OROLOGI SOLARI

Albéri Auber Paolo, Ridolfo Renis Un “quasi” Orologio Solare antico da Altino romana – ***Casalegno Gianpiero*** Orologi a riflessione: un aggiornamento – ***Ferro Milone Francesco*** Un orologio solare a riflessione – ***Giongo Mauro*** Meridiana a riflessione a camera oscura alla Baita delle Meridiane – ***Giongo Mauro*** Le buse de San Giacom (Contributo breve) – ***Gunella Alessandro*** Il quadrante verticale descritto da Andrea Schoener – ***Gunella Alessandro*** Traduzioni dalla Margarita Philosophica **–** ***Redazione*** L’ing. Garnier ci fa sperimentare la retrogradazione dell’ombra – ***Sangiuseppe Pietro*** Orologio modello Trittico – ***Sawyer Fred*** Orologi d'altezza declinanti – ***Stocco Elsa*** Sistemi orari a confronto

n.22 - agosto 2020

rivista di gnomonica… e dintorni

CGI – Coordinamento Gnomonico Italiano
www.gnomonicaitaliana.it (temporaneamente disattivata)

www.orologisolari.eu

https://groups.google.com/forum/#!forum/gnomonicaitaliana

Comitato di redazione
redazione@orologisolari.eu

Casalegno Gianpiero
Caviglia Francesco
Ghia Luigi Massimo
Nicelli Alberto
Stocco Elsa

Curatori rubriche

Lettere alla redazione: Ghia Luigi Massimo

Pubblicazioni: redazione

Notizie gnomoniche: Ghia Luigi Massimo

Gnomonica nel WEB: Casalegno Gianpiero

Motti: Caviglia Francesco

Quiz: Nicelli Alberto

Effemeridi: Albéri Auber Paolo

6 **Un "quasi" Orologio Solare antico da Altino romana**
Albéri Auber Paolo, Ridolfo Renis

13 **Orologi a riflessione: un aggiornamento**
Casalegno Gianpiero

23 **Un orologio solare a riflessione**
Ferro Milone Francesco

26 **Meridiana a riflessione a camera oscura alla Baita delle Meridiane**
Giongo Mauro

31 **Il quadrante verticale descritto da Andrea Schoener**
Gunella Alessandro

40 **Traduzioni dalla Margarita Philosophica**
Gunella Alessandro

42 **L'ing. Garnier ci fa sperimentare la retrogradazione dell'ombra**
Redazione

49 **Orologio modello Trittico**
Sangiuseppe Pietro

52 **Orologi d'altezza declinanti**
Sawyer Fred

64 **Sistemi orari a confronto**
Stocco Elsa

RUBRICHE:

73 **Contributi brevi**
Le buse de San Giacom Giongo Mauro

74 **Itinerari gnomonici**

81 **Rassegna riviste di gnomonica**

89 **Gnomonica nel web**

90 **Pubblicazioni**

92 **Quiz**

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.

In copertina: L'orologio a riflessione a camera oscura alla Baita delle Meridiane, realizzazione di Mauro Giongo

In quarta di copertina: Figura tratta dalla Margarita Philosofica

Editoriale

Cari lettori, come i più attenti di voi noteranno subito, da questo numero abbiamo deciso di introdurre una nuova rubrica: "Contributi brevi". Può infatti capitare di avere per la testa un argomento legato alla gnomonica e che si desidera condividere con gli amici, ma che non ha consistenza tale da scriverci sopra un articolo; può ad esempio trattarsi di una curiosità storica, oppure di una realizzazione gnomonica. L'argomento può però prestarsi a una nota di 1-2 pagine, con qualche foto: dunque un "Contributo breve". Con questa iniziativa intendiamo sia allargare il gruppo di persone che partecipano alla costruzione della rivista, sia aumentare la varietà dei temi trattati: mandateci perciò i vostri contributi.

Paolo Albéri Auber e Renis Ridolfo analizzano un orologio solare di epoca romana e mostrano che le "patacche" gnomoniche sono un fenomeno antico.

Gian Casalegno presenta uno sviluppo del suo software "Orologi Solari", che ne incrementa le prestazioni.

Francesco Ferro Milone ci descrive la realizzazione di un grande orologio solare a riflessione su una cascina ristrutturata.

