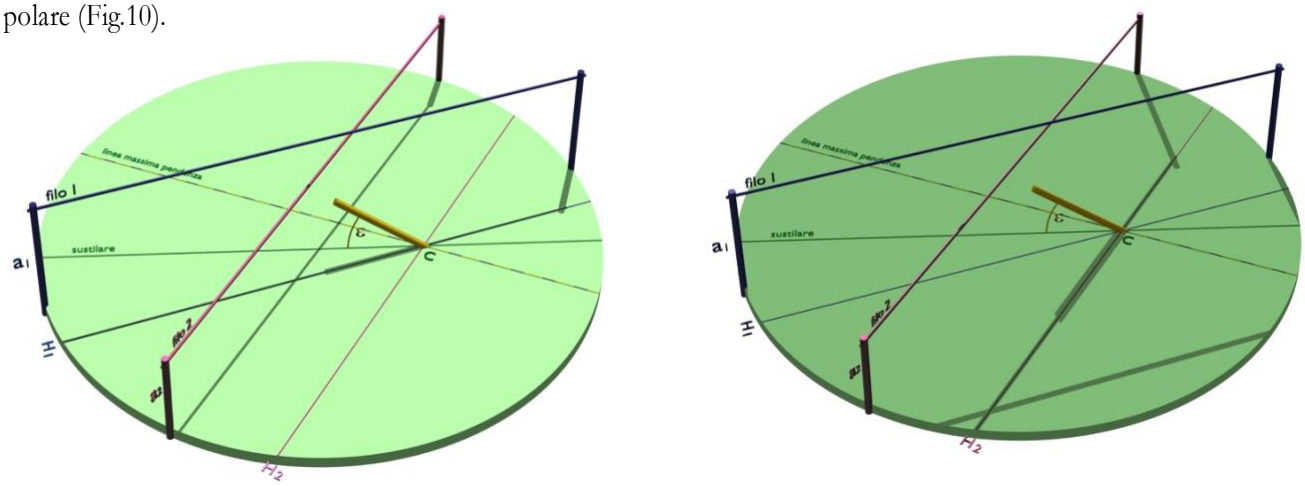


Figura 9 - Le linee orarie invarianti sono condivise dall'orologio ad angolo orario e da quello bifilare, hanno la stessa direzione dei due fili e convergono alla base dell'asse polare che interseca i due fili.

Possiamo immaginare di traslare i raggi, paralleli a sé stessi, lungo la linea oraria H_2 finché non intersecano il filo 1 (Fig. 11). Con questo assetto i raggi evidenziano una superficie curva con una doppia rigatura, una dovuta agli stessi raggi e una seconda ottenuta con le intersezioni di piani orizzontali. Può sorprendere che la superficie abbia questa seconda rigatura, ossia che tutte le sezioni orizzontali siano rettilinee e non solo la linea H_2 e il filo 1 imposte per costruzione geometrica.

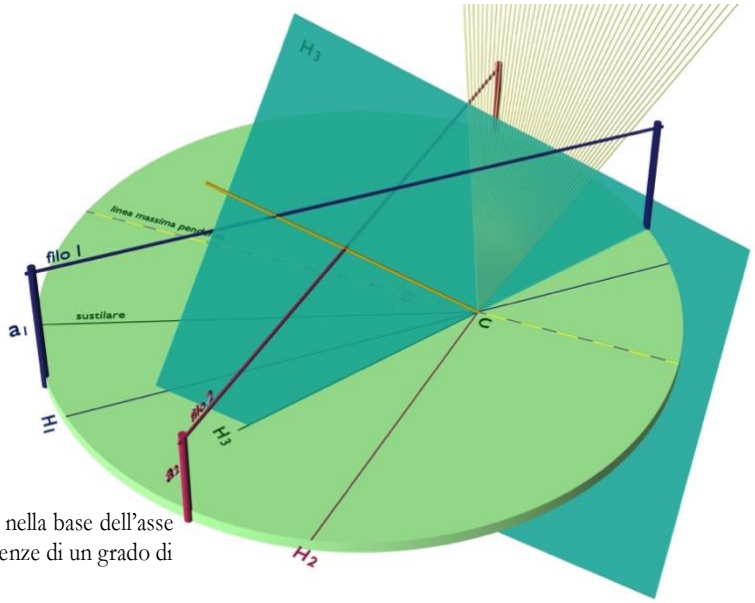


Figura 10 - I raggi di un generico piano orario H_3 con origine nella base dell'asse polare, centro del quadrante. I raggi rappresentati hanno differenze di un grado di declinazione del Sole, da −23° a + 23°.

L'origine di questa seconda rigatura può essere interpretata osservando che lo spostamento dei raggi lungo una medesima direzione fino a intercettare un filo, dipendente dalla direzione e dall'altezza del filo, ha un carattere di proporzionalità. Con gli stessi spostamenti ma considerando una diversa altezza, si intercetterebbe comunque un filo rettilineo ma con una direzione diversa (Fig. 12). Ne segue che gli spostamenti lungo una stessa direzione per intersecare una retta ad una quota fissata, portano i raggi a intersecare delle rette a tutte le quote, pur con direzioni diverse.

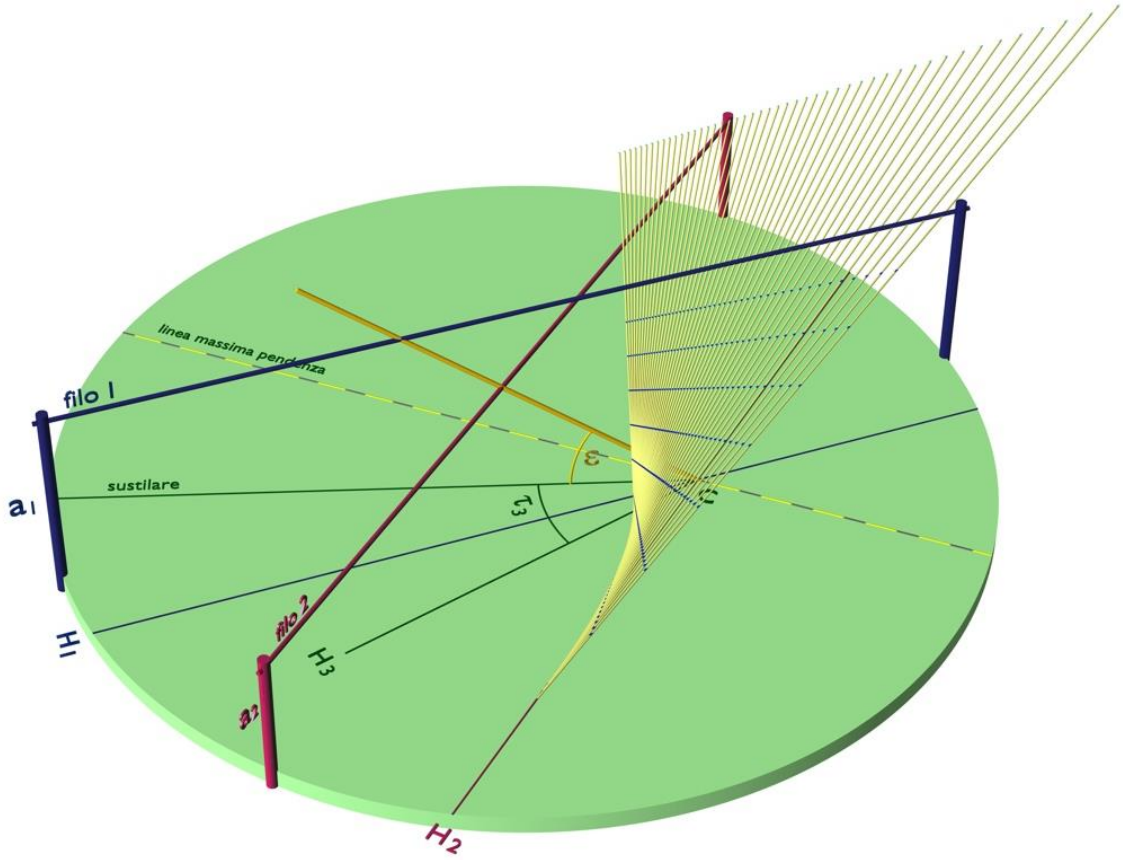


Figura 11 – I raggi del piano orario H_3 traslati paralleli a sé stessi lungo la linea oraria H_2 fino a intersecare il filo 1.
La superficie evidenziata dai raggi mostra una doppia rigatura: quella dei raggi e quella di intersezioni con piani orizzontali.

Si noti che la superficie con doppia rigatura compie una torsione permettendo di ottenere sezioni con una qualunque direzione, scegliendo l'opportuna quota della sezione. Ciò comporta che si possano ottenere superfici con doppia rigatura che contengano due rette orizzontali con direzioni qualunque.
Ciò permette di ipotizzare che si possa costruire una superficie con doppia rigatura che contenga entrambi i fili.

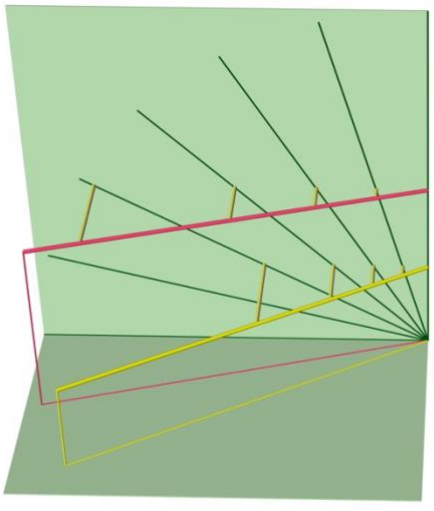
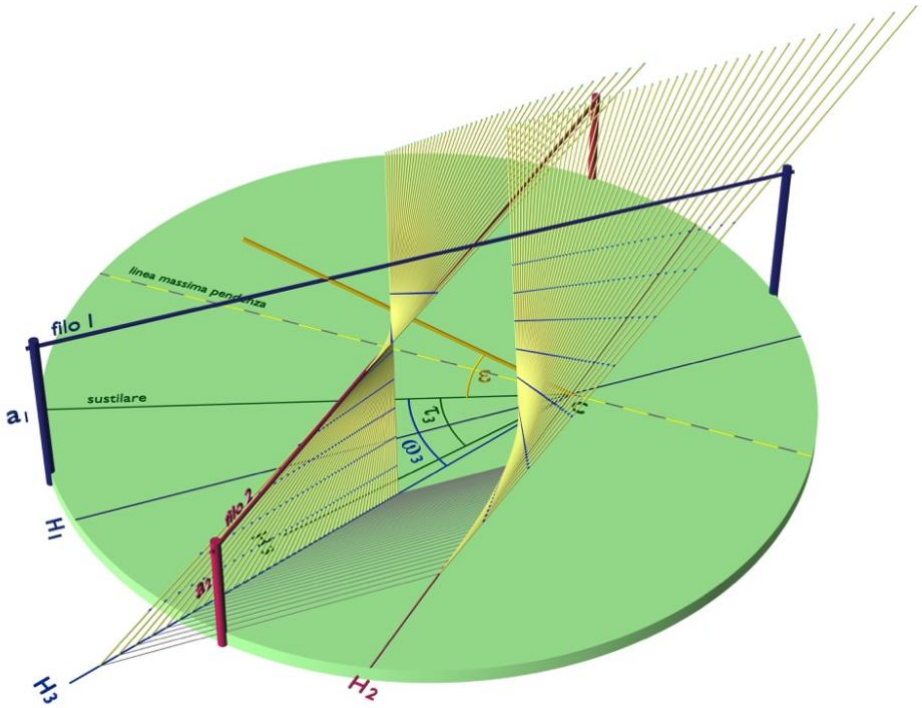


Figura 12 - Ogni raggio ha una coppia di distanziatori della stessa lunghezza ma posti a due quote diverse. La differenza di quota dei distanziatori intercetta sempre delle rette ma con diverso orientamento.



Si procede quindi con un secondo movimento dei raggi lungo direzioni parallele al filo 1 finché non intersecano il filo 2 (Fig. 13 e 14). Poiché i raggi partono in contatto con il filo 1 e si muovono nella stessa direzione, il contatto viene mantenuto durante il movimento, portando i raggi ad intersecare entrambi i fili.
Per quanto già analizzato questo secondo movimento dispone nuovamente i raggi in una superficie con doppia rigatura generando una linea oraria rettilinea. Indichiamo con ω_3 l'angolo che la linea oraria bifilare forma con la sustilare dell'orologio ad angolo orario.

Figura 13 - I raggi del piano orario H_3 vengono di nuovo traslati paralleli a sé stessi lungo la direzione della linea oraria H_1, rimanendo quindi in contatto con il filo 1 e fino ad intersecare il filo 2. La nuova superficie a cui appartengono i raggi mantiene una doppia rigatura. Le due traslazioni, prima lungo la direzione di H_2 e poi H_1, possono essere invertite raggiungendo il medesimo risultato.

Ne segue che la linea oraria bifilare ω_3, ottenuta tagliando la superficie dei raggi con un piano orizzontale, cambia la sua direzione cambiando la quota del piano rispetto ai fili. In altre parole l'altezza dei fili sul quadrante determina la direzione della linea oraria bifilare ω_3 che in generale è diversa dalla τ_3 dell'orologio ad angolo orario.
Tutto ciò permette di affermare

4) Le linee orarie bifilari sono rettilinee.

5) Le direzioni delle linee orarie bifilari ω non coincidono con le stesse linee orarie τ dell'orologio ad angolo orario e la loro direzione cambia variando l'altezza dei fili. Tutto ciò non vale per le due linee orarie invarianti, dirette come i fili, che mantengono sempre la stessa direzione ($\omega_1 = \tau_1, \omega_2 = \tau_2$).

Volendo costruire un orologio bifilare equiangolo, ossia imponendo $\varepsilon_b = 90°$ è necessario scegliere la direzioni dei fili in modo che l'angolo compreso tra le loro direzioni ($\Delta T = \tau_1 - \tau_2$) sia identico alla differenza del loro angolo orario
($\Delta T = H_1 - H_2 = T_1 - T_2$).

In generale, quindi anche con un ε_b diverso da 90°, esiste un numero infinito di coppie di linee orarie che soddisfano il requisito.

In un orologio ad angolo orario le linee orarie sono più fitte attorno alla sustilare e con angoli più ampi attorno alla co-sustilare, la perpendicolare alla sustilare. Questo effetto è tanto più pronunciato quanto più è piccola l'elevazione dello stilo polare.

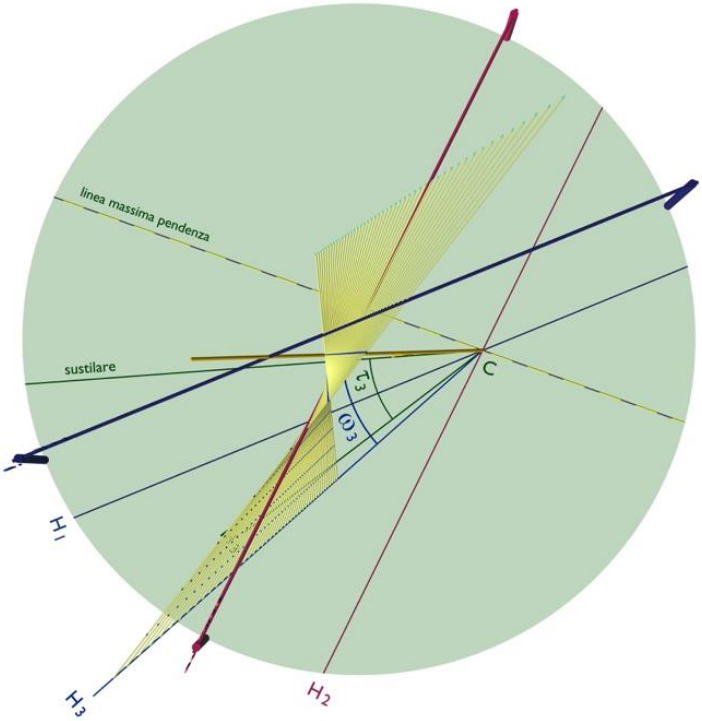


Figura 14 - I raggi associati ad un angolo orario, traslati affinché intersechino i due fili, generano una linea oraria bifilare diversa dalla linea oraria dell'orologio ad angolo orario. La direzione della linea oraria bifilare è influenzata dall'altezza dei fili.

Consideriamo due raggi che si sovrappongono a linee orarie separate da un angolo $\Delta\tau$ e con una differenza ΔT dei loro angoli orari. Ruotando i raggi e mantenendo costante $\Delta\tau$, si può facilmente intuire come un raggio possa raggiungere più linee orarie di quanto non possa fare l'altro (Fig. 15). Ciò implica che alla rotazione corrisponda una variazione di ΔT e che quindi può essere calibrata affinché eguagli $\Delta\tau$.
Per l'orologio bifilare equiangolo potremo affermare che

6) Esistono infinite coppie di linee orarie dell'orologio ad angolo orario tali che l'angolo compreso tra le linee orarie sia identico alla differenza dei loro angoli orari.

7) Per realizzare un orologio bifilare equiangolo è necessario selezionare due fili le cui direzioni siano identiche alle linee orarie che soddisfano il precedente principio (6).

L'ortostilo bifilare, ossia l'asse perpendicolare al quadrante che interseca entrambi i fili, coincide con un raggio di Sole la cui declinazione potrebbe anche essere extra-solstiziale, non per questo da escludere dalla geometria della bifilare.
Un raggio con questa direzione interseca l'asse polare raggiungendo la sustilare, pertanto l'angolo orario di questo raggio è H_σ, qualunque sia la sua declinazione. Ciò implica che la base dell'ortostilo bifilare si trova sulla linea oraria bifilare con il medesimo angolo orario.

Indicando con B la sua base, individuiamo come ω_b la sustilare bifilare con l'angolo orario H_σ.
Variando l'altezza di un filo, e mantenendolo in contatto con lo stesso asse polare per mantenere lo stesso centro dell'orologio, la base dell'ortostilo bifilare cambia posizione causando anche la variazione della direzione ω_b (Fig. 16).
Da ciò deriva un'indicazione anche per l'altezza dei fili.

8) In un orologio bifilare equiangolo l'altezza dei fili va calibrata in modo che l'angolo compreso fra la sustilare bifilare ω_b e le linee orarie invarianti H_1 e H_2 siano identici alla differenza tra l'angolo orario H_σ e gli angoli orari H_1 e H_2.

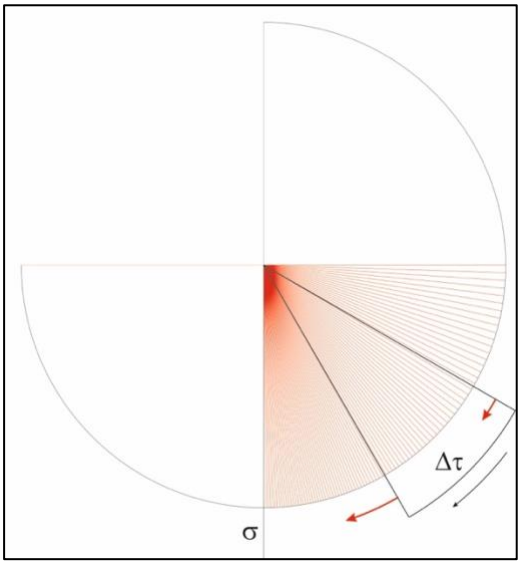


Figura 15 - Due raggi separati dall'angolo $\Delta\tau$ individuano due linee orarie con una differenza ΔT tra i loro angoli orari. Poiché le linee orarie di un orologio ad angolo orario non hanno una distribuzione uniforme ($\varepsilon < 90°$) una rotazione dei due raggi che conserva l'angolo $\Delta\tau$ individua due nuove linee orarie con una diversa ΔT. Ciò permette di calibrare la rotazione, per qualunque $\Delta\tau$, affinché si eguagli ΔT, ossia esistono infinite coppie di linee orarie per cui $\Delta\tau = \Delta T$

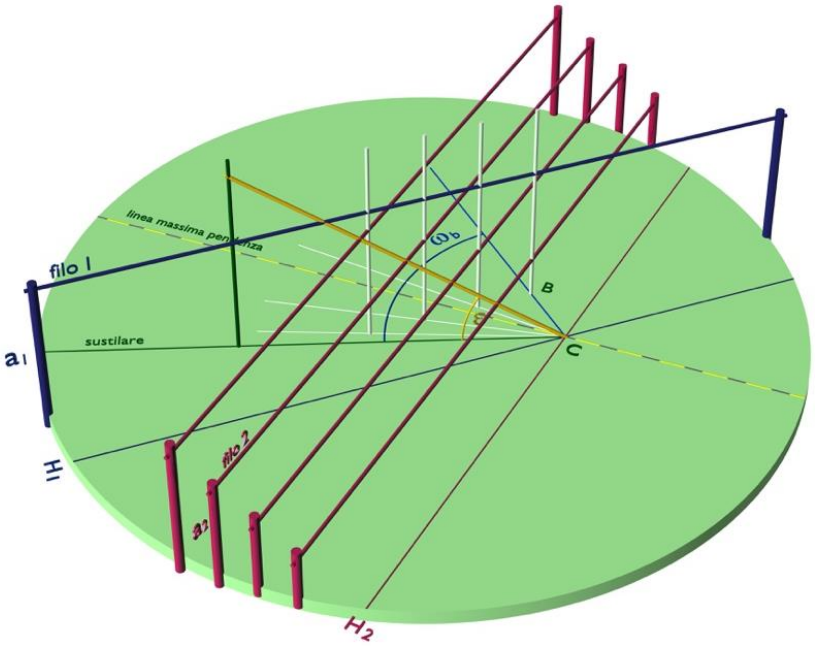


Figura 16 - L'ortostilo bifilare corrisponde ad un raggio che proietta lo stilo polare sulla sustilare e quindi identifica una linea oraria bifilare con lo stesso angolo orario. Variando l'altezza di un filo e mantendolo in contatto con lo stesso asse polare rimane invariato il centro dell'orologio ma la base dell'ortostilo bifilare cambia posizione, causando una diversa direzione della linea oraria bifilare ω_b.

Le tre linee orarie equiangole impongono che lo siano anche tutte le altre poiché questa condizione è attribuibile solo ad un impianto di linee equiangole.
Una condizione simile si può imporre per una elevazione bifilare ε_b minore di 90°: la scelta delle linee orarie invarianti e l'altezza dei fili che determina la direzione della sustilare bifilare devono essere coerenti con l'impianto di linee orarie bifilari che si vuole ottenere, corrispondente all'elevazione bifilare.

In generale nella progettazione di un orologio bifilare ci sono tre gradi di libertà, di cui uno è legato alla premessa iniziale: una notevole semplificazione progettuale deriva dall'accettare che la sustilare bifilare ω_b abbia lo stesso angolo orario H_σ della sustilare σ, ossia $T_b = 0$. Tra l'altro questa condizione è imprescindibile se si desidera ottenere un impianto di linee orarie equiangole.
La seconda opzione è l'elevazione bifilare che nella maggior parte dei casi è imposta a 90° per ottenere linee orarie equiangole.
Infine l'opzione rimanente può essere la scelta della direzione di un filo, o la direzione della linea oraria del mezzodì, o la direzione della equinoziale bifilare, tutte scelte dipendenti dalla direzione che si impone alla sustilare bifilare, la ω_b.
I raggi di Sole equinoziali possono essere adagiati in un piano poiché sono tutti perpendicolari all'asse polare. Questo piano equinoziale ha un'analogia con i piani orari che contengono i raggi di Sole di uno stesso angolo orario.
Trasportando tutti i raggi equinoziali alla base dello stilo polare possiamo eseguire delle traslazioni simili a quelle operate per i raggi dei piani orari e così individuare la linea equinoziale bifilare, da cui si evince che

9) La linea equinoziale bifilare è rettilinea

Negli orologi bifilari con $T_b = 0$ la linea equinoziale è sempre perpendicolare alla ω_b. L'angolo orario distante 90° dalla H_σ è infatti associato ad una linea oraria pure distante 90° dalla ω_b, ciò è vero per qualunque impianto di linee orarie ossia per qualunque ε_b. Questo raggio ha anche declinazione nulla poiché forma un angolo orario di 90° con l'asse polare, si trova nel piano equinoziale e ha una direzione che coincide con la linea oraria ortogonale alla sustilare, ne segue

10) Negli orologi equiangoli, e più in generale con $T_b = 0$, l'equinoziale bifilare è ortogonale alla sustilare bifilare.

La costruzione geometrica

Rivediamo innanzitutto la costruzione geometrica dell'orologio ad angolo orario considerando la linea equinoziale, ortogonale alla sustilare e che la interseca in E. La linea equinoziale viene individuata imponendo che l'angolo CGE sia di 90° cosicché il piano che la contiene e che contiene anche l'apice dello gnomone G risulta essere il piano equinoziale (Fig. 17).

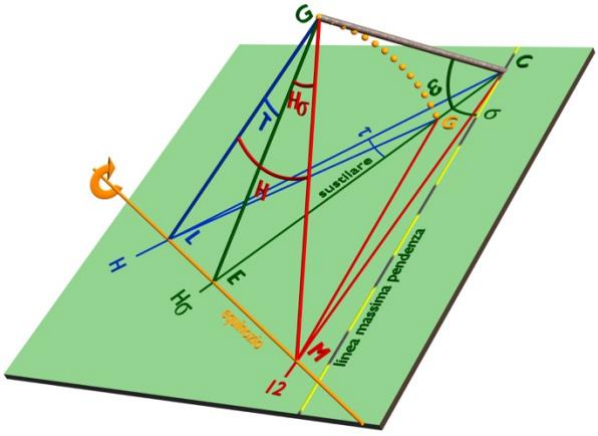
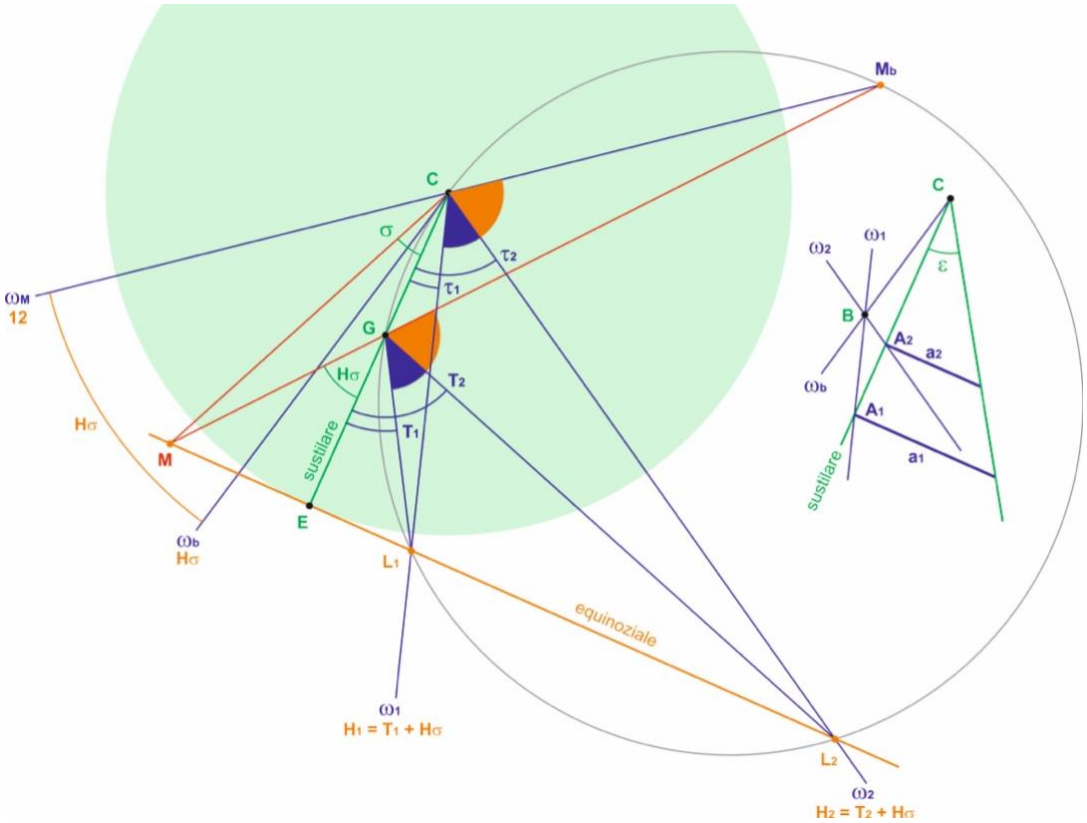


Figura 17 - Ribaltamento sul piano del quadrante dello gnomone G tramite una rotazione attorno alla linea equinoziale, perpendicolare alla sustilare.

I raggi che si diramano da G sul piano equinoziale corrispondono a raggi di Sole associati ad un angolo orario H, intersecano la linea equinoziale nei punti L da dove transita la relativa linea oraria che si irradia da C.
Usando la linea equinoziale come un asse di rotazione si può ribaltare il piano equinoziale portando G sul piano del quadrante, ottenendo una costruzione geometrica piana che permette di disegnare le linee orarie dell'orologio (Fig. 18).
Un raggio uscente da G che forma l'angolo H_σ con la sustilare intercetta la linea equinoziale in un punto M. La semiretta da C passante per M è la linea oraria del mezzogiorno (questa linea forma l'angolo σ con la sustilare solo nei casi, come quello qui rappresentato, in cui coincide con la linea di massima pendenza, pur non essendo rilevante per la dimostrazione).
Un generico raggio uscente da G forma un angolo orario gnomonico T con la sustilare e determina un'intersezione L sulla linea equinoziale che permette di tracciare la linea oraria CL che forma l'angolo τ con la sustilare. Si evidenzia anche l'angolo orario astronomico H, pari a LGM, mostrando $T = H_\sigma - H$.

Figura 18 - Costruzione geometrica di una bifilare equiangola in cui si impone la direzione della ω_b, la linea oraria bifilare su cui si trova la base dell'ortostilo bifilare. Il cerchio ausiliario CGM_b permette di trovare gli angoli tra i fili e la sustilare bifilare uguali alla loro differenza di angolo orario.



In questa costruzione indichiamo con ω l'angolo che le linee orarie bifilari formano con la sustilare dell'orologio ad angolo orario.

Ricordando che la ω_b è la linea oraria bifilare sulla quale si trova l'ortostilo bifilare e che ad essa corrisponde l'angolo orario H_σ, possiamo impostarne a piacimento la direzione con ciò stabilendo anche la direzione della linea oraria bifilare del mezzogiorno ω_M poiché questa deve formare un angolo pari a H_σ con la ω_b.

Prolunghiamo la ω_M e il raggio uscente da G che congiunge M affinché si intersechino in un punto M_b, quindi tracciamo un cerchio ausiliario che transiti per i punti C, G e M_b, questo interseca la linea equinoziale nei punti L_1 e L_2 dove passano le linee orarie bifilari ω_1 e ω_2 che si irradiano da C.

Una nota costruzione geometrica stabilisce che i triangoli inscritti ad una circonferenza che condividono un lato, hanno lo stesso angolo opposto al lato. Considerando la corda L_1M_b potremo quindi affermare che l'angolo L_1CM_b è identico all'angolo L_1GM_b ed equivale ad affermare che l'angolo fra ω_M e ω_1 è identico alla differenza dei loro angoli orari.

Analogamente possiamo considerare le corde L_1L_2, o M_bL_2, per costruire i relativi triangoli con C e G, permettendo di concludere che le linee orarie ω_1, ω_2 e ω_M sono equiangole poiché questa costruzione geometrica mostra eguaglianza fra i relativi angoli in C e in G, ossia fra le differenze delle loro direzioni e quella dei loro angoli orari.

I fili di questo orologio bifilare equiangolo devono essere diretti come la ω_1 e la ω_1 con l'ortostilo bifilare sulla ω_b.

Non rimane che stabilire l'altezza dei fili. Con una costruzione geometrica accessoria (Fig. 18, a destra) tracciamo la ω_b e la sustilare, quindi impostiamo un punto B sulla ω_b a distanza arbitraria da C. Questa distanza è arbitraria poiché è un fattore di scala che influirà solo sulle dimensioni dell'orologio.

Due rette che transitano in B dirette coma la ω_1 e la ω_2 rappresentano i fili che transitano per l'ortostilo bifilare, intersecando la sustilare nei punti A_1 e A_2.

Tracciamo una retta passante per C che formi un angolo pari all'elevazione e dello stilo polare, le perpendicolari alla sustilare condotte da A_1 e A_2 raggiungeranno la retta determinando l'altezza dei fili a_1 e a_2.

Qualche formula

L'impostazione geometrica data a questa analisi è a mio avviso importante per la comprensione del funzionamento di un orologio bifilare ma non voglio escludere l'esposizione delle formule dell'approccio matematico dato che risultano drasticamente semplici per il caso equiangolo e utili nella progettazione di un orologio.
Si ricordano innanzitutto le condizioni dell'orologio bifilare equiangolo

1) $T_b = 0°$ $\varepsilon_b = 90°$

Le direzioni dei fili sono legate dall'equazione

2) $\tan(\alpha_1) \cdot \tan(\alpha_2) = \sin(\varepsilon)$

Infine le altezze dei fili sono determinate con

3) $\omega_b = \alpha_1 + \alpha_2 \pm 90°$

Alla fine le altezze dei fili sono determinate con

4) $$\frac{a_1}{a_2} = \frac{\sin(\alpha_2) \cdot \cos(\alpha_2)}{\sin(\alpha_1) \cdot \cos(\alpha_1)} = \frac{\sin(2\alpha_2)}{\sin(2\alpha_1)}$$

Si noti come le formule danno un risultato indefinito per il caso più semplice con $\omega_b = 0$, ossia con la sustilare bifilare coincidente con la sustilare dell'orologio ad angolo orario, ma combinando le formule si ottiene

5) $\omega_b = 0°$ $\alpha_1 = 0°$ $\alpha_2 = 90°$ $\frac{a_1}{a_2} = \sin(\varepsilon)$

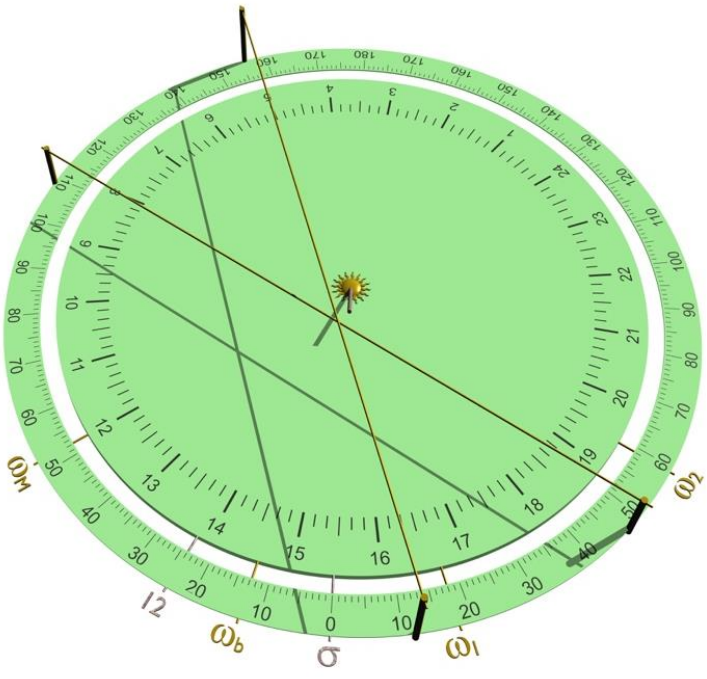


Figura 19 - L'orologio bifilare con il quadrante equiangolo e, all'esterno, un goniometro con l'indice 0° sulla sustilare, per il riscontro delle principali linee dell'orologio, compreso l'indice 12 del mezzogiorno dell'orologio ad angolo orario.

L'esempio della figura 18 riflette le costruzioni geometriche delle precedenti figure e viene riproposto con il risultante orologio della figura 19 in cui uno stilo polare indirizza la propria ombra verso l'indice delle 12, sulla linea di massima pendenza, e la stessa indicazione è mostrata dal nodo che si trova sul raggio che lo attraversa e che raggiunge la stessa indicazione sul quadrante bifilare.

A titolo di esempio si riportano le terne dei parametri di questo orologio

6) $\phi = 50°\ N$ $d = 32°E$ $i = 0°$
$\varepsilon = -33{,}03°$ $\sigma = 23{,}97°$ $H_\sigma = 39{,}2°$
$\alpha_1 = -18°$ $\alpha_2 = -59{,}2°$ $\frac{a_1}{a_2} = 1{,}497$
$\varepsilon_b = 90°$ $\omega_b = 12{,}8°$ $T_b = 0°$

Gli orologi multifilari

L'interpretazione geometrica della bifilare ha permesso di verificare che per ogni linea oraria esiste una superficie con doppia rigatura, una formata dai raggi di Sole con lo stesso angolo orario e ogni possibile declinazione del Sole, l'altra da linee rette ottenute con sezioni di piani paralleli al quadrante e aventi direzioni dipendenti dall'altezza della sezione. Questa seconda rigatura attraversa l'asse polare che interseca entrambi i fili, ossia i fili e la linea oraria fanno parte della superficie rigata.
Le superfici di due linee orarie diverse condividono due sezioni, i due fili, ma non possono incontrarsi in altre sezioni o dovrebbero essere identiche (Fig. 20).

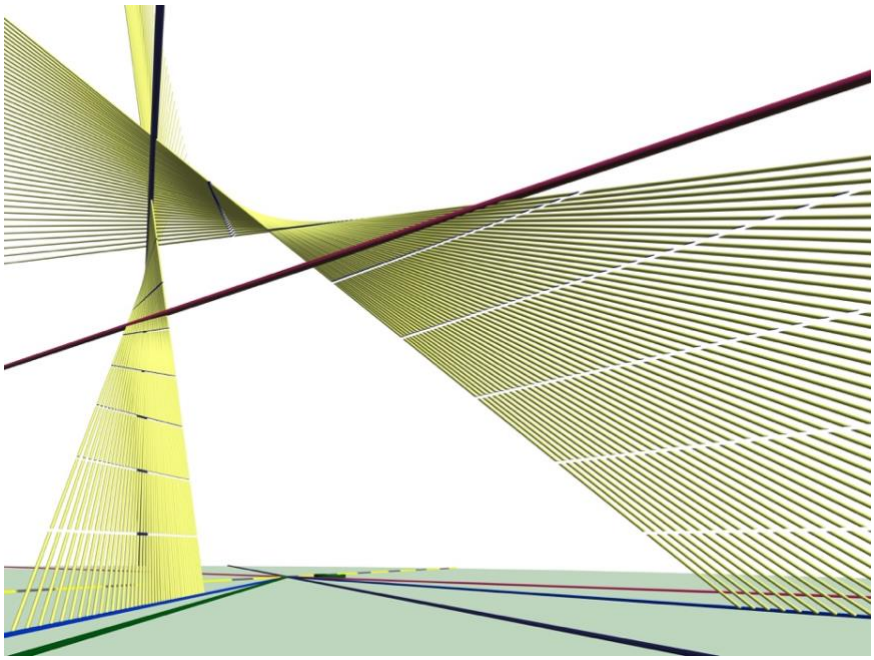


Figura 20 - Le superfici di due angoli orari diversi (T = 10° e T = 50°) partono dalle rispettive linee orarie e incrociano gli stessi fili ma non condividono nessuna altra sezione. Ogni punto di un filo corrisponde a infinite coppie di H, d con valori mai ripetuti.

Ogni angolo orario può generare infinite superfici diverse fra loro, ognuna è vincolata dai due fili che deve attraversare, oppure da un filo e dalla linea oraria, dato che questa è pure una sezione della superficie al pari di un filo. Ne segue che date due rette per le quali si sono impostate le direzioni e una differenza di altezza, resta determinata la superficie generata dall'angolo orario.

Considerando un orologio dotato di una sola linea oraria si può considerare una sola superficie che quindi non deve condividere due sezioni, i due fili, con le superfici degli altri angoli orari. È perciò possibile considerare più sezioni, ad altezze diverse, ottenendo più fili con direzioni diverse. Poiché tutti i raggi attraversano tutti i fili, compresa la linea oraria, all'orario corrispondente tutte le ombre si incrociano in un unico punto posto sulla linea oraria. Il punto è mobile sulla linea oraria dipendendo dalla declinazione del Sole.
Cambiando angolo orario le ombre non convergono più in un unico punto. Si possono considerare i fili a coppie, ognuna delle quali rappresenta un diverso orologio bifilare, tutti questi condividono la linea oraria considerata e il loro nodo se ne allontana quando deve mostrare angoli orari diversi. Poiché le coppie di fili hanno rapporti di altezza diversa, sono diverse anche le distribuzioni delle loro linee orarie e quindi i nodi si muovono con velocità angolari differenti generando nodi distinti. In generale il numero dei nodi è pari al numero delle coppie che si possono formare con n fili, ossia $n\,(n-1)\,/2$.

Il metodo più semplice e diretto per progettare un orologio multifilare è quello di costruire una trifilare partendo da una bifilare. Si può infatti immaginare di trasformare una linea oraria di un orologio bifilare in un filo, quindi di eliminare il quadrante e raccogliere la proiezione dei tre fili su uno schermo sottostante con qualunque orientamento, persino su di una superficie curva. Se lo schermo è parallelo al quadrante eliminato, le proiezioni avvengono lunga una retta che a sua volta è una sezione della superficie dei raggi.
Poiché all'ora considerata i raggi del Sole portano il nodo sulla linea oraria trasformata in filo, il proseguimento del raggio verso un'altra superficie mostrerebbe le tre ombre sempre coincidenti in un punto. Ne segue che gli orologi multifilari sono essenzialmente degli orologi proiettivi che per raccogliere l'indicazione oraria possono utilizzare schermi con orientamenti qualsiasi, persino curvi, indipendentemente dall'orientamento del quadrante da cui si è partiti nella progettazione.
L'orologio con fili negativi della figura 6 può diventare un orologio trifilare collocando un filo sul quadrante, coincidente con una linea oraria, quindi eliminando il quadrante.

Un approccio più generale prevede di progettare un orologio multifilare permettendo di calcolare altezza e direzioni dei fili partendo da un angolo orario e fissando una fra le superfici dei raggi che gli appartengono.

Per esempio dato l'angolo orario gnomonico T (o quello astronomico H, differente di H_σ), si può impostare la direzione della sua linea oraria ω, quindi fissare altezza a_1 e direzione α_1 di un filo, con ciò impostando anche la superficie formata da tutti i raggi. A questo punto possiamo ottenere un numero qualunque di fili sezionando questa superficie ad altezze diverse.

L'impostazione di ω, a_1 e a_2 determinerà superfici diverse e quindi influenzerà le direzioni dei fili a parità di altezza.

Si noti che l'impostazione di questi tre parametri equivale ad impostare un orologio bifilare come espresso nella figura 5, ma qui non ci si propone come obiettivo quello di riprodurre dei parametri gnomonici specifici.

Si ricorda che tutti i fili intersecano un asse polare la cui base è il centro dell'orologio C e da cui si dirama la linea oraria. Perciò si può identificare il punto da cui transita un qualunque filo data la sua altezza a_n. Questo si troverà sulla verticale di un punto sulla sustilare ad una distanza b_n da C (Fig. 21)

7) $$b_n = \frac{a_n}{\sin(|\varepsilon|)}$$

Il calcolo della direzione di un filo ad altezza a_n è più complessa e può essere affrontata con le formule degli orologi bifilari con fili rettilinei paralleli al quadrante.
Con una sola linea oraria si possono prendere in considerazione tutte le superfici possibili del relativo angolo orario T, pertanto non si pongono vincoli per semplificare l'approccio analitico, ossia imporre $T_b = 0$ che riguarda in modo specifico gli orologi equiangoli.

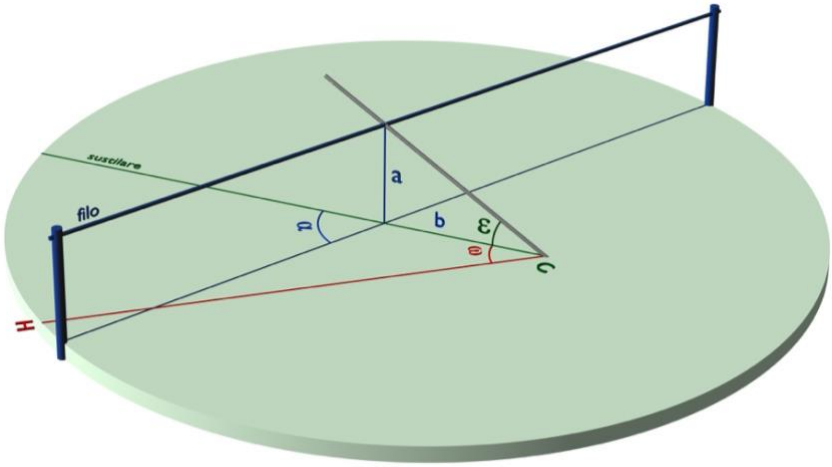


Fig. 21 - Qualunque filo di un orologio multifilare deve intersecare l'asse polare la cui base C è il centro dell'orologio. Impostando l'altezza di un filo è quindi immediato trovare la distanza dal centro C sulla sustilare dove un ortostilo raggiunge il punto in cui il filo interseca lo stilo polare.

La formula generale per trovare la direzione ω di una linea oraria T è

8)
$$A = a_2 \sin(\alpha_1)\cos(\alpha_2) - a_1\cos(\alpha_1)\sin(\alpha_2)$$
$$B = (a_2 - a_1)\sin(\alpha_1)\sin(\alpha_2)$$
$$C = (a_2 - a_1)\cos(\alpha_1)\cos(\alpha_2)$$
$$D = a_2\cos(\alpha_1)\sin(\alpha_2) - a_1\sin(\alpha_1)\cos(\alpha_2)$$
$$\tan(\omega) = \frac{A\sin(\varepsilon)\sin(T) - B\cos(T)}{C\sin(\varepsilon)\sin(T) - D\cos(T)}$$

Questa formula è stata concepita per trovare la direzione ω di una linea oraria una volta impostate direzioni e altezze dei fili mentre nella progettazione di un orologio multifilare si vuole impostare la linea oraria e un filo che determina la superficie, ciò significa esplicitare α_1 in funzione di a_1, dati ω, α_2 e a_2.

Anziché una complessa riformulazione della 8) è possibile ricorrere ad un diverso approccio usando la stessa formula. Come già esposto in precedenza gli orologi bifilari possono avere fili negativi e infatti la 8) può essere impostata anche con a_1 e a_2 negativi.
Si può immaginare di impostare i fili ad altezze negative variando una delle altezze e mantenendo l'altra ad una differenza di altezza costante dalla prima.
Questa variazione influisce sulla direzione della linea oraria ω mentre la differenza costante fra le altezze dei due fili identifica sempre la stessa superficie.
Ora si può invertire la rappresentazione considerando che il filo 1 più in basso sia in realtà la linea oraria ω, il filo 2 rappresenti sé stesso e la linea oraria ω sia il filo 1. In questo modo, con poche variazioni, si può utilizzare la 8) per calcolare le direzioni dei fili della multifilare impostando

$$A = (-a_1 + a_2)\sin(\omega)\cos(\alpha_2) + a_2\cos(\omega)\sin(\alpha_2)$$

$$B = a_2\sin(\omega)\sin(\alpha_2)$$

9) $$C = a_2\cos(\omega)\cos(\alpha_2)$$

$$D = (-a_1 + a_2)\cos(\omega)\sin(\alpha_2) + a_1\sin(\omega)\cos(\alpha_2)$$

$$\tan(\alpha_1) = \frac{A\sin(\varepsilon)\sin(T) - B\cos(T)}{C\sin(\varepsilon)\sin(T) - D\cos(T)}$$

dove α_2, a_2 e ω definiscono la superficie mentre il valore a_1, variabile a piacimento, permette di trovare la relativa direzione α_1 di un altro filo.
Riporto anche la formula della superficie rigata, dove la sezione $z = 0$ è una retta diretta come l'asse x e la sezione $z = a$ come l'asse y, dove l'asse y è diretto come la sustilare dell'orologio ad angolo orario

10) $$-\cos(\varepsilon)\sin(T)\,z^2 + \sin(\epsilon)\sin(T)\,yz - \cos(T)\,xz - a\sin(\varepsilon)\sin(T)\,y + a\cos(\varepsilon)\sin(T)\,z = 0$$

Imponendo $z = b$ possiamo ottenere le intersezioni con gli assi

11) $$x = 0 \qquad y = \frac{b\cos(\varepsilon)}{\sin(\varepsilon)} \qquad\qquad x = (a - b)\cos(\varepsilon)\tan(T) \qquad y = 0$$

la direzione b della retta desiderata

12) $$\tan(\beta) = \frac{a - b}{b}\sin(\varepsilon)\tan(T)$$

o trovare l'altezza b per la direzione desiderata

13) $$b = \frac{a\sin(\varepsilon)\tan(T)}{\tan(\beta) + \sin(\varepsilon)\tan(T)}$$

Nelle figure 22, 23 e 24 è rappresentato un orologio multifilare, con cinque fili, progettato per le ore dodici. In questi disegni l'illuminazione è utopica, ossia corrisponde ad un Sole puntiforme e a distanza infinita per cui tutti i raggi sono paralleli. Nella realtà il Sole ha un diametro di circa 0.5° per cui le ombre hanno una sfumatura che aumenta con la distanza delle proiezioni. Nella realtà impostando dei fili con distanze sensibilmente diverse si accentuerebbe la differenza di nitidezza delle ombre.

Come già introdotto, l'orologio multifilare può anche fare a meno del quadrante poiché i fili proiettano la loro intersezione, o la mancanza di questa, su uno schermo sottostante con qualunque orientamento o su una superficie curva.
Ciò che rivela l'ora non è la linea oraria ma l'intersezione delle ombre in un unico punto, ovunque vengano proiettate.
Dato che senza quadrante lo schermo può avere un orientamento qualunque, il progetto può essere calcolato per un quadrante comunque orientato.
Nell'esempio di figura 22 il progetto è per un quadrante orizzontale ma la proiezione avviene anche sulla parete, verticale e declinata. Ciò significa che i fili avrebbero potuto essere anche paralleli alla parete o a qualunque altro piano orientato.