Mauro Giongo descrive una meridiana a riflessione che mostra con precisione il momento dell'equinozio. Un suo altro contributo inaugura la nuova rubrica.

Alessandro Gunella presenta la traduzione in lingua italiana di due brani del libro enciclopedico "Margarita Philosophica" (1508): il primo sul "Quadrans Vetus", il secondo sull'Astronomia. In un secondo articolo analizza un brano di Schoener su un quadrante d'altezza a ore uguali.

Per ricordare l'ing. Enrico Garnier e la rivista Sapere, riproduciamo un articolo che Garnier ha pubblicato nel 1938 su tale rivista e dedicato al noto fenomeno biblico della retrogradazione dell'ombra.

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

1. *Quadrante verticale di Andrea Schoener*
   In questa cartella si trova un file di Geogebra, creato da E. Stocco, che traccia il quadrante in questione.
2. *Traduzioni dalla Margarita Philosofica*
   In questa cartella si trovano due file .pdf con le traduzioni in Italiano, a cura di A. Gunella, dei brani del libro citato.
3. *Retrogradazione ombra*
   In questa cartella si trovano un file di Geogebra e due file video, associati all'articolo sull'ing. Garnier
4. *Orologi di altezza declinanti*
   La cartella contiene la presentazione di F. Sawyer associata al suo articolo, tradotta in lingua italiana.
5. *Orologio modello Trittico*
   In questa cartella si trova il file di Excel per il calcolo dell'orologio descritto nell'articolo di P. Sangiuseppe.
6. *Sistemi orari a confronto*
   In questa cartella si trovano quattro file di Geogebra e un file di Excel associati all'articolo di E. Stocco.
7. *Itinerari gnomonici*
   In questa cartella si trovano i seguenti file:
   a) Elenco e coordinate degli orologi citati nell'articolo di G. Bosca.
   b) Localizzazione degli orologi in un file .kmz per Google Earth.
8. *Gnomonica Universalis*
   La cartella contiene la seconda parte della traduzione in Italiano, a cura di A. Gunella, della "Gnomonica Universalis" di J.P. Stengel.

Pietro Sangiuseppe ci presenta un piccolo orologio in cartoncino dal bel "design" e di facile realizzazione e lettura.

Troviamo poi la traduzione italiana di un articolo di Fred Sawyer, apparso sul numero di marzo del 2020 del Compendium della NASS e dedicato alle meridiane da lui denominate "Solar decliners": un termine che abbiamo reso con "Orologi di altezza declinanti" ("Orologi declinati rispetto al Sole" sarebbe stata una traduzione più fedele, ma meno significativa). Questo interessante articolo mostra come nella gnomonica, pur se è difficile proporre cose veramente nuove, sia possibile impostare una trattazione sistematica di categorie di orologi mai riconosciute come tali.

Infine, un bell'articolo didattico divulgativo di Elsa Stocco fa "toccare con mano" le relazioni tra i diversi sistemi orari (Astronomico, Italico, Babilonico e Temporale) con l'aiuto del software di geometria dinamica Geogebra.

Seguono le usuali rubriche, nelle quali troverete anche la recensione di un importante libro di autori italiani.

Nei Bonus troverete la seconda parte della traduzione del libro "Gnomonica Universalis" di Johan Peterson Stengel e numerosi file di contorno ai vari articoli.

Buona lettura a tutti

La Redazione

ABSTRACT

An "almost" ancient sundial from roman Altino
Paolo Albéri Auber, Renis Ridolfo
The authors describe the only conical sundial found in the territories of northern Italy, analyze its structure and demonstrate how it was made without following any correct gnomonic principle.

Reflection sundial: an update
Gian Casalegno
The author comes back to reflection sundials to improve the tools introduced in his software. The simulations carried out on two different sundials show that the results can be useful for a project if measurements are taken with the utmost care.

A reflection sundial
Francesco Ferro Milone
Proposal and construction of a reflection sundial on the north facade of a farm in Bollettina, Caselle (TO), together with the restorer / painter Valentina Mauro: detailed description of the work.

The 'camera obscura' reflection sundial at the Baita delle Meridiane
Mauro Giongo
A hut in Trentino houses, together with many other sundials of all kinds, a reflection sundial called Punto Gamma. In this article the author describes the construction details, tells about the realization and explains what checks he subsequently carried out.