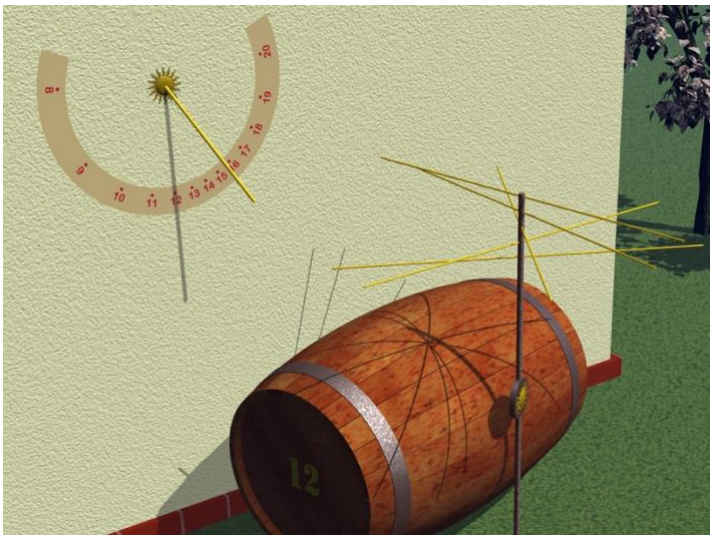


Figura 22 - Un orologio multifilare può fare a meno del quadrante permettendo la proiezione del nodo su un piano comunque orientato o su una superficie curva. Questo orologio per le ore dodici è progettato per un piano orizzontale, come mostrano i fili paralleli all'orizzonte, ma permette la proiezione su una superficie curva. I fili sono sostenuti da un palo verticale corrispondente ad un raggio delle ore dodici con una declinazione del Sole extra-solstiziale tale da essere verticale e quindi utilizzabile come palo di sostegno.

Dato che questi orologi lavorano per un solo angolo orario, è anche possibile limitare l'estensione dei fili, ossia prevedendo i soli tratti di filo coinvolti dagli estremi della declinazione del Sole.
Nell'orologio delle figure 22, 23 e 24 i fili sono sostenuti da un palo. Poiché la superficie è rigata con i raggi di qualunque declinazione del Sole, il palo verticale corrisponde ad un raggio con declinazione oltre quella del solstizio, che comunque per definizione attraversa tutti i fili e quindi può essere utilizzato come sostegno.
Poiché l'orologio indica mezzogiorno e il palo oscurerebbe il nodo con la propria ombra, ho impostato una ω_b di 30°, ossia la linea delle dodici forma un angolo di 30° con la linea meridiana permettendo di osservare il nodo a mezzogiorno.
L'orologio può essere spostato in verticale, o il palo ricollocato in altra posizione, pur di mantenere i fili con le stesse direzioni e le stesse distanze relative.

Se anziché utilizzare dei fili si praticassero delle fessure su dei piani opachi, all'ora impostata la proiezione diventerebbe una macchia luminosa, assente negli altri orari. Nella figura 25 sono utilizzati dei semi-piani, ossia dei piani tagliati in due da una fessura diretta come il filo, eliminando una delle due metà. Con un sufficiente numero di fili e scegliendo opportunamente i semi-piani più adatti, si può realizzare un orologio che circoscrive la proiezione.

Infine i piani possono avere anche una rotazione attorno alla direzione dei fili, permettendo anche costruzioni complesse che richiedono una progettazione specifica.
Tutto ciò evidenzia come gli orologi multifilari offrano molte possibilità e ampi margini di interpretazione, pur nella limitazione di indicare un solo orario.

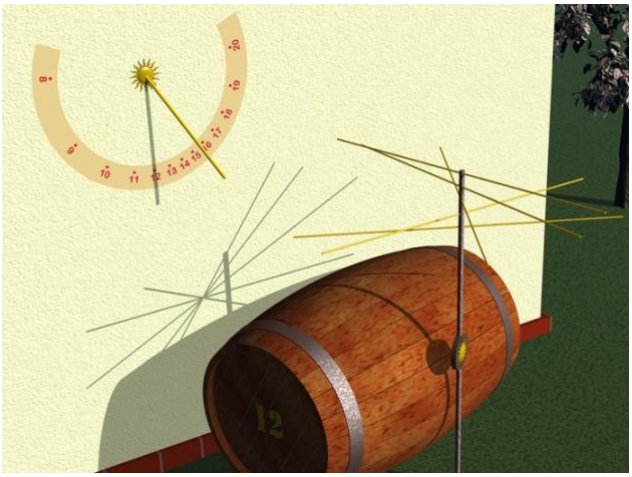


Figura 23 - Lo stesso orologio della figura precedente proietta il nodo su una parete verticale e declinante, alla stessa ora ma con una diversa declinazione del Sole.

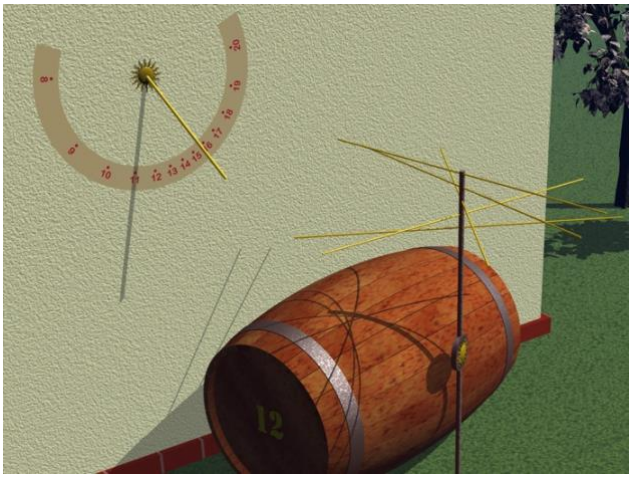
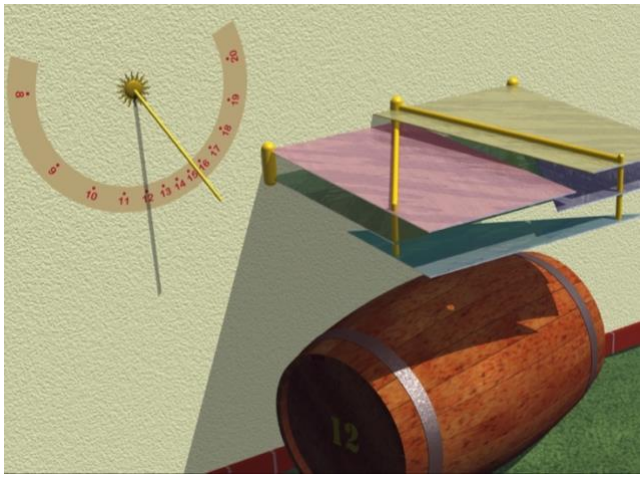


Figura 24 - L'orologio delle figure precedenti, fuori orario mostra un numero di nodi pari a $n\,(n-1)\,/2$, ossia con 5 fili si rilevano 10 nodi distinti, uno per ogni possibile coppia dei fili.



Un orologio multifilare con piani e fessure può anche essere concepito con più fessure per piano, per indicare più di un orario. Si renderebbero possibili degli allineamenti indesiderati ma aumentando il numero dei piani rimarrebbero attivi solo quelli delle superfici orarie.

Figura 25 - L'orologio multifilare delle figure precedenti realizzato con dei semipiani tagliati lungo le direzioni dei fili. La proiezione diventa una macchia luminosa, visibile solo all'orario previsto.

Bibliografia

Bernard Rouxel, "Una meridiana trifilare", Atti del XV Seminario Nazionale di Gnomonica, Monclassico (TN) 2008.

Un approccio grafico all'ellisse di Aimè Pauwels

L'orologio solare a due stili polari di Aimé Pauwels, caratteristico per i suoi punti orari disposti su un'ellisse, così come descritto da Reekmans anche in questo numero di OS, viene esplorato e ricostruito con l'uso di Geogebra allo scopo di trovare risposte alle domande che esso pone: 'perché un'ellisse' e 'come costruirla'.

di Elsa Stocco (estocco2000@yahoo.it)

L'orologio solare realizzato da Aimè Pauwels, descritto da Reekmans in due articoli su riviste straniere, tradotti in questo numero di OS, consente la lettura delle ore con l'uso di due stili polari: i punti orari sono disposti su una caratteristica curva a forma di ellisse e riportano ciascuno due indicazioni orarie diverse, sfasate di un numero costante assegnato n di ore, che sono segnate dall'uno o dall'altro stilo in base ai dati di progetto.

I file inseriti nei Bonus e qui brevemente descritti, sfruttando le potenzialità dinamiche di Geogebra, esplorano gli orologi di questo tipo con un approccio 'grafico', e suggeriscono risposte alle domande che essi pongono: '*perché un'ellisse*' e '*come costruirla*'.

L'orologio equatoriale a due stili – Perché una ellisse

La risposta al primo quesito è suggerita dal file *1_OrologioEquatoriale2Stili.ggb* dove si immagina un orologio analogo a quello ipotizzato da Pauwels su una parte verticale declinante, ma realizzato sul piano equatoriale.

In Figura 1 si osserva il cerchio equatoriale di centro C1, sulla sua faccia superiore, e il Sole S che su esso apparentemente si muove (il punto M indica il mezzodì).

Uno stilo polare, centrato in C1, consente la lettura dell'ora nel punto diametralmente opposto rispetto al Sole: in figura S sta indicando le ore 11, S' le ore 13, mentre l'angolo in C1 rappresenta la differenza fra gli angoli orari del Sole nelle due diverse posizioni (qui vale 30° ossia 2 ore). Questa differenza viene fissata con un apposito slider **n**, che consente di scegliere lo sfasamento fra le ore indicate da ciascun punto orario.

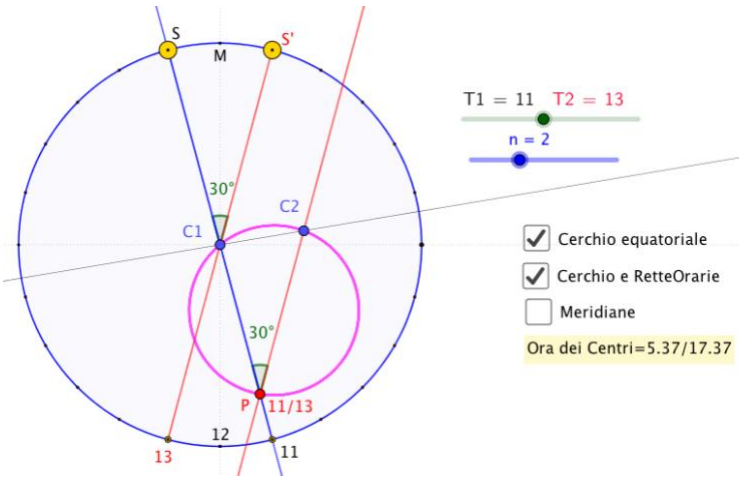


Figura1 - C1P su S11 sta indicando l'ora 11, C2P, parallelo a S'13, indicherà dopo due ore l'ora 13 (lo sfasamento scelto in questo caso tra le rette orarie è $n = 2$, $\alpha = 30°$). Mentre l'ombra per C1 spazza in 24 ore il cerchio equatoriale, il punto P percorre la *circonferenza oraria* due volte.

Sullo stesso piano, in C2, è posto un secondo stilo polare: esso genera alla stessa ora, nell'arco della giornata, un'ombra parallela a quella generata dallo stilo in C1 (es. C2P // S'13).

Gli angoli in P e in C1, dato il parallelismo, sono uguali fra loro e si mantengono tali al variare del tempo: dunque, per un noto teorema, il punto P, che vede C1C2 sotto un angolo costante, al variare del tempo descrive una circonferenza (*circonferenza oraria).*

Il punto P indicherà le 11 con lo stilo in C1 e le 13 con lo stilo in C2.

I punti d'innesto degli stili polari C1 e C2 possono occupare qualsiasi posizione sul piano, come in Figura 2. Qui, mentre viene marcata l'uguaglianza tra gli angoli in P e in D, risulta anche evidente come l'arco orario compreso tra i due centri C1 e C2 sia uguale a quello tra i due punti meridiani D ed E.

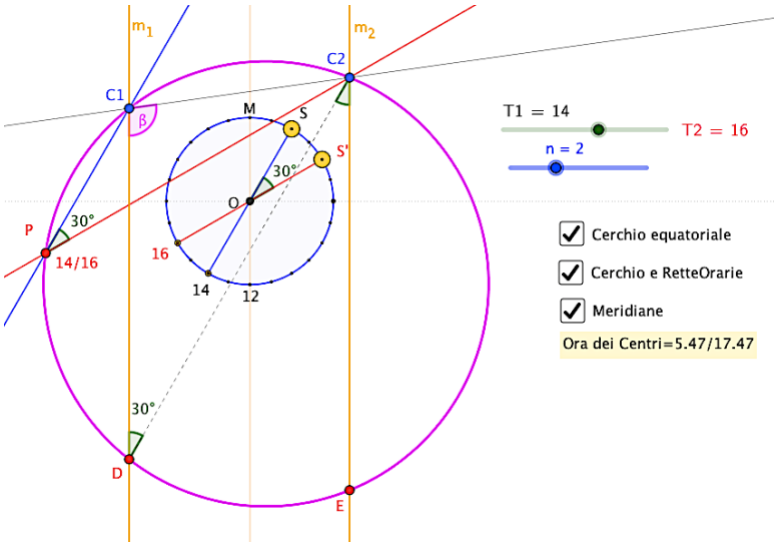


Figura 2 - La retta dei centri C1C2 individua con la linea meridiana un angolo orario β e l'ora in cui le ombre dei due stili si sovrappongono esattamente (cosa che avviene anche 12 ore dopo).

Il punto D che indica le ore 12/14 (oppure E che indica le 10/12) è uno degli infiniti punti che può essere usato per tracciare la *circonferenza oraria*, come circonferenza per tre punti, ed essere usato come origine per individuare sulla stessa tutti gli altri punti orari.

Il teorema dei seni consente di evidenziare la relazione

$$C_1C_2/\sin\alpha = C_2D/\sin\beta$$

dalla quale si evince che la *circonferenza oraria* dei due stili resta definita dalla posizione dei due centri (distanza e angolo orario β della retta oraria dei centri) e da un terzo punto (D) che dipende dal valore scelto per n e che definisce l'angolo α (con vertice in P, qui vale 30°) sotto cui è vista la distanza fra i centri (in sostanza a quante ore corrisponde l'arco C1C2).

Se proiettiamo questo orologio equatoriale su un piano con orientamento qualsiasi, lungo la direzione dell'asse polare, la *circonferenza oraria* è trasformata in una ellisse, ed otteniamo un orologio come quello di Pauwels.

In questa proiezione i punti C1 e C2 diventano i centri di due fasci orari esattamente sovrapponibili, e P diventa quel punto di intersezione tra rette 'sfasate' di n ore (rette omologhe nei 2 fasci) che genera l'ellisse; in particolare gli assi dell'ellisse risulteranno paralleli rispettivamente alla linea sustilare ed equinoziale.

La costruzione dell'ellisse

Nel file *2_Ellisse_Geo.ggb* si lavora direttamente sul piano di un quadrante verticale declinante con l'obiettivo di costruire l'ellisse usando un noto metodo grafico per tracciare il fascio delle linee orarie. Esso ribalta il cerchio equatoriale sul piano del quadrante, fissa il centro proiettivo d'origine G e determina i punti orari sull'equinoziale.
In entrata si possono scegliere la latitudine φ, la declinazione d della parete e lo 'sfasamento' n tra rette orarie omologhe la cui intersezione genera l'ellisse. I punti C1 e C2 sono i centri dei due fasci orari e punti di innesto dei due stili polari.

Il centro C2 può essere spostato agendo direttamente su esso mentre C1 coincide con il centro del fascio orario di base, proiezione del centro del cerchio equatoriale sul piano del quadrante (come in Figura 1).

La retta oraria che passa per C1 e C2 ha un ruolo fondamentale nella costruzione e rappresenta nei due fasci una stessa ora, non necessariamente intera. Solo a quell'ora, e 12 ore dopo, le ombre dei due stili si sovrappongono completamente, mentre si muovono parallele tra loro in tutte le altre (Figura 3).

Il cerchio equatoriale di centro G da cui ha origine il fascio orario di centro C1, consente di trovare sull'equinoziale l'ora Hc e il relativo angolo orario ω_c = HcGM che competono alla retta oraria dei centri C1C2 (12 ore dopo, essa indicherebbe l'ora Hc+12 con variazione dell'angolo orario $\Delta\omega_c = 180°$).

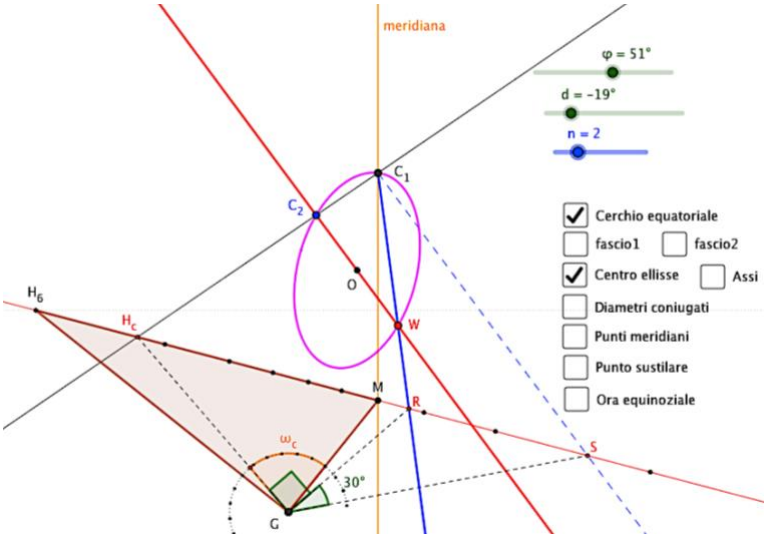


Figura 3 – Il cerchio equatoriale consente di individuare i punti orari sull'equinoziale e il fascio orario di base di centro C1. Ciascuna retta del fascio di centro C2 si ottiene come parallela alla omologa nel fascio base. Fondamentale per disegnare l'ellisse è trovarne il suo centro.

Dopo 6 ore ($\Delta\omega_c = 90°$) la retta oraria segna in R sull'equinoziale l'ora $Hc + 6$ e in S l'ora $Hc + 6 + n$, (dopo $6 + n$ ore, $\Delta\omega_c = 90° + n \cdot 15°$).

La retta C1R e la parallela per C2 a C1S (rette omologhe nei due fasci), si incontrano in W, definendo l'angolo C2C1W che corrisponde ad un angolo di 90° nel cerchio equatoriale (6 ore): C2W è dunque un diametro dell'ellisse e il suo punto medio O ne rappresenta il centro.

Con lo stesso procedimento, dopo 3 ore ($\Delta\omega_c = 45°$), si possono individuare sull'equinoziale i punti V e U: la retta C1V e la parallela per C2 a C1U (rette omologhe nei due fasci), si incontrano in V', definendo l'angolo C2C1V' che corrisponde a 45° (3 ore) sul cerchio equatoriale (Figura 4).
V'V" (V" simmetrico di V' rispetto ad O) è il diametro coniugato di C2W e da due diametri coniugati si può costruire l'ellisse[1].

Nel file succitato vengono individuati anche gli assi, da cui si può costruire l'ellisse, ed altri elementi come i punti meridiani e il punto sustilare dove l'ellisse interseca rispettivamente le linee meridiane dei due fasci e la sustilare del fascio base[2].

Dunque con linee e punti orari distanti 6 ore (diametralmente opposti sull'ellisse) o 3 ore, se ne possono trovare il centro O, i diametri coniugati o gli assi etc. e da quelli costruire l'ellisse con grande precisione.

Ma il problema non è tanto (o solo) quello di tracciare la curva, quanto quello di indicare correttamente su di essa i punti orari.

La precisione di un orologio così concepito non dipende dall'ellisse in sé (gradevole magari dal punto di vista estetico), ma dalla precisione con cui sono indicati i punti orari.

Banalmente il metodo più semplice per costruire l'ellisse è quello di tracciare l'intero fascio orario (adeguato al contesto della parete), 'accostarvi' un suo duplicato e trovare i punti orari indicati dalla intersezione di rette omologhe ('sfalsate' di n ore): con le mezze ore, i quarti d'ora etc., se ne può migliorare la precisione a piacere.

Infine, a sottolineare la dinamicità di Geogebra, un punto orario mobile Hi e quello che lo segue di n ore, entrambi sull'equinoziale, individuano due generiche rette orarie del fascio per C1 'distanti' n ore (la seconda tratteggiata): la parallela alla seconda per C2 interseca la prima in un punto Pi che genera con continuità l'ellisse al variare del tempo.

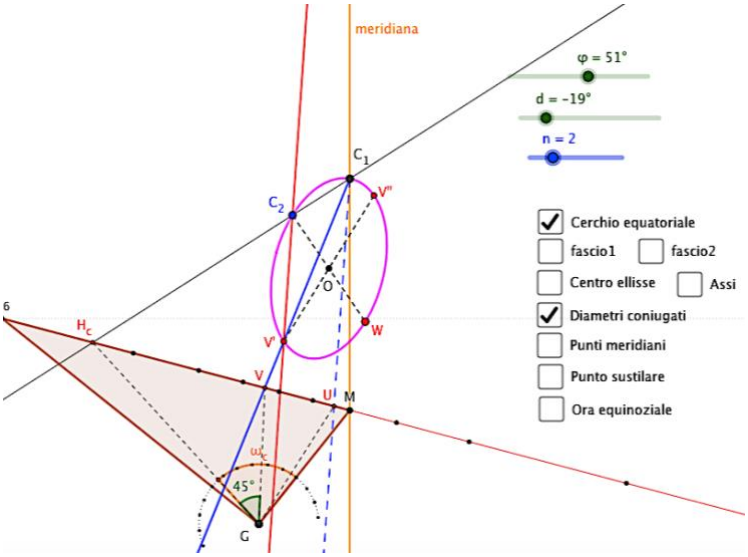


Figura 4 – Sono evidenziati i due diametri coniugati da cui si può costruire l'ellisse.

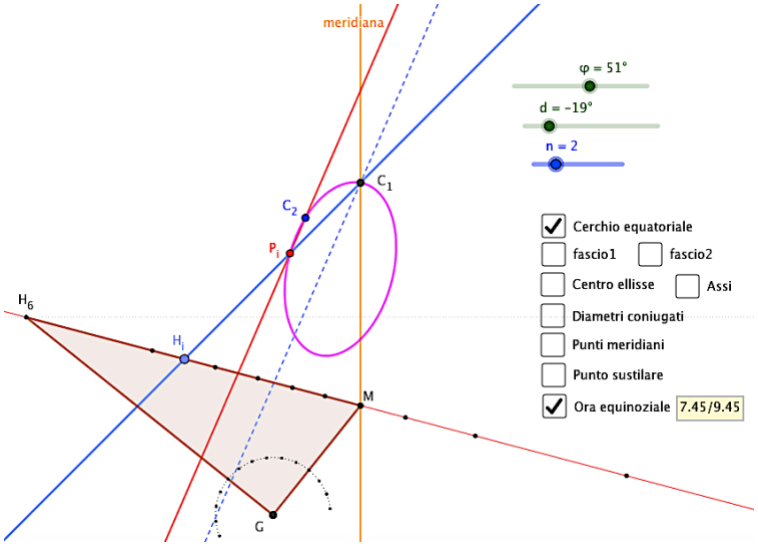


Figura 5 – Con lo spunta sull'Ora equinoziale viene visualizzato il punto mobile Hi e contemporaneamente l'ora indicata dalle due rette orarie omologhe (blu e rossa).

Tra i Bonus del presente numero oltre ai due file succitati vi è un terzo file *3_Ellisse.ggb* che ricostruisce l'ellisse come luogo dei punti di intersezione di due rette orarie omologhe sulla base dei calcoli indicati da Reekmans, e brevi video a corredo.

[1] La costruzione di una ellisse dati due diametri coniugati si trova al link: https://assex.altervista.org/geometria/ellisse-diametri.htm

[2] Con i centri C1, C2, i punti meridiani ed un quinto punto (per esempio il punto dell'ora sustilare) Geogebra disegna la conica per cinque punti.

Contributi brevi

Ricordo di Edmondo Marianeschi

di Gian Casalegno (gian.casalegno@gmail.com) e Renzo Righi (os.righi@virgilio.it)

Agli autori è capitato recentemente di parlare tra loro di un vecchio documento del 1996 che Edmondo Marianeschi pubblicò per l'Unione Astrofili Bresciani (UAB). E' intitolato *Appunti di Gnomonica Pratica* e contiene una raccolta di consigli pratici per la corretta progettazione ed installazione di un quadrante solare. Il documento è reperibile in rete seppure con qualche difficoltà; abbiamo pertanto pensato di inserirlo nei Bonus della rivista (con autorizzazione della UAB).

Ma pubblicare il lavoro senza ricordarne l'autore ci è sembrato irrispettoso dei numerosi contributi che Marianeschi ha portato alla gnomonica. Vogliamo quindi qui ricordarlo con le parole del figlio Massimo.

Edmondo Giorgio Arduino Marianeschi nasce a Roma l'8 gennaio 1922 e muore a Terni il 24 novembre 2010.