The vertical dial described by Andrea Schoener
Alessandro Gunella
The author analyzes the concise passage from the book "Gnomonice" by Andrea Schoener relating to the construction of an altitude dial at equal hours: dismantles and reconstructs the various parts of the text to interpret the phases of geometric construction and give a plausible justification for all the operations that are superimposed in the original figure. The complete translation of text is shown in the Appendix.

From Margarita Philosophica
Quadrans Vetus and Astronomy
Alessandro Gunella
The author presents us with the translation, included in Bonuses, of two texts extracted from the "Margarita Philosophica" encyclopedic book in a 1508 edition: the first is the one that describes the construction of the "Quadrans Vetus", the second is the chapter dedicated to the Astronomy.

RÉSUMÉ

Un «presque» ancienne cadran solaire de roman Altino
Paolo Albéri Auber, Renis Ridolfo
Les auteurs décrivent la seule horloge conique trouvée dans les territoires de la haute Italie, analysent sa structure et démontrent comment elle a été fabriquée sans suivre aucun principe gnomonique correct.

Cadran par réflexion: une mise à jour
Gian Casalegno
L'auteur revient sur les cadrans à réflexion pour améliorer les outils introduits dans son logiciel. Les simulations réalisées sur deux cadrans différents montrent que les résultats peuvent être utiles pour un projet si les mesures sont effectuées avec le plus grand soin.

Un cadran solaire à réflexion
Francesco Ferro Milone
Proposition et construction d'un cadran solaire à réflexion sur la façade nord d'une ferme à Bollettina, Caselle (TO), en collaboration avec la restauratrice / peintre Valentina Mauro: description détaillée de l'oeuvre.

Cadran solaire à réflexion et à chambre noire à la Baita delle Meridiane
Mauro Giongo
Une cabane dans le Trentino abrite, ainsi que de nombreux autres cadrans solaires de toutes sortes, un cadran à réflexion appelé Punto Gamma. Dans cet article, l'auteur décrit les détails de la construction, raconte la réalisation et explique les vérifications qu'il a effectuées.

Le cadran vertical décrit par Andrea Schoener
Alessandro Gunella
L'auteur analyse le passage concis du livre "Gnomonice" d'Andrea Schoener relatif à la construction d'un cadran de hauteur à heures égales: démonte et reconstruit les différentes parties du texte pour interpréter les phases de construction géométrique et donner une justification plausible de toutes les opérations qui se superposent dans la figure originale. La traduction complète du texte est présenté en Annexe.

De Margarita Philosophica
Quadrans Vetus et Astronomie
Alessandro Gunella
L'auteur nous présente la traduction, offerte parmi les Bonus, de deux textes extraits du livre encyclopédique "Margarita Philosophica" dans une édition de 1508: le premier est celui qui décrit la construction du "Quadrans Vetus", le second est le chapitre dédié à l'Astronomie.

Eng. Garnier makes us experience the shadow retrogradation

Redazione

An article by Enrico Garnier is reproduced from the number 83 (June 1938) of the magazine "Sapere" which describes a simple device for observing the "shadow retrogradation" mentioned in the well-known biblical passage. The introduction mentions the figure of Enrico Garnier and the magazine "Sapere", and some of the studies made to explain the phenomenon of retrogradation beyond the divine miracle are recalled. Mathematical simulations of the phenomenon are presented in an Appendix.

'Triptych' sundial

Pietro Sangiuseppe

A mean time sundial is presented, composed by two vertical sundials one facing 45 ° East and one facing 45° West, and by a third panel with support function. To facilitate reading, the hours are arranged on six circles of different colors and marked with a symbol representing the reference period of the year.

Solar decliners

Fred Sawyer

The author tells how, from a classic 'flag' altitude sundial, he came to design an original declining (i.e. not facing the Sun) altitude sundial, and how from this, with successive reworking, he came to different similar designs, including a dial that faithfully follows a model from 1600.

Comparison between time systems

Elsa Stocco

The comparison between the modern time system with those of the past (Italic, Babylonian and Temporary) is made for educational purposes with the Geogebra dynamic geometry software. By working on the sphere, or on the plane with Vitruvius' Analemma, it's possible to vary the latitude and declination of the Sun, and dynamically observe their effect on different kinds of hours. The comparison is then also carried out with mathematical formulas, using Geogebra or an Excel spreadsheet.