Laureatosi in Fisica presso l'Università di Roma, si dedicò fin da studente alla scienza dei metalli, diventando uno dei più importanti metallurgisti italiani del dopoguerra. I suoi libri "I Metalli e l'Acciaio" (1947) e "Metalli e Siderurgia" (1974), scritti insieme al prof. Aldo Bartocci, sono rimasti per decenni i testi di riferimento per università e istituti tecnici, non solo in Italia. Edmondo Marianeschi fu autore di decine di altre pubblicazioni, soprattutto nel campo dei controlli non distruttivi di manufatti metallici e della fabbricazione dell'acciaio. A suo nome sono inoltre registrati 6 brevetti internazionali, sempre nel campo della produzione dell'acciaio. Tra le sue numerose realizzazioni ci fu nel 1952 la radiografia della baticabina del batiscafo Trieste del Prof. A. Piccard che nel 1960 raggiunse la massima profondità marina mondiale (10.916 m) nella fossa delle Marianne (Oceano Pacifico).

La sua carriera professionale si svolse quasi interamente presso le acciaierie della società Terni, dove iniziò a lavorare come operaio ancora minorenne. Nelle stesse acciaierie della società Terni ricoprì importanti ruoli manageriali, fino alla carica di Direttore Centrale, con un intermezzo di qualche anno, negli anni 70, presso il "Centro Sperimentale Metallurgico" di Pomezia (RM). Arricchì la sua carriera professionale tra gli anni 1980 e 1990 curando importanti lavori di trasferimento di tecnologia e con varie consulenze nel campo della metallurgia e dell'organizzazione aziendale in Italia e all'estero.

Edmondo Marianeschi si dedicò a numerose altre attività scientifiche extra-professionali; tra queste la più rilevante fu senz'altro la sua attività nel campo dell'astronomia e, in particolare, della gnomonica. Progettò e costruì numerosi orologi solari, sempre con metodi rigorosamente matematici, e produsse una nutrita serie di pubblicazioni nel campo.

Si ricordano di seguito alcune delle sue più significative realizzazioni in campo gnomonico:
- Linea Meridiana di Piazza Montecitorio a Roma (1998) (IT2146)
- Orologio solare a specchio "La gibigianna", Piediluco (TR), abitazione privata (1988) (IT652)
- Orologio solare Universale Cozza a tempo medio, abitazione privata (1992) (IT13919)
- Orologio Solare a tempo vero, abbazia di S. Pietro in Valle (TR) (1969) (IT13824)
- Orologio solare su tavolo di pietra lavica smaltata, Pistoia, abitazione privata (2002) (IT19417)
- Orologio solare da parete su lastra di pietra lavica smaltata, Milano, abitazione privata (2003) (IT19418)
- Piccola meridiana a cannone (che spara a mezzogiorno), Virginia (US), abitazione privata (anni 70)

Tra le numerose pubblicazioni sul tema, oltre quelle riguardanti le citate realizzazioni, sono da ricordare:
- Studio scientifico sulla meridiana del re Achaz (Convivium Assisiense anno III, 1–6, nr 1, 2001)
- Le bussole solari (Coelum 1965, 5–6, vol 33, Bologna)
- La Meridiana di G.B. Amici (Coelum 1965, 1–2, Bologna)

Altri lavori e pubblicazioni di Edmondo Marianeschi hanno riguardato temi tecnico-scientifici vari, quali: aeromodellismo, acustica (studio dell'eco sul lago di Piediluco – TR), ecologia (studio sul fenomeno eutrofico nel lago di Piediluco – TR), divulgazione scientifica per le scuole.

Ad Edmondo Marianeschi è stato intitolato l'asteroide 20139 Sigla 1996 QU scoperto il 19 agosto 1996.

Edmondo Marianeschi sposò Leda La Pietra dalla quale ebbe 4 figli (Paolo, Cristina, Massimo, Stefano). Fu un marito e un padre esemplare, sapendo perfettamente coniugare gli impegni professionali con una dedizione attentissima alla famiglia.

Massimo Marianeschi

Il Bonus allegato a questo numero della rivista contiene i seguenti suoi lavori di argomento gnomonico (raccolti a cura di Renzo Righi):

1. *Appunti di Gnomonica Pratica*

   Raccolta di consigli pratici per la corretta progettazione ed installazione di un quadrante solare ed in particolare di un orologio a *gibigianna* (ovvero un quadrante a riflessione)

2. *Foto meridiana "gibigianna[1]"*

   Piediluco (TR), casa Marianeschi. Immagini della meridiana a riflessione scattate il 4 agosto del 2000 negli istanti dei contatti con la curva del TMEC.

3. *L'orologio solare universale Cozza a tempo medio*

   Relazione estratta da *Coelum*, gen/feb 1965, Bologna, rivista bimestrale per la divulgazione dell'astronomia, fondata e diretta dal grande astronomo Guido Horn d'Arturo.

4. *La meridiana di Giovan Battista Amici (Pegaso)*

   Giovan Battista Amici (Modena 1786 – 1863) fu un insigne ingegnere, matematico, astronomo e naturalista; fondamentali furono i suoi studi nel campo dell'ottica tra cui la costruzione di numerosi strumenti come microscopi e telescopi.

   La relazione sulla meridiana iconantidiptica[2] è stata pubblicata su *Pegaso*, la rivista dell'Associazione Astronomica Umbra. L'Amici ne fornisce, in quanto a precisione, un ordine di grandezza pari a decimi di secondo.

   L'opera realizzata dal Marianeschi nel 1965 fu premiata nel 1991 al concorso "Le Ombre del Tempo", una iniziativa del gruppo Astrofili Bresciani.

5. *La meridiana di Giovan Battista Amici – l'Astronomia*

   Pagina estratta dalla rivista *l'Astronomia*, n.120, aprile 1992, contenente lo schema che illustra il principio di funzionamento della meridiana iconantidiptica.

6. *Lettera dell' 8 dicembre 1995*

   Una testimonianza viva della disponibilità e impegno del dott. Marianeschi per suggerire soluzioni e risolvere i problemi che gli venivano posti, e non solo di calcolo: si ricorda per esempio l'interesse per la storia della gnomonica e della sua collaborazione in merito con Nicola Severino.

Tra i Bonus del numero corrente si trovano i contributi di Edmondo Marianeschi qui elencati.

[1] In alcune zone d'Italia *gibigianna* è il nome che viene dato al gioco con il quale i ragazzi con piccoli specchi si infastidiscono l'un l'altro puntando il raggio di Sole riflesso negli occhi.

[2] La meridiana (per me più appropriatamente *traguardo ottico*) nella relazione su Pegaso viene chiamata in due modi differenti: iconantipdica (mi sembra un errore di battitura) e iconantidiptica, vocabolo con cui l'ho sempre conosciuta; mentre nella versione pubblicata sulla rivista l'Astronomia, viene chiamata iconantidiotica [Renzo Righi].

Calendari e linee meridiane

di Enrico Del Favero (delfavero.en@gmail.com)

Fig. 1 – Il calendario con anello rosso sul 10 ottobre

Durante il 2015 sono entrato casualmente in contatto tramite alcuni amici con Ermanno D'Andrea, titolare e unico azionista a Lainate, un paese a meno di 20 km dal centro di Milano, di una azienda italiana leader mondiale nella produzione di accessori di alta precisione per macchine utensili. Il suo titolare si è rivelato un appassionato a livello amatoriale di astronomia e orologi solari, materie da lui coltivate fin dalla giovane età.

Ai suoi clienti D'Andrea ha pensato di offrire un piccolo modello (in inglese si direbbe un gadget) in metallo di calendario / linea meridiana, prodotto (con la collaborazione degli esperti Giovanni Caglieris, Roberto Moia e Luigi Ferioli) nella sua azienda in serie limitata. Esso può essere appoggiato su tavoli o scrivanie in cui sia stata esattamente individuata con mezzi opportuni la direzione nord sud.

Consiste in un accoppiamento dei due elementi citati nel titolo della presente memoria: i Calendari e le Linee meridiane.

Per Calendari si intendono nel nostro caso le classiche piccole pubblicazioni predisposte di solito all'inizio dell'anno da vari organismi anche a scopo pubblicitario.

Nel calendario (mostrato in figura 1) sono stati stampati anche i giorni dei solstizi ed equinozi (con inizio e fine delle relative stagioni astronomiche), quelli della luna piena e nuova, delle date del Natale e della Pasqua, dell'inizio e termine della così detta ora legale.

La Linea meridiana, illustrata nella figura 2, è stata progettata per il parallelo che passa ai 45° 28' nord dell'azienda, coincidente in pratica con quello del Duomo di Milano e della mia abitazione.

Fig. 2 – Lo sviluppo completo per 153 mm della linea meridiana

I due elementi, uniti assieme, sono stati sistemati in un robusto contenitore di cartone nero ripiegato; l'insieme ha un peso di circa 500 grammi. L'elemento rigido in esso contenuto è realizzato con una lamiera metallica in acciaio con spessore di 2 mm. e dimensioni di 11,4 x 30 mm.

Il foro gnomonico attraverso cui passa il Sole ha un diametro di 2 mm, con svasatura per l'entrata dei suoi raggi di 5 mm e una altezza di 68 mm rispetto al piano orizzontale.

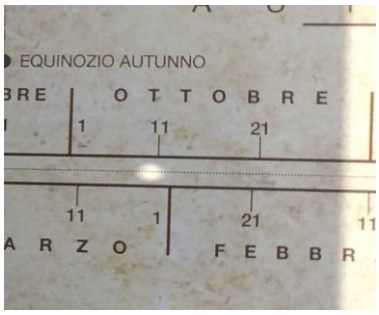


Fig. 3 – La macchia solare nel giorno del collaudo

Come già avvenuto nel 2015, anche recentemente ho ripetuto un *collaudo solare* del modello per riverificarne la validità. Esso è avvenuto il 10 ottobre del 2020 alle 13h e 18m dell'ora dei nostri orologi, istante del transito solare sul terrazzo al quinto piano della mia abitazione milanese, dove avevo da tempo individuato la direzione nord-sud.

La Figura 3 mostra un ingrandimento del mese di ottobre ed in particolare la posizione della macchia solare che si trova proprio sul giorno 10, giorno del collaudo. Essa presenta la classica forma ellittica con asse maggiore stimato in 4 mm e minore in 2 mm.

Sempre nell'ottobre 2020, Ermanno D'Andrea mi ha portato un suo secondo modello di meridiana, custodito questa volta in un contenitore rosso contraddistinto dalla scritta *AION* che in greco antico significa *TEMPO*.

Nel nostro contesto detta parola si riferisce ad una famosa massima delle Confessioni di San Agostino riportata fra l'altro in bella evidenza all'interno del modello attorno ad un piccolo orologio meccanico circolare: *Io so che cosa è il Tempo, ma quando me lo chiedono non so spiegarlo.*

Da quanto mi disse allora D'Andrea e dall'esame della nuova meridiana sono apparse subito le motivazioni a cui l'autore si era ispirato: il primo modello poteva infatti fare riferimento alle sole località italiane non troppo lontane dal parallelo 45° 28' nord che va praticamente da Milano a Venezia coprendo quindi, mantenendo una buona precisione, solo una fascia di una ventina di chilometri sopra e sotto detto parallelo.

Il nuovo modello può invece essere usato in qualsiasi località dell'Italia con una precisione dello stesso ordine di grandezza del precedente.

L'orologio consiste in un anello metallico cavo del diametro di 125 mm e altezza di 32 mm, contenente un orologio meccanico di 50 mm di diametro.

Fig. 4 – L'anello metallico con l'indicazione dei suoi componenti

L'anello è realizzato in ERGAL 7075-T6, una lega di alluminio. Tale metallo rende il modello, del peso di 330 grammi, più leggero ma un po' più delicato da maneggiare del precedente realizzato in acciaio.

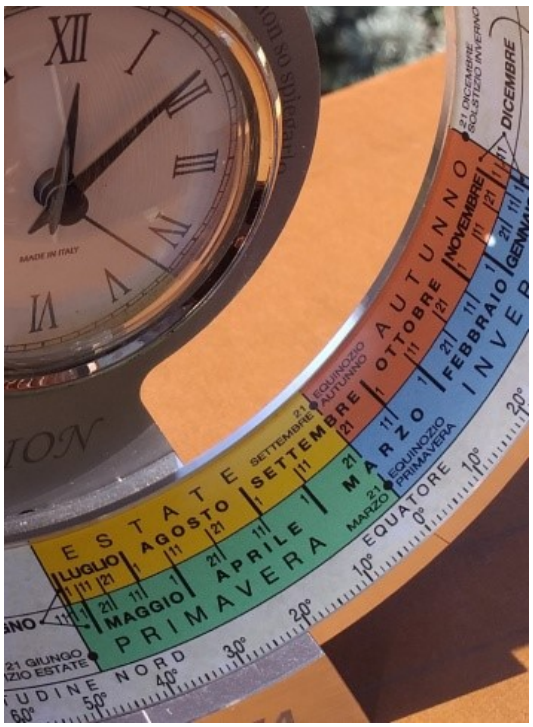


Fig. 5 – Il collaudo della meridiana ad anello

La figura 4, che fa parte di una doppia pagina di un libretto di *Istruzioni d'uso* della meridiana, mostra l'anello metallico visto di lato e in posizione verticale.

Esso funziona come una *meridiana ad anello* munita di foro gomonico, detto anche *stenopeico*, con diametro stimato di 1 mm.

In questo caso la linea meridiana non si sviluppa su un piano orizzontale come la precedente, ma sulla superficie interna del cilindro su cui si proietta la macchia solare. Su detta superficie, rotante e regolabile con apposito fermo in funzione della latitudine del luogo, si possono vedere: giorni, mesi, stagioni, equinozi e solstizi contraddistinti con diversi colori.

La meridiana può essere utilizzata in tutte le latitudini della terra dai 90° del polo nord ai 90° del polo sud.

Il *collaudo solare* del secondo modello D'Andrea è avvenuto l'8 novembre del 2020 alle ore 12h 09'. La figura 5 mostra la proiezione dei raggi del Sole, con la macchia solare che cade esattamente sul giorno 11 del mese di novembre.

El botesèl de l'asé (Orologio Solare di altezza)

di Mauro Giongo (maurogiongo@virgilio.it)

Nella cantina del maso dove sono nato, sulle colline che sovrastano la Valle dell'Adige in Trentino, il poco vino che per vari motivi non era più bevibile veniva messo in una piccola botte assieme alla *mare* per produrre l'aceto attraverso un lungo processo di fermentazione. Su questa botte ho costruito un orologio di altezza.

Costruzione

Messa la botte in piedi, ho tracciato le linee corrispondenti all'inizio dei mesi, i solstizi e gli equinozi, facendo in modo che un giro completo della botte corrisponda ad un anno solare della durata di 365 giorni, 5 ore, 48 minuti e 46 secondi.

Lo gnomone è costituito da un sottile trapezio verticale sorretto da un ferro lungo 30 centimetri che ruota attorno alla botte.

Utilizzando un particolare goniometro/teodolite costruito per l'occasione ho segnato i punti delle altezze del Sole alle varie ore dei mesi dell'anno seguendo le indicazioni ricavate dal programma *Orologi Solari* di Gian Casalegno L'unione di questi punti ha dato origine a questo interessante Orologio Solare.

Fig. 1 – El botesèl de l'asé

Indicazioni

Sui *serci* (anelli di ferro che tengono unite le doghe della botte) sono indicate le seguenti informazioni:

- i mesi del Calendario Gregoriano
- i mesi del Calendario Repubblicano Francese: Vendemmiaio, Brumaio, Frimaio, Nevoso, Piovoso, Ventoso, Germile, Fiorile, Pratile, Messidoro, Termidoro e Fruttidoro (i 5 o 6 giorni che rimangono per completare l'anno vengono chiamati *Sanculotti*)
- le stagioni
- le ore: dall'alto verso il basso le ore del mattino, dal basso verso l'alto le ore del pomeriggio

Fig. 2 – Il processo di costruzione

Come si utilizza

Posizionato lo gnomone in corrispondenza della data si fa ruotare la botte in modo che lo stesso sia rivolto verso il Sole ovvero fino a quando la sua ombra formi sulla botte una sottile linea.

La punta della linea indicherà l'ora vera locale.

Avrei avuto piacere di portare questo Orologio Solare al 23° Seminario Nazionale di Gnomonica ad Ala di Stura, per ora posticipato a causa del Covid. Si andrà comunque ad aggiungere a quelli da me realizzati e descritti nel libretto *La Baita delle Meridiane* che potete trovare tra i Bonus allegati alla rivista.

Tra i Bonus del numero corrente potete trovare il libretto *La Baita delle Meridiane* che raccoglie e descrive le meridiane realizzate da Mauro Giongo.

Itinerari gnomonici

Orologi solari a Torino (Parte 6, la zona Est, con la collina)

Proposto da Emanuela Bosca e Giovanni Bosca (boscagiovanni@virgilio.it)

Nella quinta puntata di questo itinerario abbiamo presentato gli orologi solari della zona Nord di Torino. In questa sesta e ultima puntata ci occuperemo invece dei quartieri della zona Est della città. Questi quartieri si trovano al di là del fiume Po e si arrampicano sulla collina torinese, che costituisce un polmone verde della città ed è interessante non solo dal punto di vista naturalistico ma anche perché contiene diversi pregevoli edifici storici.

In questa zona le meridiane, storiche e moderne, sono numerose, come testimonia il Sundial Atlas [1]. Purtroppo molte di esse, affacciate sui grandi giardini privati delle belle ville collinari, non sono visibili dalla pubblica via, mentre altre, tra le più antiche, sono in cattivo stato. In quanto segue sono presentate le meridiane visibili dalla strada o presenti in luoghi almeno saltuariamente accessibili al pubblico.

Quartieri Sassi e Madonna del Pilone

Sono questi i due quartieri più a Nord della zona da noi qui considerata. Il nostro punto di partenza è la **Basilica di Superga**, posta su un colle alto 670 m e raggiungibile anche con la tranvia a dentiera cha parte dalla stazione Sassi (piazza Gustavo Modena). Questa linea, inaugurata nel 1884, utilizzava originariamente il sistema Agudio, tecnica all'avanguardia per quell'epoca nella trasmissione a fune: il trenino riceveva la forza motrice da una fune di acciaio, mossa da un motore nella stazione terminale, che scorreva su una serie di pulegge sistemate lungo il percorso parallelamente al binario; questa fune azionava una grande puleggia sulla vettura, che trasmetteva poi il moto alle ruote [2]. Tale sistema è stato in uso fino al 1934, quando le vetture sono state dotate di un motore elettrico.

Ideata e realizzata da Filippo Juvarra negli anni 1717-1731, la Basilica di Superga è dedicata alla Natività di Maria ed è sede di numerose tombe della dinastia dei Savoia. Fu eretta, secondo la tradizione, per volontà di Vittorio Amedeo II a compimento di un voto fatto per la vittoria del 1706 sui Francesi. La scelta del luogo, collegato visivamente alla Reggia di Rivoli, doveva sottolineare la dignità regale di Casa Savoia acquisita dopo il trattato di Utrecht (1713).

La chiesa, a pianta circolare e con cupola alta 75 m, è affiancata da due campanili alti 60 m (Fig. 89). Un imponente pronao a otto colonne corinzie precede la facciata. All'interno la decorazione a stucco e i marmi di altari e pavimento creano scenografici effetti di luce. L'altare maggiore, con cornice disegnata da Filippo Juvarra, è arricchito da un bassorilievo marmoreo di Bernardino Cametti che rievoca la gloriosa battaglia del 1706 per la liberazione di Torino. Pitture e sculture del Beaumont, di Sebastiano Ricci, di Carlo Antonio Tantardini, di Bernardino Cametti e di Augusto Cornacchini ornano le cappelle laterali [3] [4].

Nella parte posteriore della chiesa si estendono il convento, gli appartamenti reali e un bel chiostro, accessibile con visite guidate, nel quale possiamo vedere due quadranti solari affiancati: uno con linee orarie francesi o moderne, l'altro con linee orarie italiche (Fig. 90); la loro collocazione su un muro sopraelevato rispetto al tetto, consente la lettura dell'ora fino al tramonto.

Sulla parete volta a Ovest di un corpo di fabbrica addossato al retro della cupola, un riquadro bianco identifica la posizione di un quadrante solare ormai quasi del tutto scomparso (Sundial Atlas IT006148).

Fig. 89 – Basilica di Superga. Il bel campanile barocco di destra, con l'orologio meccanico dotato di una sola lancetta indicatrice delle ore.

Fig. 90 – Basilica di Superga. I due quadranti solari nel chiostro, declinanti decisamente verso Ovest: uno con linee orarie italiche. a destra (Sundial Atlas IT006147) l'altro con linee orarie francesi per il Tempo Vero Locale, a sinistra (Sundial Atlas IT006146). La foto, ripresa il 2 di ottobre, mostra che sono da poco passate le ore 15:30 del Tempo Vero Locale e mancano poco più di due ore al tramonto, che infatti in quest'epoca avviene a Torino verso le 17:40 del Tempo Vero Locale. É da poco passato l'equinozio, come mostra l'ombra del punto gnomonico appena al di sopra della linea equinoziale.

Da Superga ci dirigiamo verso la città di Torino, non per la discesa più diretta, ma seguendo la Strada dei Colli (spesso indicata con il nome di "Panoramica") che percorre la sommità della collina e passa nel territorio di **Pino Torinese**. Poco prima dell'incrocio con la Strada Torino, che da Pino Torinese scende verso la città, su un edificio al numero civico 4, vediamo un bel quadrante solare su una parete orientata quasi esattamente a Ovest; segna le ore del pomeriggio con linee orarie praticamente parallele tra loro, in quanto il centro dell'orologio si trova all'infinito, nella direzione della Stella Polare. Riporta il classico motto *Sine Sole Sileo,* cioè "Quando manca il Sole, io taccio"

Nello scendere in città per la Strada Torino, al n. 68 su un'antica casa ben ristrutturata, possiamo vedere un bell' orologio solare su un corpo decorativo che sovrasta il tetto.

Fig. 91 – PINO TORINESE. Strada dei Colli n. 4. Orologio solare "occidentale" realizzato nel 2001 da Tebenghi e Mesturini. È tracciato su parete con declinazione di 89° 30' verso Ovest; pertanto le linee orarie risultano parallele tra loro e indicano soltanto le ore del pomeriggio. Mostra l'ora Vera del Fuso (cifre romane) ma sulle ore 3 pomeridiane porta anche la lemniscata per l'Ora Media. Il quadrante porta inoltre una scala (in cifre arabe) per l'Ora Legale Estiva. (Sundial Atlas IT007676).

Fig. 92 – PINO TORINESE. Strada Torino n. 68. Orologio solare con linee francesi o moderne per l'Ora Vera Locale. La linea equinoziale, quasi orizzontale, ci fa capire che l'esposizione è prossima alla direzione Sud. Il quadrante riporta le due iperboli solstiziali e i relativi simboli zodiacali. Il motto *Horas non numero nisi serenas* può essere tradotto in "Indico solo le ore serene". (Sundial Atlas IT007670).

Quasi al termine della discesa verso Torino, dalla strada principale, che qui ha preso il nome di corso Chieri, si stacca a sinistra la piccola strada di Calleri; al n. 12 possiamo vedere sulla parete di un edificio rurale un grande e semplice quadrante solare (Fig. 93).

Al termine della discesa verso Torino, ai numeri 7 e 9 di corso Chieri, quasi all'incrocio con corso Casale, troviamo due orologi solari. Quello al n. 9 (Fig. 94), orientato decisamente verso Ovest, è caratterizzato da un'elegante decorazione e segna l'Ora Vera Locale. Quello al n. 7 (Fig. 95), inciso su marmo, appare nato per essere collocato rivolto a Sud, ma è stato montato su una parete declinante a Ovest, e quindi indica un'ora inesatta.

Fig. 93 – Strada di Calleri n. 12. Grande quadrante solare di semplice fattura. (Sundial Atlas IT019428).

Fig. 94 – Corso Chieri n. 9. Bel quadrante solare dipinto. Segna prevalentemente le ore del pomeriggio, con suddivisione nelle mezze ore e quarti d'ora; vi è tracciata la linea equinoziale. Riporta il motto: "Tu sol passi, non io, che immobil sono. Parco usa quello ch'io di me ti dono". (Sundial Atlas IT004589).

Fig. 95 – Corso Chieri n. 7. Piccolo orologio solare in marmo; datato 1884, porta il motto *Sol tibi signa dabit* che significa: "Il Sole ti darà i giusti segnali". (Sundial Atlas IT004588)..

Giunti in città, svoltando verso Nord, arriviamo presto a imboccare la strada alla Villa d'Aglié; qui, al civico n. 15, possiamo vedere la **villa Matilde**, piccolo edificio storico, residenza dei Savoia nel '500 e caratterizzato da una pittoresca torretta [5]. Sulla sua parete a Sud-Ovest possiamo osservare un quadrante solare moderno (Fig. 96).

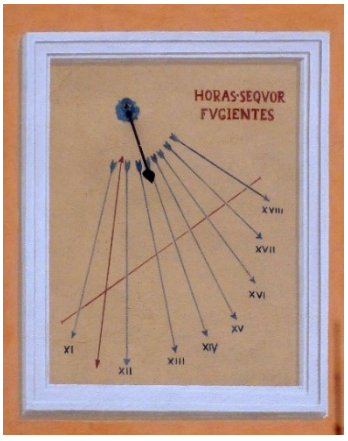


Fig. 96 – Strada alla Villa d'Aglié n. 15. La villa Matilde e la sua meridiana, con il motto *Horas sequor fugientes*: "Inseguo le ore che fuggono" (Sundial Atlas IT019429).

Poco più in alto, in strada del Bellardo n. 45/18 vi è un'altra villa storica: la **villa del Vescovo** detta anche villa Fubini, sulla cui facciata esiste da molti anni un quadrante solare, qui non rappresentato (Sundial Atlas IT006430). Purtroppo la zona non è liberamente accessibile.

Tornati verso Sud, possiamo imboccare in salita la stretta strada Valpiana. Al n. 83 troviamo la **villa Musy**, edificio seicentesco con un grande parco. Dalla zona presso l'ingresso del parco, accanto alla cappella ottagonale dedicata a S. Michele Arcangelo, possiamo osservare la semplice facciata dell'edificio; su di essa si distingue chiaramente la traccia di un quadrante solare esistente dal 1696, ma ormai quasi del tutto cancellato; resta però lo gnomone (Fig. 97).

In questa zona, al n. 84, il Sundial Atlas segnala due quadranti solari moderni (Sundial Atlas IT006445 e IT006444) dipinti su uno stesso edificio, che si trova però in una zona privata non accessibile al pubblico.

Da strada Valpiana imbocchiamo la strada di Val S. Martino Superiore, per tornare a scendere verso la città; al n. 27 troviamo la **villa Rey**, edificio storico di origine seicentesca, inizialmente appartenuto ai Turinetti di Priero e, dopo varie vicissitudini, passato nell'Ottocento alla famiglia Rey. Il grande edificio, oggi di proprietà del Comune di Torino, è in mediocre stato di conservazione; in cattivo stato è invece l'orologio solare che possiamo vedere sul fianco meridionale di un'ala del palazzo (Fig. 98).

Fig. 97 – Strada Valpiana n. 83. La facciata della villa Musy; sulla destra si osserva chiaramente la traccia di un antico quadrante solare. (Sundial Atlas IT006266).

Fig. 98 – Strada di Val San Martimo Superiore n. 27. Il modesto quadrante solare sul fianco della villa Rey. (Sundial Atlas IT006308).

Quartieri Borgo Po e Cavoretto

Scesi dalla collina, ci dirigiamo verso Sud, lungo il corso Quintino Sella; qui al n. 10, all'angolo con via Luisa del Carretto, possiamo osservare un quadrante da tempo privo di linee orarie e indicazioni numeriche, ma con uno stilo polare all'estremità del quale è collocato un disco forato (Fig. 99). Oggi questo quadrante non ha più il bell'aspetto che vediamo nella fotografia, di una ventina di anni oro sono, ma è assai degradato. Il motto *Umbra mea laborem suadet* significa "La mia ombra esorta al lavoro".

Al termine di corso Quintino Sella possiamo imboccare il corso Alberto Picco, dove al n. 14 troviamo il prestigioso Liceo "Segré". Qui, nel 2005 a seguito della settimana scientifica denominata "Tempo e orologi", è stato progettato e realizzato un grande quadrante solare sulla parete della scuola esposta a Sud (Fig. 100). Il quadrante è visibile solo accedendo all'interno del recinto della scuola, dall'esterno appare infatti quasi totalmente coperto dalla vegetazione.

L'iniziativa promossa dalla prof.ssa Giulia Abbio, con il contributo del prof. R. Rancoita del Museo Regionale di Scienze Naturali, è stata curata dagli allievi delle allora classi III D e V D.

Il grande quadrante solare, con stilo polare e gnomone forato, segna l'ora locale (numeri romani) e la corrispondente "ora legale estiva"; riporta il diagramma dell'equazione del tempo e l'indicazione del valore della costante locale che è di circa 29 min. Vi sono riportati i valori della Latitudine, della Longitudine e della declinazione della parete: $\delta = 3°$ verso Est. Il motto *Tempus relativum est?* vuole forse mettere in dubbio la teoria della relatività di Einstein?

Fig. 99 – Corso Quintino Sella n. 10. Quadrante solare senza linee né indicazioni orarie. (Sundial Atlas IT006141).

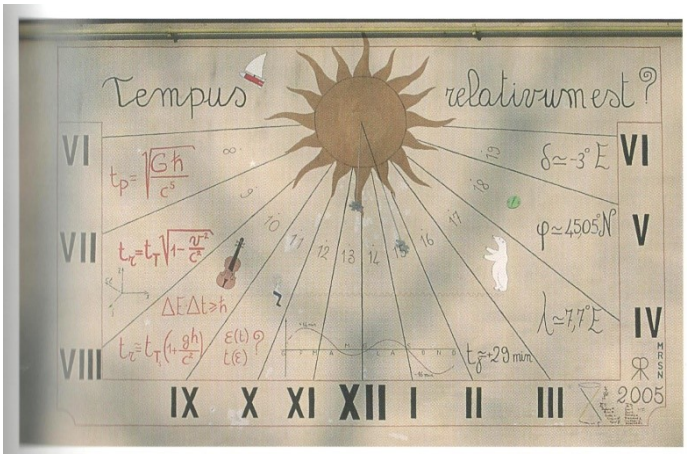


Fig. 100 – Corso Alberto Picco n. 14. Liceo Scientifico Statale "Gino Segré". Quadrante solare realizzato nel 2005 dagli allievi del liceo; segna il Tempo Vero Locale. (Sundial Atlas IT006116).

Poco più in alto del liceo, in strada Santa Margherita n. 79, troviamo la grandiosa **Villa della Regina** [6]. La villa sorse, sul modello delle ville romane, per volontà del cardinale Maurizio di Savoia, figlio di Carlo Emanuele I e fratello del duca Vittorio Amedeo I. Nel 1642 Maurizio, che pur essendo cardinale non aveva gli ordini sacerdotali, lasciò l'abito cardinalizio e sposò la nipote, la principessa Ludovica di Savoia, facendo anche per lei risistemare e abbellire la villa; l'opera fu poi proseguita da Ludovica, rimasta vedova nel 1657. Alla sua morte, Ludovica lasciò la villa alla duchessa Anna, sposa di Vittorio Amedeo II, che amava particolarmente questo luogo collinare. Dal 1713, assunto dai Savoia il titolo reale, la villa cominciò a essere indicata con il nome di "Villa della Regina".

Negli anni successivi (1723-1724) Filippo Juvarra apportò modifiche al corpo centrale della villa e ai padiglioni laterali, riallestendo gli interni e affidandone la decorazione agli artisti Pietro Piffetti, Giambattista Crosato e Corrado Giaquinto. Un successivo intervento architettonico, ultimato nel 1758, fu affidato a Giovanni Pietro Baroni di Tavigliano.

La villa, privata di importanti arredi quando la capitale passò da Torino a Firenze e poi a Roma (oggi alcuni di questi arredi sono al Quirinale) nel 1868 fu ceduta all'Istituto delle Figlie dei Militari, fino alla soppressione dell'ente nel 1975. Danneggiata durante la seconda guerra mondiale, fu lasciata praticamente in abbandono fino al 1994 quando, con il passaggio alla Soprintendenza per i Beni Artistici e Storici del Piemonte, iniziarono gli importanti lavori di recupero che oggi consentono la fruibilità della villa da parte del pubblico.

Visitando il complesso, possiamo chiaramente notare la traccia di due orologi solari, presumibilmente settecenteschi, dei quali restano solo gli ortostili e deboli tracce della decorazione (Figg. 101-104). Nel lungo e complesso restauro della villa, queste testimonianze dell'antica misura del tempo sono state per il momento trascurate.

Fig. 101 – Strada S. Margherita n. 79. La facciata della Villa della Regina. Sulla parte alta del padiglione laterale di sinistra si trova l'orologio di Fig. 102.

Fig. 102 – Strada S. Margherita n. 79. Villa della Regina. I resti del quadrante solare sul padiglione laterale di sinistra. (Sundial Atlas IT006516).

Fig. 103 – Strada S. Margherita n. 79. La facciata posteriore della Villa della Regina. Sulla parte alta vediamo l'orologio di Fig. 104.

Fig. 104 – Strada S. Margherita n. 79.Villa della Regina. I resti del quadrante solare sul corpo centrale. (Sundial Atlas IT006517).

Il primo orologio (Fig. 101) lo vediamo sulla parete a Sud-Ovest del padiglione laterale di sinistra; su di esso si intravedono le tracce di linee orarie del tipo italico. Il secondo orologio (Fig. 103) lo vediamo sulla parete a Sud-Ovest del corpo centrale della villa, sul lato posteriore; su di esso si vedono solo la linea equinoziale e la linea del Mozzogiorno; probabilmente le linee orarie erano del tipo francese.

Dirigendoci a Sud, per corso Giovanni Lanza e via Crimea, ci portiamo in corso Fiume. In una via traversa al corso, la via Casteggio, al n. 9 troviamo un manufatto singolare (Fig. 105): sull'architrave di una porta vediamo incise quelle che sembrano le linee di una meridiana, ma che sono del tutto incoerenti con l'orientamento della parete, e non c'è lo gnomone.

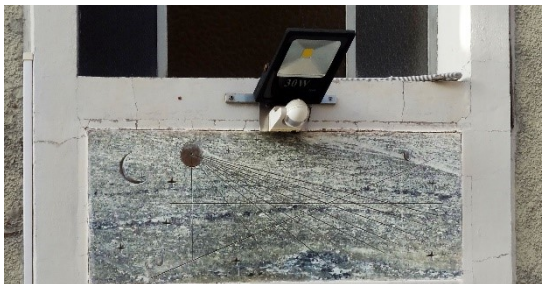


Fig. 105 – Via Casteggio n. 9. La pseudomeridiana sull'architrave di una porta (Sundial Atlas IT006309).

Saliamo verso la collina per il viale Thovez; sul fianco di una casa al n. 46 e possiamo vedere un bel quadrante solare a Ore Italiche volto quasi a Est (Fig 106).

Proseguiamo per strada Val Salice, che lasciamo quasi subito per imboccare la ripida strada Ponte Verde: sulla facciata a Sud-Est della casa al n. 18 possiamo vedere, sia pur un po' da lontano, una bella meridiana moderna (Fig. 107). Sulla facciata Sud-Ovest dello stesso edificio vi è una seconda meridiana (Sundial Atlas IT006543) non visibile dalla strada.

Fig. 106 – Viale Thovez n. 46. Bel quadrante a Ore Italiche. Come in tutti i quadranti di tale tipo posti a 45° di Latitudine, la linea delle ore 12 è verticale. Il motto: "l'uomo è come un soffio i suoi giorni come ombra che passa" (Salmi 144). (Sundial Atlas IT011822).

Fig. 107 – Strada Ponte Verde n. 16. Meridiana a Ore Vere del Fuso. Il motto *Fugit Irreparabile Tempus*, ci ricorda che il tempo fugge senza ritorno. (Sundial Atlas IT006142).

Poco distante da questo luogo, in viale Settimio Severo n. 63 si trova la **villa Gualino**, fatta costruire dall'industriale e mecenate Riccardo Gualino (1879-1964); oggi questo grande edificio non ha nessun quadrante solare, ma vogliamo ricordarlo perché alla fine del Novecento è stato per diversi anni la sede di una grande mostra interattiva che spaziava su vari argomenti scientifici e tecnologici denominata "Esperimenta" [7].

Per l'edizione del 1992 di Experimenta, lo gnomonista Lucio Maria Morra ha realizzato un orologio solare di tipo originale: sostanzialmente è un orologio del tipo polare e equatoriale insieme [8]. Vi è era riportato il motto *In umbra lumen signat* che possiamo tradurre come: "Nell'ombra è la luce che indica".

Fig. 108 – Viale Settimio Severo n. 63. Villa Gualino. Orologio solare per Experimenta 1992. Installato con asse del semicilindro parallelo a quello terrestre, la lettura avviene osservando quale cavità tra le alette è illuminata dal Sole, oppure nella finestra traslucida nella parte posteriore della struttura (a destra). (Sundial Atlas IT006269).

Saliti parecchio più in alto sulla collina, sino al termine della strada Val Salice, imbocchiamo la strada Antica di Revigliasco; quasi subito, al n. 77, troviamo una cascina ristrutturata di proprietà comunale e gestita dall'organizzazione Pro Natura: la cascina Bert. Su di essa possiamo vedere un orologio solare moderno, del 2014; esposto decisamente verso Est (Fig. 109) indica le Ore Vere Locali e porta le iperboli per i diversi segni dello Zodiaco.

Scendendo più in basso per la strada comunale da S. Vito a Revigliasco, troviamo la chiesa parrocchiale dedicata ai Santissimi Vito, Modesto, Crescenzio, Bartolomeo (e più comunemente conosciuta come chiesa di S.Vito). La chiesa è molto antica, ma la vediamo sostanzialmente come ricostruita in forme barocche nel 1694. Sul lato Sud della casa canonica, non visibile dal sagrato ma solo dal cortile della canonica normalmente non accessibile, possiamo ammirare una meridiana riccamente decorata (Fig. 110). Il quadrante è uguale a quello della Cattedrale di Cracovia ed è stato costruito dallo gnomonista Mario Tebenghi nel 1990. Indica le Ore Vere del Fuso e il Mezzogiorno Vero Locale; reca il motto *Dies nostri quasi umbra super Terram et nulla est mora* , che possiamo tradurre come "I nostri giorni sulla Terra sono come l'ombra e nessun indugio ci è consentito".

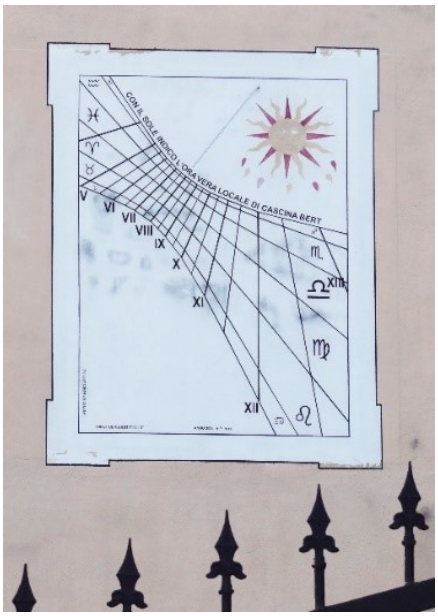


Fig. 109 – Strada Antica di Revigliasco n. 77. La meridana della Cascina Bert (Sundial Atlas IT019434).

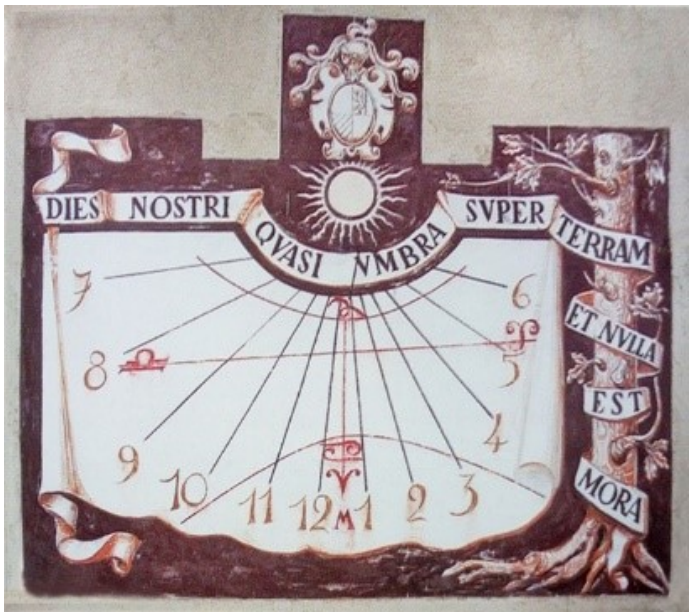
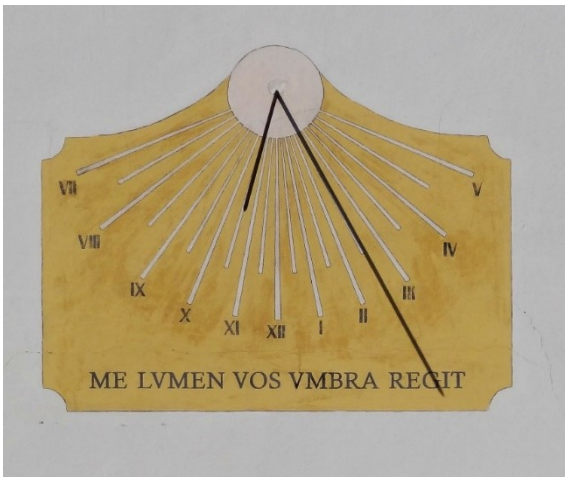


Fig. 110 – Strada Comunale da S. Vito a Revigliasco, chiesa di S.Vito. L'orologio solare che riproduce quello della cattedrale di Cracovia. (Sundial Atlas IT006127).



Torniamo sui nostri passi per circa 600 m e imbocchiamo in discesa la strada di Val Pattonera, per scendere al quartiere Cavoretto: zona collinare ricca di belle ville.

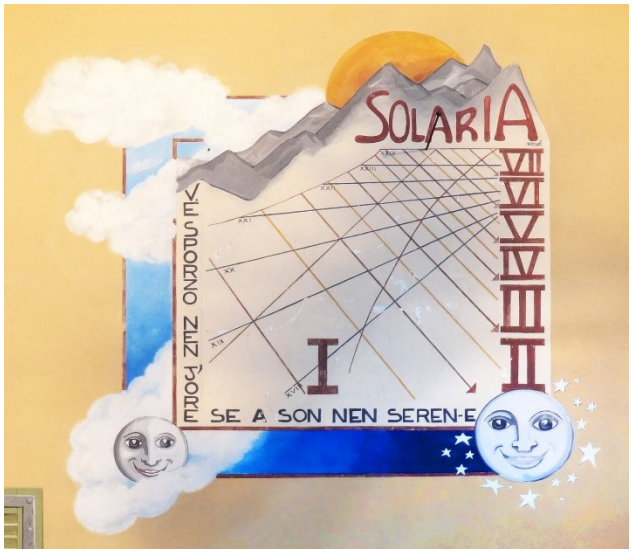
Avvicinandoci al quartiere Cavoretto, passiamo a fianco della piccola borgata di Tetti Rovei, nella cui piazzetta (che porta il n. 146 della strada di Val Pattonera) possiamo ammirare, sulla facciata di una casa, un semplice ma elegante quadrante solare (Fig. 111). Il motto *Me lumen vos umbra regit* sta a significare "Io sono governato dalla luce (il Sole) voi dall'ombra (l'ora)".

Fig. 111 – Borgata Tetti Rovei, strada di Val Pattonera n. 146, quartiere Cavoretto. Semplice quadrante solare che indica l'Ora Vera Locale. (Sundial Atlas IT019436).

Scesi in basso, imbocchiamo in salita la strada Guido Volante. Qui, stando presso il cancello del n. 19 possiamo osservare due quadranti solari: il primo (Fig. 112) sulla casa dietro al cancello, è posto su frontone decorativo; il secondo lo vediamo guardando più in alto, sulla torretta di una casa posta al civico n. 39 (Fig. 113). Entrambi hanno un tracciato che possiamo definire "essenziale"; il primo indica le Ore Vere del Fuso, il secondo sembra avere una numerazione di fantasia, con le ore 14 sulla verticale della base dello gnomone.

Fig. 112 – Strada Guido Volante n. 19, quartiere Cavoretto. Semplice quadrante solare su un frontone. (Sundial Atlas IT006520).

Fig. 113 – Strada Guido Volante n.39, quartiere Cavoretto. Quadrante solare con numerazione di fantasia (Sundial Atlas IT019437).



Salendo poi poco oltre Cavoretto, lungo la strada dei Ronchi, al n. 79 sulla casetta che funge da portineria alla **villa Linda**, troviamo un quadrante solare moderno assai colorato (Fig. 114); volto quasi esattamente a Ovest. Il motto è in dialetto piemontese: *Ve sporzo nen j'ore se a sun nen seren-e*, cioè "Non vi porgo le ore se non sono serene".

Fig. 114 – Strada dei Ronchi n. 79, villa Linda, Cavoretto. Indica le Ore Italiche, numerate con cifre romane assai piccole, e le Ore Vere Locali del pomeriggio, numerate con cifre romane molto grandi e posizionate in modo non immediatamente comprensibile (la linea dell'ora indicata è quella con la freccia vicino alla base della cifra dell'ora). (Sundial Atlas IT010961).

Scesi da Cavoretto sul corso Moncalieri, svoltiamo per un centinaio di metri verso Nord. Su una villa al n. 253, possiamo così osservare una pseudomeridiana molto decorativa, anche se di piccole dimensioni (Fig. 115). Il motto *Nullas numero nisi serenas,* significa che "Non conto (le ore) se non sono serene": a dire il vero non lo fa nemmeno con le ore serene, poiché la numerazione delle linee, incoerenti con l'orientamento della parete, è stata giustamente omessa.

Procedendo poi verso Sud, per poco più di un chilometro, lungo il corso Moncalieri arriviamo a imboccare la stretta via Santa Lucia che sale verso la collina. Al n. 29 vediamo sul portale di una grande villa (la **vigna Barel**, già villa Bianchi o villa Montalbano) un bel quadrante solare (Fig. 116) affiancato da uno stemma nobiliare. Il motto sul cartiglio è lo stesso visto sul quadrante precedente; qui però le linee orarie, per le Ore Vere Locali, sono quelle giuste per l'orientamento della parete, che è di 126° verso Ovest.

Fig. 115 – Corso Moncalieri n. 253. Pseudomeridiana con belle decorazioni. Posta su una parete che declina di 106° verso Ovest, porta linee che sarebbero adatte a una meridiana volta a Sud. (Sundial Atlas IT006149).

Fig. 116 – Strada S. Lucia n. 29. Quadrante solare sul portale della villa Barel. (Sundial Atlas IT006150).

Per concludere

Il nostro giro per le meridiane torinesi si conclude qui; in queste sei puntate abbiamo presentato quasi cento quadranti solari torinesi (inserendone una decina nel Sundial Atlas, perché ancora assenti) e ricordato diversi edifici storici della città, compiacendoci per i numerosi orologi di recente realizzazione o ben restaurati e rammaricandoci un poco sia per i non pochi quadranti storici lasciati in abbandono sia per le troppe pseudomeridiane.

Gli autori desiderano ringraziare l'amico Francesco Caviglia che ha collaborato alla raccolta e all'organizzazione finale dei testi e all'inserimento di diversi quadranti nel Sundial Atlas.

Le fotografie di questa puntata sono di Giovanni Bosca (Figg. 90, 91, 92, 94, 95, 99, 100, 108, 116, scattate negli anni intorno al 2005) e di Francesco Caviglia (Figg. 93, 96-98, 101-107, 109, 111, 115, scattate nel 2021,); la fotografia della fig. 110 è tratta dal sito Web del Museo Torino [5].

Bibliografia

[1] Sito Web del *Sundial Atlas*, atlante degli orologi solari, www.sundialatlas.net

[2] Luca Indemini, "*Le strane ruote (e la ciminiera) del primo trenino per Superga*", Torino Storia, n. 21, ottobre 2017.

[3] V. Comoli, P. Cornaglia, C. Cuneo, "*50 luoghi del barocco a Torino",* Associazione Torino Capitale Europea, Grugliasco 2000.

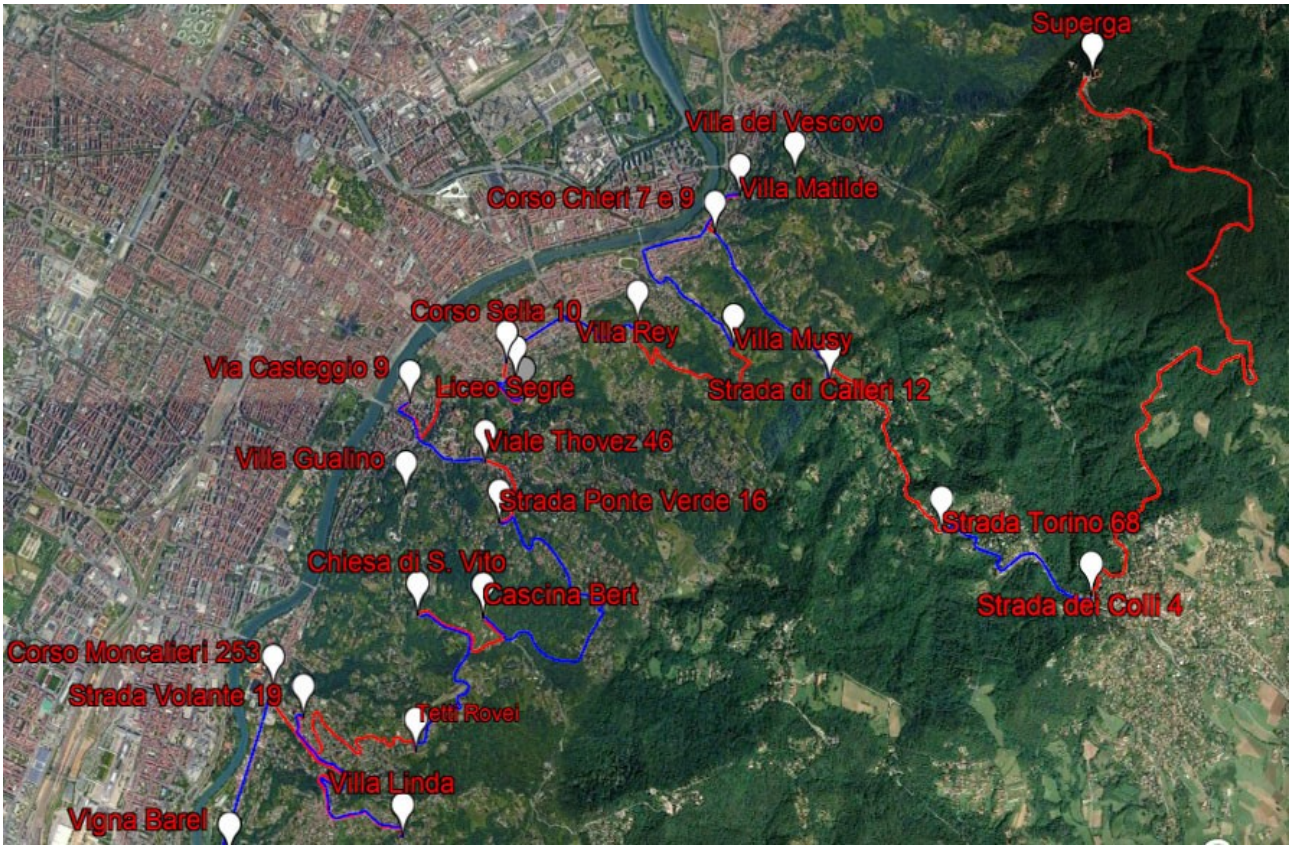
[4] Valerio Piero Corino, "*La Reale Basilica di Superga - Storia, restauri e nuovi spazi per l'accoglienza*", Omega Edizioni, Torino, 2011.