Eng. Garnier nous fait vivre la rétrogradation de l'ombre

Redazione

Un article d'Enrico Garnier est reproduit du numéro 83 (juin 1938) du magazine "Sapere" qui décrit un simple dispositif pour observer "la rétrogradation de l'"ombre " mentionnée dans le passage biblique bien connu. Dans l'introduction, la figure d'Enrico Garnier et la revue «Sapere» sont évoquées, et des études réalisées pour expliquer le phénomène de rétrogradation au-delà du miracle divin sont rappelées. Des simulations mathématiques du phénomène sont présentées en Annexe.

Cadran 'triptyque'

Pietro Sangiuseppe

Un cadran solaire à temps moyen est présentée, composée de deux cadrans verticaux, l'un exposé à 45° Est et l'autre à 45° Ouest, et d'un troisième panneau avec fonction de support. Pour faciliter la lecture, les heures sont disposées sur six cercles de couleurs différentes et marquées d'un symbole représentant la période de référence de l'année.

Cadran de hauteur déclinantes

Fred Sawyer

L'auteur raconte comment, à partir d'un cadran classique de hauteur à "drapeau", il en est venu à concevoir un original cadran de hauteur déclinante (c'est-à-dire pas directement face au Soleil) et comment, avec des retouches ultérieures, il est arrivé à la conception d'une série de variantes, inclus un cadran qui suit fidèlement un modèle de 1600.

Comparaison entre systèmes horaires

Elsa Stocco

La comparaison entre le système horaires moderne et ceux du passé (heures Italiques, Babyloniennes et Temporaires) est faite à des fins èducatives avec le logiciel de géométrie dynamique Geogebra. En travaillant sur la sphère, ou sur le plan avec l'Analemma de Vitruve, on peut modifier la latitude et la déclinaison du Soleil et observer dynamiquement les effets sur les différents types d'heures. La comparaison est également effectuée avec des formules mathématiques, en utilisant Geogebra ou un tableur Excel.

Emergenza coronavirus ed eventi gnomonici

Continua l'emergenza coronavirus e continuano necessariamente i rinvii.

Nello scorso numero di Orologi Solari vi avevamo comunicato il rinvio al prossimo autunno di due eventi importanti per la nostra vita gnomonica: la **Festa delle Meridiane ad Aiello del Friuli** ed il **Seminario Nazionale di Gnomonica ad Ala di Stura**.

Purtroppo la situazione, benché in positiva evoluzione nel nostro Paese, è tutt'altro che risolta. Gli organizzatori di queste manifestazioni hanno quindi deciso per un ulteriore rinvio alla prossima Primavera 2021. Le nuove date verranno definite e comunicate con il dovuto anticipo.

Speriamo naturalmente che questo sia l'ultimo spostamento impostoci dalla situazione sanitaria e che finalmente si possa riprendere ad incontrarci come ogni anno nel passato. Nel frattempo continuiamo la nostra attività gnomonica al sicuro nelle nostre case e consoliamoci leggendo la rivista e proponendo, perché no, qualche articolo 🙂 .

La redazione rinnova il suo augurio a tutti voi: arrivederci ad Aiello e ad Ala di Stura !

Un "quasi" Orologio Solare antico da Altino romana

Gli autori descrivono l'unico orologio conico reperito nei territori dell'Alta Italia, ne analizzano la struttura e dimostrano come esso sia stato realizzato senza seguire alcun principio gnomonico corretto.

di Paolo Albéri Auber (info@ingauber-meridiane.it) e Renis Ridolfo (renisridolfo@inwind.it)

Premessa.

Per quanto riguarda le generalità sulle coniche antiche rimandiamo al precedente articolo [ALBERI AUBER 2019 e 2020]. Va precisato peraltro quanto segue: quando ci avviciniamo ad analizzare un OS antico accettiamo preliminarmente che vi si possano riscontrare delle, più o meno, modeste discrasie geometriche-gnomoniche, un'indulgenza che non applicheremmo in nessun caso di fronte a un OS tracciato, ad esempio, nel 19° secolo[1] sotto un orologio da campanile.

Qui invece si intende analizzare da un punto di vista geometrico-astronomico un oggetto che desta curiosità proprio per le sue pesanti carenze progettuali: ogni regola della gnomonica, antica o moderna che sia, viene qui brutalmente stravolta e dobbiamo trarne le debite conseguenze.