[5] Sito Web del *Museo Torino,* http://www.museotorino.it

[6] Cristina Mossetti, "*Villa della Regina. Diario di un cantiere in corso*", Umberto Allemandi, Torino, 1997.

[7] Pino Zappalà, "*Trentacinque anni fa il grande successo di EXPERIMENTA*", Torino Storia,n. 49, maggio 2020.

[8] Lucio Maria Morra, "*Panoramica gnomonico italiano - Scheda su: La Meridiana di Experimenta 92*", Bollettino dell'Unione Astrofili Bresciani. n. 22/1994



La zona Est di Torino, con la collina.

Tra i Bonus di questo numero si trovano un file *.kmz, per Google Earth, con la traccia dell'itinerario da percorrere, e un file *.pdf, con le coordinate geografiche degli orologi e dei luoghi citati nell'articolo.

Rassegna riviste di Gnomonica

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS)

Vol. 32 (iv) Dicembre 2020

Editoriale	
Una rara meridiana piana greco-romana	Ortwin Feustel
Lettere dei lettori (1)	Moir, Greenberg, Caldwell
Sulle orme di Thomas Ross. Parte 33: Le meridiane di Aberdeen	Dennis Cowan
Orologi "selvatici"	Ann Guest
Rassegna di cartoline 53: Hampton Court Palace	Peter Ransom
Un orologio a scafo per Holker Hall… e il suo corretto calcolo	Mark Lennon-Boyd
Significato delle linee di declinazione su un orologio del British Museum	Geoffrey Thurston
La linea meridiana al Centro di Ricerca di Farnborought	Douglas Bateman
Ancora sull'orologio a scafo	Frank H. King
Un'ultima fotografia prima del "Lockdown"	FHK
L'approccio di un dilettante a un quadrante solare verticale declinante	Pete Caldwell
Necrologi: Michael Lowne (1929-2020), David O. Le Conte (1940-2020)	John Davies
Tempo di ricreazione e ri-creazione. Parte 1: Una meridiana su un camino	David Brown
Riflessioni estive	FHK
Una guida per principianti: ricavare la formula "y" di Lennon-Boyd	Frank H. King
Lettere dei lettori (2)	Lusby Taylorl

Questo numero, di 48 pagine, contiene 9 articoli di almeno tre pagine e diversi contributi minori.

L'articolo di *Ortwin Feustel* (8 pagg.) presenta un'accurata analisi di un orologio solare piano greco-romano a ore antiche presente al British Museum (Gibbs 5022G) constatandone la precisione. L'analisi è condotta sul modello in 3D fornito dal Topoi Project. Allo stesso orologio solare è dedicato anche l'articolo di *Geoffrey Thurston* (3 pagg.)

Sulle orme di T. Ross, *Dennis Cowam* (3 pagg.) ricerca, nella città scozzese di Aberdeen, tre meridiane piane, una delle quali multipla. Le trova ancora al loro posto, anche se una delle tre è quasi certamente rifatta.

Anne Guest presenta (3 pagg.) dei pannelli artistici da lei decorati in cianografia, con motivi naturalistici e gnomonici.

Un articolo di *Mark Lennon-Boyd* (6 pagg.) tratta del progetto e del calcolo di un orologio solare a scafo (con punto gnomonico non nel centro della superficie sferica) tenendo anche conto della correzione per l'equazione del tempo. L'articolo di *Frank H. King* (4 pagg) torna sullo stesso argomento.

Douglas Bateman presenta (6 pagg.) una marca di mezzogiorno con lemniscata per l'eq. del tempo realizzata diversi anni fa (1996) nella sede di un centro di ricerca a Farnborough: disegnata su una finestra si legge per trasparenza.

L'articolo di *Pete Caldwell* (4 pagg.) descrive il progetto e la costruzione di un bel quadrante solare verticale su ardesia, che ha poi montato sul muro della sua casa con un accorgimento che ne permette un facile smontaggio per la manutenzione. Il lavoro ha dato un ottimo risultato, nonostante la poca esperienza dell'autore in campo gnomonico.

Seguono i necrologi di due membri della BSS:
- Michael Lowne (1929-2020): nato a Norwich (Inghilterra orientale), dopo una vita professionale nell'astronomia si è dedicato alla studio della gnomonica nell'ambito della BSS, pubblicando numerosi studi sull'argomento.
- David O. Le Conte (1925-2020): nato nell'isola di Guersney, ha passato buona parte della sua vita professionale negli USA, presso la NASA; nel 1978 è tornano nell'isola nativa, dove si è attivamente dedicato alla gnomonica.

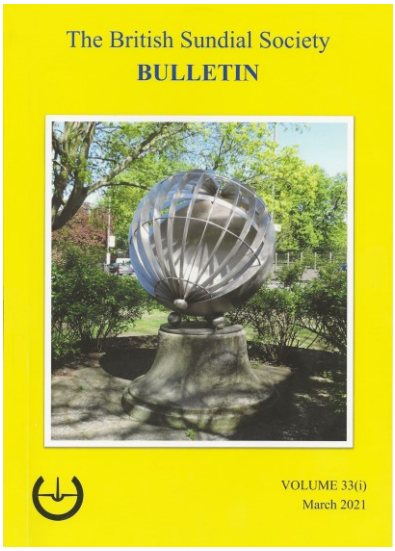
In quella che dichiara come la prima parte di un suo articolo (5 pagg.) *David Brown* descrive la ricostruzione di una meridiana verticale, quasi del tutto distrutta, incisa su un camino in pietra calcarea ("chilmark stone"). Alla base dell'edificio è stata posta una piastra tonda con la correzione per l'eq. del tempo e la longitudine (figura di copertina).

In un articolo relativamente lungo (6 pagg.) *Frank. H. King* spiega ai principianti come ricavare la formula di Lennon-Boyd per calcolare la distanza (indicata con y) tra la base dell'assostilo e il punto ombra in un orologio solare.

Come per tutti i numeri di dicembre, al fascicolo è allegato un cartoncino con la tabella della declinazione solare e dell'equazione del tempo per l'anno a venire.

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS)

Vol. 33 (i) Marzo 2021



Editoriale	
Tempo di ricreazione e ri-creazione. Parte 2:	
La rinascita di una grande meridiana poliedrica	David Brown
Necrologio: Mike Isaacs	Douglas Bateman
Meridiana "Tetraciclica"	Mark Lennon-Boyd
Meridiane aggiunte all'inventario nel 2020	John Foad
L'Equazione del Tempo a Knew	Andrew Hodgson
Restauro della meridiana Kinloch Anderson, a Edimburgo	Alainstar Hunter
Penshurst Place, nel Kent	JD
Squadra e compasso	Jill Wilson, Christine Northest
La meridiana del "Large Acre"	Sue Manston
Meridiane, guardiani e spaventapasseri	Valery Dmitriev
Sulle orme di Thomas Ross. Parte 34:	
Alcune meridiane di Cupar, Kinross e Alloa	Dennis Cowan
Rassegna di cartoline 54: La vecchia chiesa di S. Stefano, Robin Hood's Bay	Peter Ransom
Meridiana in località misteriosa	SueManston
Rapporto degli Amministratori e Bilancio della BSS per l'anno 2020	

Questo numero, di 56 pagine, contiene 8 articoli e alcuni contributi minori.

In quella che è la seconda parte del suo articolo iniziato nel numero precedente, *David Brown* (6 pagg.) descrive il restauro di una grande meridiana poliedrica in pietra. Le facce del poliedro sono 26, e 25 di esse portano un quadrante. Il lavoro ha comportato anche la ricostruzione di tutti gli gnomoni, andati persi.

Segue un breve necrologio di Mike Isaacs (1931-2021): con una carriera professionale nel settore della chimica, collaboratore del British Horological Institute e membro attivo della BSS da molti anni.

L'articolo di *Mark Lennon-Boyd* (2 pagg.) presenta una meridiana da giardino da lui progettata, con quattro quadranti su superfici cilindriche concave ad asse verticale, simile alla ben nota meridiana esistente nel giardino del Quirinale. Di questa meridiana ha per il momento solo costruito un modellino alto 62 cm (1:3 di quello che dovrebbe essere).

In un lungo articolo *John Foad* (7 pagg.) presenta le fotografie e una breve descrizione di 25 meridiane, antiche e moderne, che si sono aggiunte nel 2020 al catalogo della BSS: 6 sfere armillari, 13 quadranti piani con diversi orientamenti, 4 quadranti multipli su poliedri, un orologio su un cilindro polare, e un orologio multiplo a riflessione.

Il breve articolo *Andrew Hodgson* (1 pag.) presenta la meridiana orizzontale installata nel 1959 al Kew Garden (presso Londra) che porta incisa una tabella dell'equazione del tempo curiosamente inesatta: la spiegazione sta nel fatto che la meridiana è la copia di uno strumento del 1690, quando in Inghilterra non era ancora arrivata la riforma Gregoriana.

L'articolo di *Alastair Hunter* (5 pagg.) descrive il restauro della meridiana multipla su poliedro donata nel 1890, da Kinloch Anderson, al parco Inverleith di Edimburgo e ancora installata sul posto.

In un lungo articolo il compianto *Jill Wilson* e *Christine Northeast* (8 pagg.) parlano dei simboli massonici presenti sulle meridiane: prevalentemente squadre e compassi, ma anche esagrammi, tripli Tau", ecc…

L'articolo di *Sue Manston* (3 pagg.) riguarda una meridiana orizzontale in ottone di inizio Novecento, nata per il parco di un grande palazzo del West Sussex (chiamato "Large Acres") ed ora negli USA. La sua ricerca è soprattutto rivolta a individuare il costruttore dell'oggetto, che è risultato essere la ditta Francis Barker & Sons di Londra.

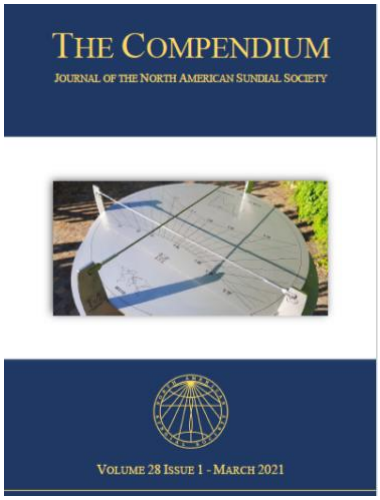
Un breve articolo di *Valery Dmitriev* (1 pag.) ci racconta qualche aneddoto su personaggi posti a guardia agli orologi solari di S. Pietroburgo, contro i vandalismi e altri danni: dai gendarmi dell'Ammiragliato a uno spaventapasseri.

Sulle orme di T. Ross, *Dennis Cowam* (4 pagg.) va alla ricerca delle tre meridiane piane della Preston Lodge (a Cupar), delle due meridiane su poliedro della Kinross House (a Kinross) e dell'originale meridiana doppia su diedro di una casa in Kirkgate (Alloa) che porta addirittura il ritratto del Demonio; le ritrova tutte essenzialmente in buono stato.

In copertina vi è una foto dell'originale sfera armillare di David Harber, installata a Hampton Court, presso Londra.

Come per il numero di dicembre, al fascicolo è allegato un cartoncino con la tabella della declinazione solare e dell'equazione del tempo per il 2021.

"The Compendium" - Journal of the NASS (North American Sundial Society).
Volume 28 – N° 1 – Marzo 2021



Gnomonica per principianti		R.L. Kellogg
Cercando ancora Vaulezard		Fred Sawyer
La geometria degli orologi bifilari e multifilari	Prima parte	Fabio Savian
L'orologio egiziano "a ombra"		Mark Montgomery
In memoriam – David W. Swanson (1930-2020)		
Soluzione del quiz "Alla deriva"		*Basato sulla soluzione di Frank E. Barmore*
Marcatori in cemento colato per un quadrante analemmatico		Steve Lelievre
Bonus digitali		

Da questo numero la rivista esce nel formato ridotto a 15 x 23 cm.

Robert Kellogg nella usuale rubrica di '*Gnomonica per principianti*' affronta l'annoso problema dei danneggiamenti che subiscono gli orologi solari quando siano di facile accesso, in particolare nella parte più esposta, lo gnomone. L'autore, con diversi esempi, suggerisce accorgimenti per proteggere questo fragile generatore dell'ombra. Suggerisce in particolare di usare gnomoni tanto larghi da essere molto robusti, evidenziando le particolari attenzioni che la larghezza dello gnomone richiede sulla definizione del tracciato orario sempre da riferire allo spigolo che genera l'ombra.

Fred Sawyer arricchisce con nuove informazioni un suo precedente articolo su J.L. Sieur de Vaulezard, relativamente a due particolari aspetti: l'identità di questo gnomonista, misteriosa e sconosciuta ai più, e il suo accreditamento come inventore della meridiana analemmatica. Quanto al primo aspetto Sawyer recupera un'incisione che pare essere il vero ritratto del matematico; quanto al secondo aspetto, esamina una lettera di Keplero che cita strumenti, in uso già 40 anni prima della scoperta attribuita a Vaulezard, capaci di essere auto-orientanti grazie all'abbinamento di due quadranti. Conclude però che non si possa affermare essi includessero il quadrante analemmatico.

Un lungo articolo del nostro Fabio Savian, affronta lo studio dell'orologio bifilare e ne sviscera le complessità con un approccio essenzialmente geometrico, senza trascurare gli aspetti fondamentali del calcolo: farà seguito una seconda parte che affronterà gli orologi multifilari. Entrambe le parti sono pubblicate in un unico articolo in questo numero della nostra rivista.

Mark Montgomery condivide in questo articolo una sua ricerca per rispondere alla domanda che frequentemente gli viene posta: "Qual è l'orologio solare più antico?". Riconosce come più antico quello che gli egittologi chiamano "orologio ad ombra", dalla caratteristica forma a L, di cui resta qualche esemplare. Ripercorre la storia di quanto già noto sulla misura del tempo presso gli Egizi e mette in campo le interpretazioni che diversi studiosi hanno dato circa il suo funzionamento. Nessuna delle teorie proposte si adatta a tutti i dati disponibili, e resta aperta la domanda: come funzionavano davvero questi strani misuratori del tempo?

Viene ricordata la figura di David W. Swanson (1930 - 2020), membro di lunga data del NASS, mancato dopo aver sofferto gravi complicazioni dovute all'infezione da COVID-19.

Si dà soluzione del quiz 'Alla deriva', nel quale si chiedeva di determinare la latitudine di un luogo mediante l'analisi del frammento di una meridiana orizzontale mancante di gnomone.

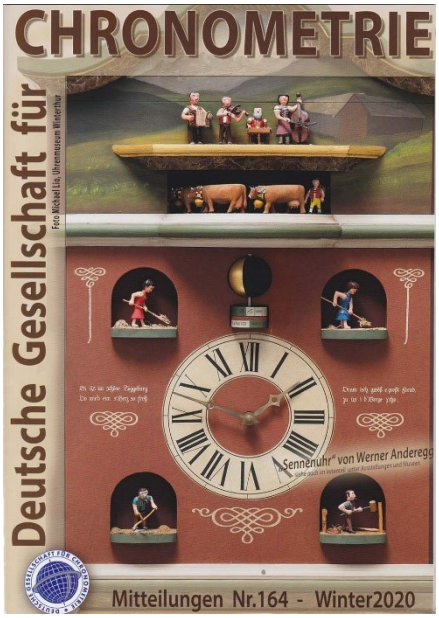
Steve Lelievre nel suo articolo espone i problemi affrontati per progettare e produrre i marcatori di una meridiana analemmatica. Usa il calcestruzzo, un materiale capace di resistere agli agenti atmosferici, e fornisce indicazioni su materiali, mezzi e costi di produzione. Per creare l'intero set di stampi dei marcatori orari e della scala zodiacale si serve di un polimero per stampanti in 3D, verifica la progettazione dello stampo, procede alla colata del calcestruzzo (per la quale dà suggerimenti) e al controllo delle finiture, sottopone i materiali usati a collaudo per valutarne la resistenza. Nell'appendice spiega come simulare le scritte scolpite con il modellatore 3D OpenSCAD (il codice sorgente è tra i Bonus digitali).

Nei Bonus digitali è inserita anche una presentazione di Bill Gottesmann, preparata per una conferenza del 2019, sulle sue meridiane/sculture che indicano solo la stagione dell'anno e non le ore.

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie - Associazione tedesca per la Cronometria
Inverno 2020 – n. 164 *(Contributi di argomento gnomonico)*

Recensione a cura di Paolo Albéri Auber (info@ingauber-meridiane.it)

Gli articoli di gnomonica su questo numero delle Mitteilungen (Comunicazioni) sono tre.



Dan-George Uza (Romania)

Orologi Solari in Romania
(Sonnenuhren in Rumänien)

L'autore, in viaggio di servizio, osservò il primo Orologio Solare in Romania nel 2011. La Romania è un paese con circa 20 milioni di abitanti e si trova in Europa sud-orientale. L'autore, resosi conto che non esisteva nessuna letteratura sull'argomento, con l'aiuto di amici, ha viaggiato molto e ha potuto così raccogliere un database di Orologi Solari in Romania; l'elenco, pronto nel 2014, è stato pubblicato anche in un libro, ora disponibile pure presso la Biblioteca di DGC (dr. Susanne Stadl). Gli Orologi Solari riconosciuti in Romania sono circa 230.

Ben 6 Orologi Solari antichi, conservati nei musei romeni, vengono segnalati in un prospetto; solamente 4 di questi sono presenti nel catalogo Gibbs. Nell'articolo, un capitolo è dedicato all'alto Medioevo; sono inoltre descritti gli Orologi Solari più interessanti del periodo pre-moderno. La maggior parte degli Orologi Solari ritrovati proviene dalla zona del territorio romeno di lingua tedesca e/o ungherese.

Karlheinz Schaldach

Documentazione sulle latitudini negli scritti medievali
(Ortsbreiteangaben in mittelalterlichen Handschriften)

Per fare delle misure con l'Astrolabio, per utilizzare un Orologio Solare cilindrico oppure per costruire un Orologio Solare fisso è necessario conoscere la latitudine del sito ove ci si trova. All'epoca, quali elenchi di latitudini aveva a disposizione il tecnico medievale per la consultazione onde ricavare questo dato?

L'autore chiarisce il concetto dei 7 KLIMATA (Tolomeo): zona geografica intorno a un parallelo come lo intendiamo noi, ma sulla base della durata del giorno illuminato al solstizio estivo. Propone poi due schemi riassuntivi delle tabelle di latitudini, per un certo numero di località più vicine all'Occidente, disponibili nelle biblioteche e ne riporta i valori, segnalando che almeno fino ad un certo periodo tutto il materiale proveniva da fonti islamiche.

Nel primo tabulato vengono raccolti i dati secondo le durate del giorno al solstizio estivo (i Klima di Tolomeo). In particolare, nel testo, egli cita poi le "Tabelle di Toledo" e le note "Tabelle Alfonsine". Nello schema riassuntivo (secondo tabulato) vengono riportati i valori veri e propri di latitudine, e non più le durate del giorno, relativi a località prescelte in quanto più prossime al mondo occidentale, provenienti da 10 fonti diverse. Fra questi il tabulato di Regiomontano è il più antico a stampa. Un capitolo è dedicato agli errori, a volte enormi, commessi dai compilatori.

Karlheinz Schaldach.

Letteratura gnomonica al tempo dei "traduttori" (12°, 13° secolo)
(Gnomonische Literatur in der Zeit der Uebersetzer (12., 13. Jh))

L'autore innanzitutto descrive il contesto culturale in Europa dal 1100 al 1300: essenzialmente quello della fondazione delle Università. I testi scientifici dell'antica Grecia, fondamentali per la Storia della Scienza (e per la nostra Civiltà), furono tradotti in lingua araba e in seguito intervennero i cosiddetti "traduttori" (Uebersetzer) dei quali l'autore propone un interessante elenco. I principali luoghi di contatto con gli autori islamici furono in Spagna e, a giudizio dell'autore, solo una modesta parte delle opere astronomiche islamiche venne tradotta, in quanto ciò (la traduzione di un'opera) avvenne solo quando ci fu il contatto, incoraggiato o meno da personaggi politici, fra studiosi islamici e cristiani. L'autore passa poi a elencare le principali opere che furono tradotte in latino, con un occhio di riguardo per la Gnomonica. Le più note sono la Tavole di Toledo (11° secolo) e le Tavole Alfonsine (13° secolo). Si sofferma poi sull'orologio cilindrico, descritto in seguito nel dettaglio, da Giovanni da Gmunden (15° secolo).

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie - Associazione tedesca per la Cronometria
Primavera 2021 – n. 165 *(Contributi di argomento gnomonico)*

Recensione a cura di Paolo Albéri Auber (info@ingauber-meridiane.it)

Questo numero delle Mitteilungen (Comunicazioni) contiene un articolo ed una recensione di argomento gnomonico.

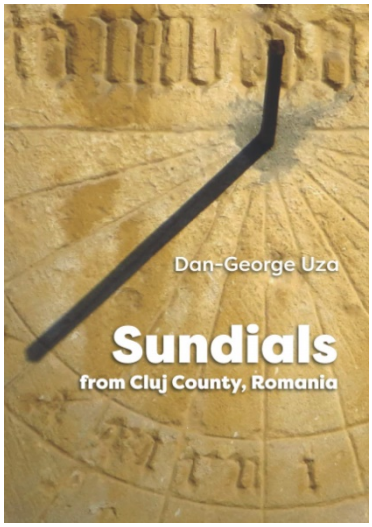
Karlheinz Schaldach.

Quadranti e Navicule, La Gnomonica nel 14° secolo
(Quadranten und Naviculae, Zur Gnomonik im 14. Jahrhundert)

Dopo aver illustrato sinteticamente il progresso della Gnomonica nel 14° e 15° secolo l'autore propone una descrizione dei clinometri (Fantoni pag. 346 e seguenti) ossia *Quadrans Vetus* e *Quadrans Novus*, presenti già nel 13° secolo, e un catalogo degli oggetti di questo tipo conservati nei Musei e presso privati (17 oggetti).
Propone quindi anche una descrizione della *Navicula* (Fantoni pag. 408 e seguenti) e una catalogazione delle *Naviculae* conservate (5 oggetti).

Recensione a cura di *Karlheinz Schaldach.*

Dan-George Uza
Sundials from Cluj County, Romania



L'autore descrive i 20 orologi solari della regione di Cluj (Romania) ma espone anche un quadro completo (200 oggetti circa) della presenza di Orologi Solari, storici e non, in Romania.

Nota della Redazione: La versione in lingua inglese di questo testo, di 69 pagine ed edito dall'autore nell'ottobre 2020, è disponibile su Amazon, al costo di 4,99 Euro come e-book in formato Kindle, o di 9,99 Euro in versione cartacea (www.amazon.it/Sundials-Cluj-County-Romania-Dan-George/dp/9730328781).
La versione in lingua rumena è disponibile all'indirizzo: https://astromix.ro/magazin/.

***"Zon&Tijd"** delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga*
Bulletin 2021.1 – nr 136

Indice

Editoriale - 3D: Sulla percezione della profondità tramite la fotografia	H. Schipper
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Olandese	Segretariato
Dal Consiglio dell'Associazione Gnomonica Fiamminga	E. Daled
In memoria di Lou Güse	Redazione
Orologi solari visualizzabili in 3D	J. van de Groep
Orologi solari a declinazione	F. Sawyer (trad. F. Maes)
I Maya avevano degli osservatori solari?	F. Maes
Gnomonica e filatelia - Parte 5: Europa (3)	E. Daled
Un orologio solare orizzontale a Mechelen (Belgio)	F. Maes
Due orologi solari orizzontali con un tocco personale	G. van den Braak
Poesie gnomoniche Haiku	W. Leenders e L. Houben
Ottimizzazione della meridiana Yabashi	A. Reekmans
L' orologio solare sulla "Chiesa in rovina" di Bergen è tornata	Redazione
Orologio solare inclinato a Kortenhoef	P. de Groot
Quiz: Cruciverba e attraversamento del Pacifico	F. Maes
Massima equazione del tempo	A. Reekmans
Rapporto annuale 2020 dell'Associazione Gnomonica Olandese	H. Schipper
Rapporto del tesoriere 2020-2021 dell'Associazione Gnomonica Olandese	P. de Groot
Informazioni sulla Associazione Gnomonica Olandese e sulla Associazione Gnomonica Fiamminga	

L'immagine poco definita dell'orologio tascabile universale che compare sulla copertina della rivista non è il risultato di un difetto di stampa ma è da osservare con una coppia di occhialini per immagini 3D (filtro rosso a sinistra azzurro a destra). All'interno della rivista l'articolo a cura di Job van de Groep è corredato di immagini che se osservate con gli occhialini filtro consentono di apprezzare un grazioso effetto tridimensionale.

Questo esperimento non è male, complimenti quindi ai nostri colleghi gnomonisti della rivista delle Associazioni Gnomoniche Olandese e Fiamminga.

Questo numero inizia proprio con un Editoriale a cura di *Hans Schipper* circa la possibilità di percepire il mondo tridimensionale in cui viviamo anche tramite rappresentazioni bidimensionali. Bella la citazione finale da una canzone di Madonna "Sono una ragazza concreta, che vive in un mondo materico."

Il Consiglio Direttivo dell'Associazione Gnomonica Olandese avverrà nuovamente in videoconferenza. L'incontro di marzo a Tricht e l'escursione a Utrecht in giugno/luglio saranno nuovamente annullati. Si dà notizia dei punti all'ordine del giorno e si elenca inoltre un programma di avvicendamento delle cariche fino al 2024. Vengono date le istruzioni inoltre su come partecipare alla assemblea dei soci in modo virtuale. Nessun volontario si è presentato per la gestione del sito WEB, il servizio dovrà quindi essere affidato ad un professionista esterno a pagamento!

Anche la riunione statutaria del *Consiglio Direttivo dell'Associazione Gnomonica Fiamminga* verrà nuovamente rinviato a data da destinarsi in videoconferenza. Sono state proposte due date: sabato 16 o sabato 23 ottobre.

Un breve necrologio della *Redazione* in ricordo di Lou Güse che ci ha lasciato il 02 gennaio scorso termina la parte introduttiva della rivista.

●Il primo articolo, come già accennato, è a cura di *Job van de Groep*. L'autore descrive la storia della stereofotografia, e ci invita a provare ad usare alcuni software reperibili facilmente in rete, i quali ci possono aiutare a produrre immagini stereofotografiche. Le fotografie stereoscopiche possono essere molto utili a meglio descrivere alcuni orologi solari tridimensionali. In Olanda esiste persino una associazione che riunisce gli appassionati di immagini stereoscopiche www.stereofotografie.nl. Le immagini 3D nella rivista…direi un esempio da provare ad imitare.

● Il secondo articolo è la traduzione a cura di *Frans Maes* di un bellissimo articolo di *Fred Sawyer* pubblicato sul Volume 27 n. 1 nel marzo 2020 del "The Compendium" rivista della NASS e già tradotto in italiano sul n. 22 della nostra rivista. Esso descrive una serie di possibilità per realizzare degli orologi solari che si adattano alla declinazione solare del giorno declinando solo il quadrante senza dover cambiare il punto di fissaggio dello gnomone.

●*Frans Maes* critica un articolo comparso su "Nature" 582 (2020), p. 490-492. a cura di P.A. McAnany scaricabile al sito https://www.nature.com/articles/d41586-020-01570-8. In questo articolo si dà notizia di una recentissima scoperta di un sito cerimoniale Maya in Messico nello stato del Tabasco grazie alla tecnologia LIDAR "LIght Detection And Ranging" che permette di materializzare monumenti nascosti sotto il fogliame di boschi e foreste. Maes con una analisi "gnomonica" contesta la tesi di McAnany circa la funzione di calendario solare del sito. Un vero peccato che la sua lettera inviata all'autore dell'articolo su "Nature" non abbia avuto risposta.

●*Eric Daled* continua la sua serie di articoli sulla gnomonica nella filatelia, con la 5° puntata, la terza riguardante la produzione in Europa. In questo articolo in ordine alfabetico, una panoramica di quanto raccolto nei paesi europei non ancora trattati nelle precedenti puntate ovvero Russia, San Marino, Slovenia, Slovacchia e Spagna, Svezia e Svizzera.

●*Frans Maes* in questo articolo descrive un orologio solare orizzontale in ardesia datato 1827, dimensioni del quadrante 38,5 x 38,0 cm. Esso raffigura linee per ore moderne e antiche, linee di declinazione e altezza e sembra essere molto ben fatto. Inoltre, ha un quadrante lunare e un cronogramma. Il progettista e l'incisore non sono noti.

●*Gerard van den Braak* descrive le fasi realizzative di due quadranti solari orizzontali uno fatto per sé e l'altro per sua sorella. Un tocco personalizzante sugli gnomoni polari. Quello per sé rappresenta un astronomo che con il cannocchiale scruta il cielo (il cannocchiale è lo gnomone polare) quello per la sorella suonatrice di violino ha lo gnomone polare fatto a guisa dell'archetto che fa vibrare le corde dello strumento musicale.

●In occasione della giornata della poesia il 28/01/2020 *Willy Leenders* e *Lia Houben* si sono cimentati in una serie di poesie Haiku. Non sapendo cosa fossero sono andato a documentarmi ed ho scoperto che esse sono una tecnica poetica Giapponese che consente di creare poesie di tre versi.

●Ottimo studio di *André Reekmans* che ha ottimizzato i parametri utilizzati da Yabashi per creare il particolare orologio solare che porta il suo nome e che consente di leggere direttamente l'ora media. Reekmans con le sue correzioni afferma di aver ridotto gli errori del 40% rispetto alla Yabashi originale.

●Brevissimo articolo a cura della *Redazione* sulla tecnica di restauro dell'orologio solare verticale sulla Ruïnekerk a Bergen (una trentina di Km a nord di Amsterdam).

●Altro brevissimo articolo di *Peter de Groot* che ha ricavato un orologio solare sul ceppo di un albero di tasso (*Taxus baccata)*. Per evitare che l'acqua ristagni sul ceppo facendolo marcire il piano di taglio è stato leggermente inclinato. Ottimo esercizio per ricavare un orologio inclinato e declinante.

●Il consueto ma sempre geniale cruciverba quiz a carattere gnomonico proposto da Frans Maes.

●*André Reekmans* ha scattato una foto dello spot solare sulla curva dell'equazione del tempo sul suo orologio solare ad anello in pietra l'11 febbraio 2021 alle 12:47 MET, quando l'EdT era di -14m 12s. a documentare il raggiungimento della massima EdT negativa.

Chiudono la rivista il Rapporto annuale 2020 della Associazione Gnomonica Olandese, il Rapporto del tesoriere 2020-2021 della Associazione Gnomonica Olandese, l'indice in lingua inglese, le informazioni sulla Associazione Gnomonica Olandese e sulla Associazione Gnomonica Fiamminga.

"Sonne + Zeit" Bollettino del gruppo di lavoro per gli orologi solari della Associazione Astronomica Austriaca
N° 60 - Dicembre 2020

Recensione a cura di Paolo Albéri Auber (info@ingauber-meridiane.it)

Il Presidente dell'associazione, *Peter Husty*, saluta i lettori e invita a partecipare al Convegno in programma a Bad Ischl, dal 23 al 25 settembre 2021.

Armin Denoth (Neu-Götzens, Tirolo)
Messaggi dal passato. Orologi Solari con Cronogramma
(Botschaften aus der Vergangenheit. Sonnenuhren mit Chronogramm)
In un particolare periodo storico (principalmente XVII-XVIII sec.) vi fu la moda in Austria di inserire nella scritta dedicatoria della meridiana (Chiesa, Convento, Edificio Pubblico o privato) un piccolo, ma interessante, enigma: un "cronogramma". La scritta è compilata in caratteri maiuscoli e, come ben sappiamo, i caratteri maiuscoli (non tutti) fanno parte della scrittura dei numeri romani: ebbene segnalando certe lettere della scritta dedicatoria con un colore (o un carattere) diverso sarà possibile, per chi conosce questo piccolo segreto, sommare i numeri romani così evidenziati e ottenere una data: quella di nascita della meridiana o di un evento che si vuol ricordare.
In Austria, 34 delle 3300 meridiane catalogate sono dotate di "cronogramma", 28 in latino e 6 in tedesco. Fra queste solo 12 permettono la lettura inequivoca della data, le altre, danneggiate, sono solo ipoteticamente leggibili. L'autore descrive 21 di queste meridiane, una delle quali (Wiesing, Tirolo) è moderna... il "cronogramma" ci dice l'anno di nascita: 2015. L'autore elenca poi alcuni "cronogrammi" smarriti o scomparsi e conclude con un vero e proprio inventario.

Segue la rubrica Da pensarci su (Zum Nachdenken) di *Kurt Descovich*.

Walter Hofmann (Vienna)
Orologi Solari in Giappone – Incontri in un paese lontano – Un libro di immagini di Masato Oki
(Sonnenuhren in Japan- Begegnungen mit einem fernen land – Ein Bildband von Masato Oki)
Nel 2012 lo gnomonista giapponese Masato Oki visitò Vienna e venne accompagnato dall'autore. In seguito egli ricevette per posta un bel libro scritto dallo stesso Masato Oki ("Sundials in Japan" The Japan Sundial Society, 2019) che gli riservò alcune piacevoli sorprese: ben 500 (circa) Orologi Solari giapponesi sono qui catalogati. Hofmann lo definisce un "armadio di tesori" (Schatzkästchen). I più interessanti e rappresentativi vengono riprodotti nell'articolo.

Karlheinz Schladach (Schlüchtern, Germania)
Un testo medievale da Klosterneuburg sull'Orologio Solare orizzontale
(Ein mittelaitericher Klosterneuburger Text über die Horizontalsonnenuhr)
Il codice 683 della biblioteca del Convento di Klosterneuburg , nella Bassa Austria, non lontano da Vienna, contiene un testo che tratta l'Orologio Solare orizzontale con tabelle e disegni. Il testo venne compilato all'incirca prima del 1431. Si tratta della prima testimonianza del pervenire nell'Europa latina di un testo tecnico del genere: esso forniva indicazioni precise su come realizzare un Orologio Solare orizzontale per ogni latitudine. L'autore segnala che finora solo lo storico dell'Astronomia Ernst Zinner lo ha rappresentato, senza peraltro descriverlo in modo accurato.

Walter Hofmann (Vienna)
Una targa commemorativa in memoria di Hermann Mucke a Vienna-Mauer
(Eine Gedenktafel an Hermann Mucke im "Sterngarten" in Wien-Mauer)
Il recentemente scomparso dr. Hermann Mucke, professore, divulgatore, conduttore dell'Osservatorio "Urania" e del Planetario di Vienna, ha creato anche il "planetario all'aperto" sul Georgenberg nei pressi di Vienna: qui vi è un impianto gnomonico monumentale. I soci del GSA (Gnomonicae Societas Austriaca) Franc Vrabec, Georg Zotti e Maria Pflug-Hofmayr hanno realizzato una targa che è stata sistemata alla base dello gnomone monumentale.

"La Busca de Paper" della Societat Catalana de Gnomonica (SCG)
N. 97 – Inverno 2020
Recensione a cura di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Fondamenti Gnomonici per l'Orologio Solare "con i piedi"	R.A. Calvino
Mitologia Classica e Astronomia (II)	J. Ma Casals
Il deterioramento del patrimonio gnomonico Andaluso	E. M. Almirón
Insegnamento basato su progetti per alunni della 5° classe a partire dagli orologi	L. Feria
Gli orologi solari della Val de Gallinera	J. Fénollar
Partecipazione alle Giornate Europee del Patrimonio 2020	J. Vázqez
Bricolage (17)	F. Clarà
Orologi Solari: tempi, cultura e ricambi sociali	C. Bou

R.A. Calvino riprende l'argomento trattato ampiamente nel numero precedente (che sottolineava con una lunga trattazione una ovvietà: l'utilizzazione di un riferimento unitario – e.g. la lunghezza dello stilo – per la progettazione dell'intero orologio e di conseguenza la proporzionalità fra le parti), applicandolo all'orologio di cui aveva trattato ampiamente Rutilio Palladio, basato sulla lunghezza dell'ombra del corpo umano, misurata con le orme dei piedi. Egli insiste sul fatto che l'unità di riferimento, cioè l'altezza della persona, è confrontata con la frazione dettata da criteri antropometrici, cioè con la lunghezza del piede. Ricorre anche alla trigonometria sferica per affrontare un argomento per cui (a mio parere, contestabile) è sufficiente l'Analemma di Vitruvio.

Il secondo articolo (M. Casals) riprende l'argomento già introdotto nel precedente notiziario, relativo alle connessioni fra Astronomia e Mitologia classica. Si tratta di un piacevole excursus fra Mitologia Classica e leggende connesse, i cui nomi dei protagonisti sono stati impiegati per dare un nome ai satelliti dei Pianeti. Una parte del notiziario dà giustamente rilevanza ad avvenimenti e situazioni di carattere locale.

Un "accorato" articolo (E. M. Almirón) tratta del deterioramento del patrimonio gnomonico Andaluso. L'elenco è ricco, purtroppo, di esempi: si esaminano le cause e i possibili interventi di recupero.

L'insegnamento basato sulla progettazione per allievi delle scuole primarie, applicato alla costruzione di un O.S. a partire dalla determinazione della linea meridiana, è l'argomento esposto da L. Feria, con considerazioni generali di carattere didattico sul metodo di insegnamento.

La illustrazione delle meridiane (J. Fénollar) di Val de Gallinera riporta con cura gli OS reperibili in questa località, fornendo ampie notizie e fotografie.

Un breve articolo (J. Vázqez) tratta la partecipazione della associazione EAMAG (*Studi Architettonici Medievali su base Astronomica e Gnomonica*) alle Giornate Europee del Patrimonio, in cui essa ha proposto la connessione della Cattedrale di Santa Maria d'Urguell con tali argomenti. Sono illustrati con cura rilievi e ricerche fatti dai soci, per dimostrare tali rapporti fra Architettura e Astronomia.

F. Clarà nel suo capitolo (il 17°) sul Bricolage illustra la Meridiana trifilare di Rouxel, partendo da un articolo di Gnomonica Italiana (Nov. 2009). Egli riprende i dati esposti in esso, poi dilata l'argomento, e propone infine uno strumento analogo, ma su parete verticale.

Una breve esposizione di C. Bou illustra una iniziativa del Planetario Adler di Chicago: una collezione di Orologi Solari appartenenti a varie epoche e civiltà è messa in connessione con le culture e le modifiche nei rapporti sociali delle popolazioni avvenuti con il progredire del tempo (è un invito a proporre iniziative analoghe anche per connettere gli OS risalenti a varie epoche, con le modifiche, il progredire e le varianti locali della Società Europea?).

Pubblicazioni

Karlheinz Schaldach

Gli antichi orologi solari della Grecia (2 volumi)

Vol.1 - I reperti da una prospettiva storica
Vol.2 - Cataloghi - analisi - testi

Pubblicato: 2021

Lingua: Tedesco

Editore: Topoi/Università di Berlino

Edizione a stampa: Tipografia Kühne & Partner Gmbh & Co.

ISBN 978-3-9820670-7-0

Nel mondo greco-romano era usuale leggere l'ora, vale a dire la suddivisione del giorno illuminato in parti uguali, sugli orologi solari, strumenti di misura ideati da scienziati greci. Essi rivelano un esame approfondito dei fenomeni astronomici e la loro realizzazione pratica riflette il significato ed il valore ad essi attribuito. Nessun altro strumento scientifico dell'antichità si è tramandato con tanta evidenza e la loro diffusa presenza nella società di allora dimostra l'apprezzamento per i valori della scienza.

Questa opera, suddivisa in due volumi, non solo presenta i singoli reperti di orologi solari greci con descrizioni e immagini, ma mira anche a mostrare, grazie a testi specifici e iscrizioni a noi pervenute, come l'orologio solare fosse strettamente legato alla vita quotidiana e parte integrante della vita culturale dell'antichità.

Il primo volume affronta dunque i diversi reperti da una prospettiva storica e presenta nuovi spazi di ricerca dovuti alla letteratura recente. Il baricentro dell'esposizione è la gnomonica greca, ma anche esemplari romani vengono descritti unitamente a testi ed iscrizioni.

Nel secondo volume il catalogo viene arricchito affrontando le basi matematiche e astronomiche degli orologi esposti nonché la questione della loro precisione; quanto a testi ed iscrizioni, gli originali greci o latini affiancano la traduzione/interpretazione in tedesco per consentire un personale controllo e servire come raccolta di fonti per ulteriori ricerche.

È possibile utilizzare i modelli 3D di alcuni degli orologi descritti per eseguire le proprie indagini sull'area d'ombra e sulla precisione degli orologi stessi collegandosi al link (http://repository.edition-topoi.org/collection/BSDP), parte del progetto di ricerca Edition Topoi.

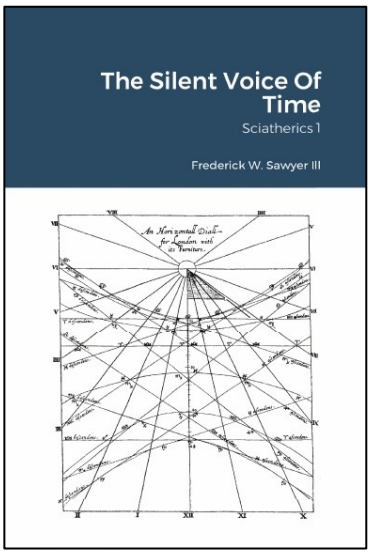
Edition Topoi è una piattaforma informativa in chiave contemporanea dedicata agli studi classici, che combina formati di pubblicazione tradizionali e innovativi, dai libri rilegati alle raccolte di dati digitali. In particolare essa fornisce un database con innumerevoli informazioni sulle meridiane antiche. Accessibile senza restrizioni e gratuitamente al grande pubblico, offre la possibilità di ricerche e approfondimenti un tempo inimmaginabili.

I due volumi in esame si possono liberamente scaricare, in formato pdf, ai link:

https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/29027
https://refubium.fu-berlin.de/handle/fub188/29030

FREDERICK W. SAWYER III

THE SILENT VOICE OF TIME
(Sciatherics 1) 1975 - 1995



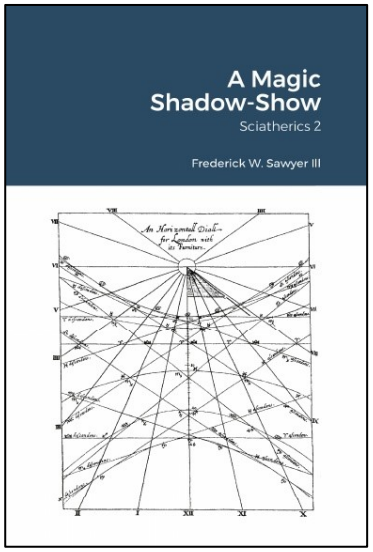
Pubblicato: 18/07/2020
Lingua: Inglese
Formato: 15.2 x 22.9 cm, 210 pagine
Pubblicato da Lulu (www.lulu.com)
Acquistabile on line su Lulu in due versioni:
Paperback (copertina morbida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/more-to-say/paperback/product-n6dgv5.html?page=1&pageSize=4
a 15 $ + spese di spedizione
Hardcover (copertina rigida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/more-to-say/hardcover/product-282j4j.html
a 25 $ + spese di spedizione

Frederick W. Sawyer III creatore della rivista della NASS (North American Sundial Society) "The Compendium" non ha bisogno di ulteriori presentazioni. Nella sua lunga carriera ha prodotto e continua a produrre interessanti articoli sulla gnomonica ed in particolare sulla gnomonica matematica. Ha "inventato" nuovi tipi di orologi solari e ricercato nella profondità dei segreti della gnomonica giocando con le ombre ed i raggi del sole. Nel mese di luglio dello scorso anno ha deciso di raccogliere gli articoli che ha scritto e pubblicato sulle diverse riviste gnomoniche in una raccolta di 5 libri.
Il primo volume che qui vado a presentare raccoglie articoli pubblicati nel ventennio 1975 – 1995 e riporta come titolo LA SILENZIOSA VOCE DEL TEMPO. "Gli orologi solari sono *la silenziosa voce del tempo*, e senza di essi il giorno sarebbe muto" ci dice Robert Hegge nel 1630 accademico inglese autore di un trattato di gnomonica.
All'interno di questo primo volume sono raccolti i seguenti articoli:

- Letter to the Editor
- Bifilar Gnomonics
- Review: Catalogue of Greek And Roman Sundials
- An Equant Sundial
- A Self-Orienting Equiangular Sundial
- Foster's Diametral Sundial
- A Qibla Line Construction
- A Three-Point Sundial Construction
- Moon Dialing
- Of Analemmas Mean Time And The Analemmatic Sundial
- A Stained-Glass Diptych Pattern
- Solving The Spherical Triangle
- Reducing A Plane To The Horizontal
- Error In A Misplaced Dial
- A Universal Nomographic Sundial
- Serle's Dialing Scales
- Dialling Universal by George Serle

Alcuni di questi articoli sono stati pubblicati su "The Compendium", altri sul "Boulletin" della British Sundial Society ma averli tutti riuniti in un unico volume ed avere insieme tutti i volumi è una occasione imperdibile. Appena ho saputo dell'uscita di questa raccolta li ho immediatamente ordinati tutti e cinque, e vi consiglio vivamente di farlo anche se avete già tutte le raccolte della NASS e della BSS ….alcuni articoli del primo volume sono stati pubblicati al di fuori di queste due riviste.

FREDERICK W. SAWYER III
A MAGIC SHADOW-SHOW
(Sciatherics 2) 1995 - 1999

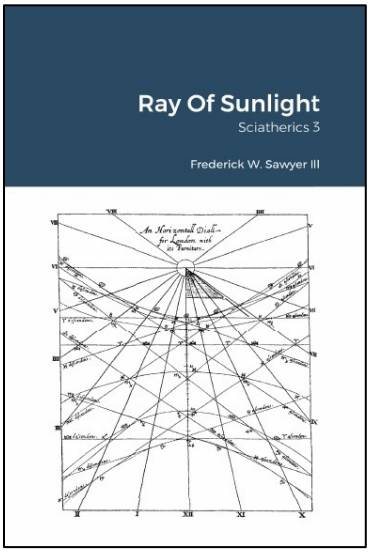


Pubblicato: 29/07/2020
Lingua: Inglese
Formato: 15.2 x 22.9 cm, 212 pagine
Pubblicato da Lulu (www.lulu.com)
Acquistabile on line su Lulu in due versioni:
Paperback (copertina morbida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/a-magic-shadow-show/paperback/product-9jk4nj.html
a 13 $ + spese di spedizione
Hardcover (copertina rigida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/a-magic-shadow-show/hardcover/product-qjkdwe.html
a 23 $ + spese di spedizione

Il secondo volume della serie "Sciatherics" raccoglie articoli pubblicati tra il 1995 e il 1999 e riporta come titolo UN MAGICO SPETTACOLO DI OMBRE. "Non è altro che un *magico spettacolo di ombre*, riprodotto in una scatola la cui candela è il Sole" ci dice Omar Khayyam matematico, poeta, astronomo persiano vissuto a cavallo del IX e X secolo. All'interno di questo secondo volume sono raccolti i seguenti articoli:

- Extreme Hours Of Sunlight
- Designing A Nocturnal
- Universal Horizontal Dialfaces
- Atmospheric Refraction
- A Polyhedral Addendum
- Canterbury Shadows
- Geographic Sundials
- A Portable Astroid Dial
- William Oughtred's Double Horizontal Dial
- Emerson's Quest
- Shadow Plane Addendum
- Emerson's Quandary
- Some Secret Motion Of The Earth
- A Memorable Birthday Celebration
- Hauxley's Challenge
- From Dial To Declination
- Samuel Foster Of Gresham College
- Towards A General Theory Of Dialing Scales
- A Vertical Decliner By Dialing Scales And Schema
- Nicole's Sunset
- Herbert's Correction
- Ptolemaic Coordinate Sundials
- The Cycloid Polar Sundial
- Kratzer's Layout
- Prosthaphaeresis
- The Six Tags Experience

FREDERICK W. SAWYER III
RAY OF SUNLIGHT
(Sciatherics 3) 1999 - 2004

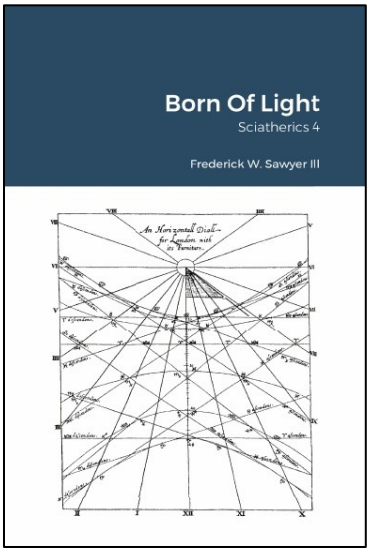


Pubblicato: 09/08/2020
Lingua: Inglese
Formato: 15.2 x 22.9 cm, 206 pagine
Pubblicato da Lulu (www.lulu.com)
Acquistabile on line su Lulu in due versioni:
Paperback (copertina morbida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/a-magic-shadow-show/paperback/product-9jk4nj.html
a 13 $ + spese di spedizione
Hardcover (copertina rigida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/a-magic-shadow-show/hardcover/product-qjkdwe.html
a 23 $ + spese di spedizione

Il terzo volume della serie "Sciatherics" raccoglie articoli pubblicati tra il 1999 e il 2004 e riporta come titolo RAGGIO SOLARE. "Nessun *raggio solare* è perso per sempre" è una frase di Albert Schweitzer.
All'interno di questo terzo volume sono raccolti i seguenti articoli:

- Gundlach's Shadowless Sundials
- Heliotrope XVIII
- A Declining Noon Mark
- The NASS Angel
- Nicole's Wedge
- Basho Hidokei – A Traditional Japanese Sundial
- Jacques' Layout
- Digital Sundials – Time At Your Fingertips
- The Pelekinon Brief
- ZΉΘΙ And The Sawyer Dialing Prize
- Colonial Sightings… In Cemetery and Crypt
- Yabashi Point And Sawyer Equant
- Nicole's Dollar
- Oudemans' Curve
- Foster's Proof For Dialing Scales
- A Fillip For Leybourn
- Further Evolution Of Foster's Dialing Scales
- A General Analysis Of Foster's Circular Nomogram
- Regulating the Foster-Point
- Letter To The Adler Planetarium
- The Foster-Point Sundial: Time In A Perfect Round
- A Horizontal Sundial By Julien LeRoy
- al-Kashi's Wall
- Gnomonic Modes & Ptolemaic Coordinate Dials
- A Sundial By Rule Of Thumb
- Eble's Horoscope
- Vertical Decliners By A New, Easie & Most Speedy Way
- Illumination By Scales
- A Note On The Origins Of Dialing Scales
- From Universal Analemmatic To Sun Compass – Filling the Gaps
- Hooke's Device
- A Self-Orienting Latitude-Independent Analemmatic Equant Dial Design
- Sightings At Colgate
- A Colgate Checkup
- Analemmatic Dialing Scales
- The Oldest Analemmatic Dial?

FREDERICK W. SAWYER III
BORN OF LIGHT
(Sciatherics 4) 2004 - 2009

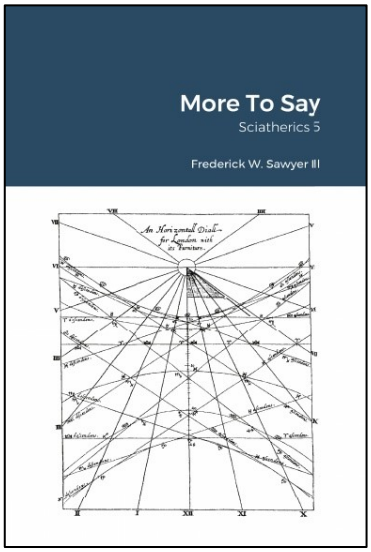


Pubblicato: 26/09/2020
Lingua: Inglese
Formato: 15.2 x 22.9 cm, 205 pagine
Pubblicato da Lulu (www.lulu.com)
Acquistabile on line su Lulu in due versioni:
Paperback (copertina morbida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/born-of-light/paperback/product-rjqwjr.html
a 13 $ + spese di spedizione
Hardcover (copertina rigida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/born-of-light/hardcover/product-y94pme.html
a 23 $ + spese di spedizione

Il quarto volume della serie "Sciatherics" raccoglie articoli pubblicati tra il 2004 e il 2009 e riporta come titolo NASCE DALLA LUCE. "Un'ombra non viene mai creata nell'oscurità. *Nasce dalla luce*" è una frase di Terry Tempest Williams scrittrice ed attivista americana contemporanea.
All'interno di questo quarto volume sono raccolti i seguenti articoli:

- Desperately Seeking Vaulezard - A Tale of Frustation
- Dialing Scales: Reviewing The General Theory
- Compressed Gnomonic Sundials
- Equations For Hollander's Mean-Time Sundial
- A Bipolar Azimuthal Equant Sundial
- The Bury St. Edmunds Curve
- An Encounter With Numb3rs
- A Stereographic Layout Technique
- Blagrave's Stereographic Layout Technique
- Towering Timepiece
- Peaucellier Sundials
- Sicut In Caelo Et In Terra Et In Caelatura
- An Osculatory Sundial
- Robinson's Quandary
- Letter To The Editor: Dual Sundials
- An 18th-Century Innovation
- J. Mandl's Altitude Abac
- Misaligned Analemmatic
- Bifilar Origins
- A Glimpse Of Alsace
- Nicole's Reflections
- Patron Saint Hildevert
- Saint Hildevert In England
- Williams' Shaded Plot
- A Sundial Safari Limerick
- Differential Dialing Scales
- Geosetting In East Anglia
- Andreas Schoner's Stereographic Sundial Design
- A Tipped Dial Enigma

FREDERICK W. SAWYER III
MORE TO SAY
(Sciatherics 5) 2010 - 2020



Pubblicato: 05/11/2020
Lingua: Inglese
Formato: 15.2 x 22.9 cm, 223 pagine
Pubblicato da Lulu (www.lulu.com)
Acquistabile on line su Lulu in due versioni:
Paperback (copertina morbida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/more-to-say/paperback/product-n6dgv5.html
a 15 $ + spese di spedizione
Hardcover (copertina rigida)
https://www.lulu.com/en/en/shop/frederick-sawyer/more-to-say/hardcover/product-282j4j.html
a 25 $ + spese di spedizione

Il quinto volume della serie "Sciatherics" raccoglie articoli pubblicati tra il 2010 e il 2020 e riporta come titolo QUALCOSA IN PIU' DA DIRE. "L'occhio è sempre catturato dalla luce, ma le ombre hanno *qualcosa in più da dire* .." è una frase di Gregory Maguire scrittore statunitense contemporaneo.
All'interno di questo quinto volume sono raccolti i seguenti articoli:

- Projected Refraction Sundials With Ambigram
- Hare's Reclining Decliner
- Direct Equations For The Analemmatic Sundial Solstice Point & Gnomon Height
- Horizontal Layouts 1-4
- Horizontal Layout 6
- Horizontal Layout 7
- Ashton's Comeuppance
- Dinsmore's Comparatiave Time-Table
- Chipchase's Return
- Tracking Elihu Yale's Sundial
- Nicole's Meridian
- An Offer Of Assistance From E.C. Middleton
- Holbein's Clock Salt
- The Last Schilt Heliochronometer
- Locating The Schilt Point
- Wandering-Gnomon Sundial Design
- Albert Cushing Crehore (1868-1969)
- Philippe De La Hire & Jean Picard
- Linear Equant Sundial Design
- A Graphical Dial Construction By Jean De Castillon
- Elliptical Sundials: General & Craticular
- Polar Envelope Gnomons
- Inquiries
- Solar Decliners
- Dialing Scale Nostalgia

È possibile accedere all'acquisto di tutti i volumi in formato copertina morbida dal sito https://bit.ly/SciathericsP mentre i volumi con copertina rigida sono acquistabili dal sito https://bit.ly/SciathericsH
È in preparazione un sesto volume Sciatherics 6 "Pleasure Of The Thing Done" (Encyclopedic Dialing), articoli sulla gnomonica dalle prime 13 edizioni dell'Encyclopaedia Britannica.

Tra i Bonus del numero corrente è possibile scaricare un file Excel con i riferimenti dettagliati delle riviste da cui sono stati estratti gli articoli pubblicati nei 5 volumi qui sopra recensiti.

Gnomonica nel Web

Ancora un sito web interessante

Oggi parliamo di un altro sito web che può essere di notevole interesse per gli amici gnomonisti: il sito di Yvon Massé, che si trova all'indirizzo *gnomonique.fr*

Le sue pagine sono in lingua francese, ma per non poche di esse esiste anche la versione on lingua inglese.

La pagina iniziale del sito ci propone la scelta tra i seguenti sette capitoli:

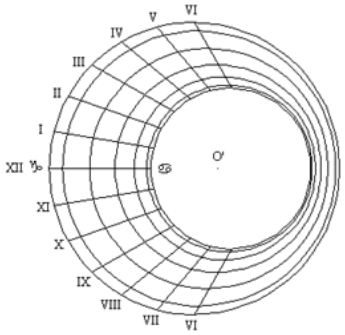
- *Alcuni studi gnomonici*: dedicato alle pubblicazioni dell'autore.
- *Tpsol e DesCad*: due app gnomoniche per Android.
- *TriSph*: programma per la soluzione di triangoli sferici.
- *Calcad:* programma per il calcolo di orologi solari.
- *Link bibliografici* : una modesta raccolta eterogenea di collegamenti gnomonici
- *Biblio-Gno* : un'interessante raccolta di collegamenti dai quali scaricare molti testi del passato sulla gnomonica.
- *Alle meridiane* : un forum di scambio e condivisione sugli orologi solari.

Il primo di questi capitoli contiene la raccolta di numerosi scritti dell'autore su temi gnomonici (alcuni accompagnati da listati di programmi per PC, sia pur nell'obsoleto linguaggio QBasic).

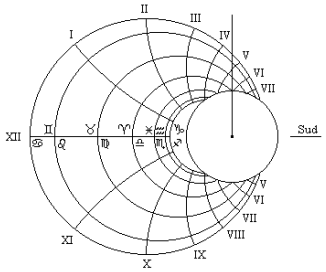
Tra gli scritti notiamo quelli sull'analisi e descrizione di quadranti di altezza con le linee orarie rettilinee (Regiomontano, Navicella Veneziana, Cappuccina...).

Interessanti alcuni articoli che descrivono modelli di orologi originali:

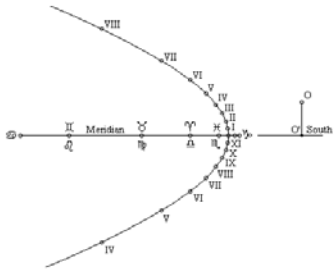
- quadranti orizzontali con linee orarie rettilinee e linee diurne circolari.



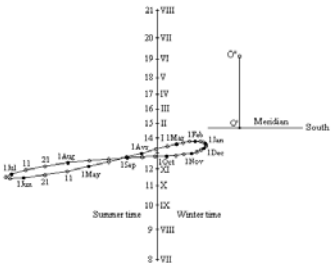
- quadranti con linee di data e di ora circolari



- orologi analemmatici a proiezione centrale



- orologi analemmatici a ora media



Il secondo capitolo descrive due app per Android scaricabili da Google Play.

La prima delle due, *TpSol* , è gratuita e ha lo scopo principale di indicare l'ora vera solare, l'equazione del tempo, la declinazione del Sole e la sua posizione istantanea in funzione della località e dell'ora civile.

La seconda app, *DesCad*, che non è gratuita ma ha un costo di 1,8 Euro, mostra sullo schermo un quadrante solare piano a ore vere locali (con eventuali lemniscate per l'ora media) e la relativa ombra. L'orientamento del piano può essere specificato dall'utente, oppure derivato dai sensori del telefono.

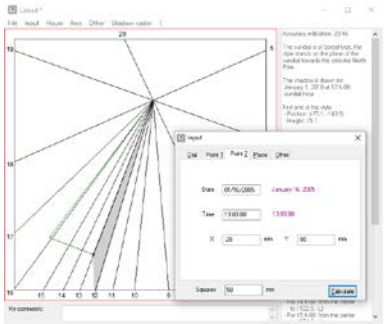
Il programma *TriSph* , oggetto del terzo capitolo, è definito dall'autore come il "coltellino svizzero" degli gnomonisti.

È disponibile nelle versioni per i sistemi operativi Windows, Mac e Linux.

Si tratta di uno strumento per la soluzione numerica dei triangoli sferici: viene perciò utile in molti problemi di gnomonica. Il suo utilizzo non è immediato ma un ampio e dettagliato manuale d'uso è scaricabile dalla pagina del programma.

Un altro capitolo è dedicato a *CalCad*.: un programma per PC che permette il calcolo di orologi solari su superficie piana, senza conoscere declinazione e inclinazione della parete: tutti i parametri dell'orologio sono ottenuti dal rilievo della posizione dell'ombra in due soli istanti (per i quali è richiesta la conoscenza della data e dell'ora). Il programma si basa su un metodo, risalente al Seicento, ben documentato da Massé.

Questo strumento potrà essere utile agli gnomonisti inesperti, oppure pigri, che non intendono affrontare le operazioni e i calcoli per il rilievo dell'orientamento della parete. Anche per questo programma è fornito un manuale d'uso dettagliato.



L'ultimo capitolo rimanda a un Forum in lingua francese dedicato allo scambio di informazioni sugli orologi solari. Si tratta di un forum che, pur non particolarmente attivo, può essere interessante perché copre tutti gli argomenti della gnomonica; ovviamente molti dei contributi sono dello stesso Massé, perché il forum sembra spesso utilizzato per rivolgergli delle domande. I contributi sono visibili anche dai non iscritti al forum.

In conclusione si tratta di un sito interessante sia per chi è alle prime armi sia per chi desidera affrontare temi gnomonici inconsueti.

Quiz

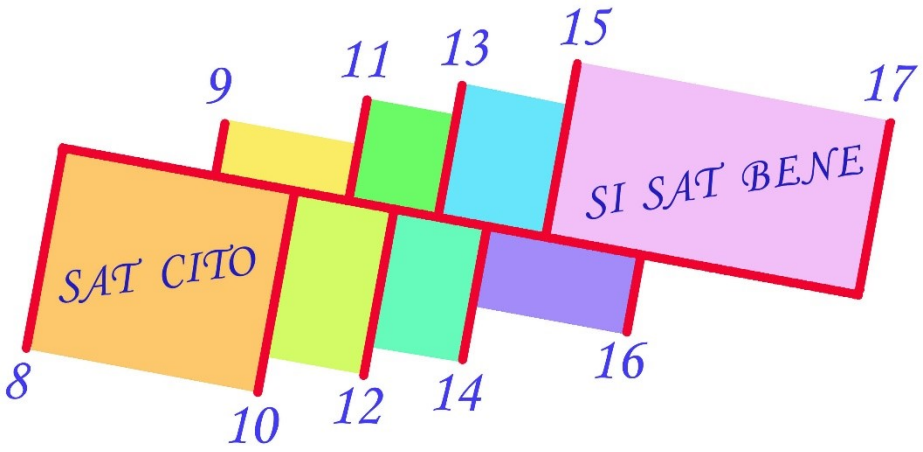
Inviare le soluzioni all'indirizzo di posta elettronica redazione@orologisolari.eu
Le risposte saranno pubblicate nel prossimo numero della rivista insieme con l'elenco dei solutori.

Un orologio dall'aspetto inconsueto

Uno gnomonista un po' folle (ma non sprovveduto di nozioni gnomoniche) ha disegnato l'orologio solare che vedete nella figura, per una parete verticale con declinazione di 20° Ovest, in una località a 40° di latitudine Nord. Per la fretta ha dimenticato però di dare indicazioni sul dove e come sistemare lo gnomone (a leggere il motto: predica bene… ma razzola male).

Dove e come sistemereste voi lo gnomone per poter leggere su questo orologio l'Ora Vera Locale?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]



Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 23 di Orologi Solari

Un contributo nascosto?

Pierino sta studiando la Gnomonica, ed è arrivato all'Equazione del Tempo. Dai sacri testi apprende che questa è sostanzialmente la somma di due contributi: quello dovuto all'inclinazione dell'Equatore sull'orbita terrestre e quello dovuto alla variazione della velocità angolare della Terra, che è minima all'Afelio e massima al Perielio.

Gli sembra tutto chiaro; ma poi impara anche che la distanza tra la Terra e il Sole varia da un minimo di circa 147 milioni di chilometri (al Perielio) a un massimo di circa 152 milioni di chilometri (all'Afelio). Tenuto conto che la luce per percorrere quei 5 milioni di chilometri di differenza impiega quasi 17 secondi, Pierino ritiene che anche questa differenza di tempo influenzi direttamente l'Equazione del Tempo (Nota).

Pensa che probabilmente questo effetto sia già incluso nel termine (con valore massimo di circa 8 minuti) che viene sbrigativamente associato alla sola variazione di velocità angolare; ma gli sembra che, per la precisione scientifica, questo contributo dovrebbe essere citato esplicitamente e non tenuto quasi nascosto.

Se Pierino vi esponesse la sua idea, appoggereste o no la sua proposta di menzionare sempre questo termine tra i contributi all'Equazione del Tempo? Come motivereste la vostra posizione?

(Nota) Pierino vi spiegherebbe anche che sfruttando una faccenda del genere, associata ai satelliti di Giove, Roemer nel 1676 ha per primo stimato la velocità della luce.

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]

Soluzione

Suggerirei a Pierino di lasciar perdere: il suo ragionamento andrebbe bene se fosse il Sole che gira intorno alla Terra, scandendo le ore del giorno, ma da lungo tempo si è capito che è la Terra, ruotando su se stessa, a scandire le ore. Per questo motivo, ciò che conta è solo la direzione del Sole, e la sua distanza non ha nessuna influenza.

A voler essere molto precisi però, si deve tenere presente che la Terra gira intorno al Sole, e quindi la sua distanza dal Sole entra in gioco. La rivoluzione della Terra attorno al Sole avviene però al ritmo 360° in un anno (meno di 1° al giorno) e non al ritmo di 360° gradi al giorno, come il moto diurno apparente del Sole nel cielo. I 17 secondi di Pierino vanno perciò sostanzialmente divisi per 365, e diventano circa di 46 millisecondi: una quantità di tempo che anche il più pignolo gnomonista in genere ritiene trascurabile.

Dunque Pierino con un ragionamento errato (il Sole che gira attorno alla Terra una volta al giorno) è arrivato a stimare un contributo di molto superiore al valore reale, che invece è così piccolo da risultare trascurabile nella gnomonica.

Per descrivere le cose in modo quantitativamente più preciso, abbiamo chiesto l'aiuto di Giuseppe de Donà: la sua spiegazione dettagliata è quella riportata più sotto.

Solutori

Hanno giustamente consigliato a Pierino di abbandonare la sua proposta solo due lettori:

Daniele Tosalli e *Mauro Giongo*.

Il primo dei due ha anche motivato in dettaglio la sua posizione, precisando anche che l'effetto sull'Equazione del Tempo non supera i ± 23 ms.

Aberrazione della luce ed Equazione del Tempo

L'aberrazione astronomica è quel fenomeno per cui, a causa della velocità finita della luce e del moto della Terra attorno al Sole, un astro appare nella volta celeste in posizione diversa rispetto a quella reale. La luce ha una velocità di 299 762,46 km/s, quindi per percorrere la distanza Terra-Sole di 149 597 870 km (1 UA) impiega un tempo di $8^m\ 19.00^s$ ($499{,}00^s$), detto Tempo Luce (TL). Nel frattempo il nostro pianeta compie un tratto pari a un angolo k = 20,49552", definito *costante di aberrazione annua*. Se la posizione del Sole fosse calcolata senza tenerne conto avremmo un errore di lettura dell'ora in un orologio solare pari a 20,49552"/15" = 1.366^s (nella rotazione della Terra, un secondo di tempo corrisponde a 15 secondi di grado). In realtà di k si tiene conto in quanto il dato, assieme alla nutazione in longitudine $\Delta\psi$, è sommato (con segno negativo, − 20,49552") alla longitudine geometrica del Sole $\odot$, per la determinazione della longitudine apparente λ alla base del calcolo delle coordinate equatoriali Ascensione Retta α e Declinazione δ che ne definiscono la posizione istantanea in cielo. A causa dell'orbita ellittica, l'aberrazione varia continuamente, per cui se: $a = 1$ *(UA)*, R è la distanza Terra-Sole in UA del momento, ed e = 0,0167 l'eccentricità dell'orbita, l'aberrazione istantanea k_i è data da:

$$k_i = k \cdot a \cdot \frac{1-e^2}{R} = \frac{20.4898"}{R} \qquad \text{[Rif. 1]}$$

quindi nel calcolo dell'Ascensione Retta ($\tan\alpha = \cos\varepsilon \cdot \tan\lambda$) la longitudine considerata è $\lambda = \odot + k_i + \Delta\psi$.

L'equazione del tempo è la differenza tra tempo apparente e tempo medio, cioè tra l'angolo orario del Sole vero (HS_V) e quello del Sole medio (HS_M):

$$Edt = HS_V - HS_M = (TSL - \alpha) - (TSL - L) = L - \alpha \qquad (1) \qquad \text{[Rif. 2]}$$

Dove *TSL* è il tempo siderale locale, *L* è la longitudine media del Sole riferita all'equinozio medio corretta dell'aberrazione (AR del Sole medio) e α l'ascensione retta del Sole vero, quindi:

$$Edt = \text{AR del Sole medio} - \text{AR del Sole vero}$$

Su [Rif. 1] l'equazione del tempo è determinata così:

$$Edt = (L_0 - 0.0057183°) - (\alpha - \Delta\psi \cdot \cos\varepsilon) \quad (2)$$

Nella prima parentesi L_0 è la longitudine media del Sole riferita all'equinozio medio e la costante 0,0057183° è l'aberrazione media in longitudine k (20,49552") più la riduzione al sistema FK5 (0,09033"). La seconda parentesi è l'AR del Sole vero corretta per l'aberrazione e riferita all'equinozio medio. (Nota)

Pertanto, sia la (1) sia la (2) tengono conto della variazione della distanza nei vari punti dell'orbita.

Volendo quantificare indicativamente la mutazione causata dalla variazione di R, supposto $\varepsilon = 0$ e trascurando le perturbazioni, moltiplicando rispettivamente TL e k per $(1 \pm e)$, si ottengono i seguenti valori al perielio e all'afelio:

$TL_p = 490{,}66^s$ $\quad$ $TL_a = 507{,}33^s$ $\quad$ $Ai_p = 20{,}8378"$ $\quad$ $Ai_a = 20{,}1532"$,

Questo comporterebbe scarti in una fascia di 16.66^s ($\pm$ $8{,}33^s$) rispetto al TL medio e di 0,6846" ($\pm$ 0,3423") rispetto a k, quindi con un errore massimo nella lettura dell'ora di $\pm$ 0,3423"/15" = $\pm$ $0{,}02282^s$.

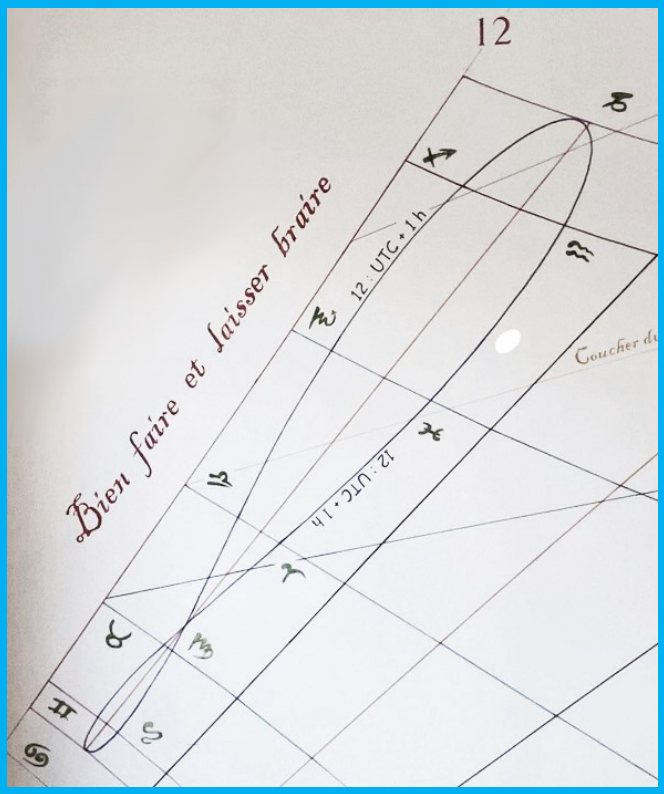
Bibliografia:

[Rif. 1] Meeus, J. "*Astronomical Algorithms"*, William Bell, Richmond, 1991.

[Rif. 2] AA.VV., "*Astronomical Almanac for the year 2013"*, U.S. Government Printing Office, Washington - The U.K. Hydrographic Office, Taunton, 2011.

(Nota - Contributo di Renzo Crosato)

- La longitudine media L_0 è riferita all'equinozio medio ed è relativa al Sole medio che si sposta sull'equatore, quindi a distanza fissa. Essendo corretta con l'aberrazione media k, assume un raggio costante pari a $a \cdot (1 - e^2)$.
- L'AR α, calcolata con la longitudine apparente λ che è relativa al Sole vero che si muove sull'eclittica a distanza variabile ed è corretta con l'aberrazione k_i, tiene conto della distanza effettiva. La nutazione in longitudine (inserita in λ quindi correlata all'equinozio vero) viene sottratta affinché anche α sia riferita all'equinozio medio come L_0.


12
Bien faire et laisser braire
12 : UTC + 1 h
12 : UTC + 1 h
Coucher du