Fig. 1 – La foto del tracciato dell'OS antico di Altino romana (Gibbs, 3083G).

L'orologio conico di Altino romana.

Come detto nell'articolo precedente i numerosi orologi conici pervenuti a noi dall'antichità appartengono al Meridione d'Italia (Pompei, Ercolano), alla Grecia, alla Turchia, a territori africani. In Alta Italia e area dell'Alto Adriatico l'unico *orologio* (il corsivo è necessario) conico materialmente reperibile è quello di Altino romana conservato al Museo Archeologico Nazionale di Quarto d'Altino (VE)[2].

La segnatura Gibbs è 3083G[3] (vedere Fig. 1, Fig. 2).

L'oggetto venne, forse a suo tempo, pesantemente danneggiato e poi restaurato.

[1] Sfido chiunque a trovare un Orologio Solare del XIX (ma anche del XVIII) secolo che non sia correttamente tracciato. È veramente paradossale, invece, che al giorno d'oggi l'arroganza, la supponenza e la auto-referenzialità possano così spesso sostituirsi alle regole della gnomonica sulle pareti delle nostre case.

[2] Dopo qualche difficoltà l'oggetto è stato reperito e messo a nostra disposizione il 13/5/2019. Il sig. *Michele Bars* dello staff del Museo ci ha assistito con grande disponibilità e qui lo ringraziamo.

[3] Dovrebbe esistere un altro conico in Alta Italia, a Merlara (PD) (Gibbs: 3081), non visionato dalla Gibbs e forse non reperibile.

Fig. 2 – La verifica dei dati disponibili.

A dire il vero sarebbe doveroso avvisare subito il lettore che questo lavoro di lapicida, che *assomiglia* (dopo un esame sommario) ad un Orologio Solare, non corrisponde per nulla ai canoni, anche i meno restrittivi, di ciò che ci aspettiamo da un Orologio Solare antico o moderno che sia. Lo scopo, come detto, di questo studio è proprio quello di mettere in evidenza le gravi discrasie dell'oggetto e di delineare il *background* culturale entro cui operava il lapicida antico di Altino.

I dati più singolari rilevati da una analisi gnomonica.

Entrare in argomento su questa analisi richiede una osservazione preliminare. L'immenso e importantissimo studio della dr. Gibbs [GIBBS 1976] fatto negli anni '70 del secolo scorso che le costò sicuramente anni di viaggi, trattative con i Musei ecc. ecc. si basava, oltre che su di una base storico-matematica generalistica, anche su certi dati geometrici di base che preliminarmente vennero spiegati all'inizio dell'elenco di ogni categoria di Orologi Solari antichi (*spherical*, *roofed*, *conical* ecc).

Quando alla dr. Gibbs venne proposto di esaminare il cono di Altino, ella si trovò di fronte a un oggetto che non corrispondeva minimamente ai canoni inizialmente specificati per questa categoria e, giustamente, misurò quello che si poteva misurare e ne relazionò nel suo libro ma non poté rilevare quei dati che generalmente erano disponibili. I motivi della perplessità che suscita l'oggetto sono essenzialmente due (vedere Fig. 3):

1- i cerchi stagionali sono solamente 2, che si possono interpretare uno come invernale (**W** sulla LM) e l'altro come equinoziale (**E** sulla LM); il bordo di base del cono tocca la LM in un punto che è troppo vicino al punto **E** per poter essere interpretato come solstizio estivo. In sostanza l'orologio di Altino intenderebbe misurare il tempo solo in inverno e in prossimità degli equinozi. Le misure rilevate dalla Gibbs e confermate da noi : **WE** = 55 mm , **EB** = 34 mm.
2- i due cerchi stagionali così individuati, invece di essere disposti perpendicolarmente all'asse del cono si trovano su piani verticali (!) , una vera assurdità.

E ciò senza contare l'inclinazione sull'orizzonte dell'asse del cono, pari a 23.5°, una latitudine *intended* assolutamente incompatibile con la latitudine geografica di Altino romana (pari a 45.58°): 23.5° è un valore talmente prossimo all'inclinazione di eclittica (all'epoca, circa 2000 anni fa, era 23.7°) da far sorgere dei sospetti: se ne parlerà in seguito.

Gli angoli in sezione sono: $\delta = 58.5°$, $\gamma = 55°$ (da cui la semi-ampiezza del cono = 35°) e $\alpha = 66.5°$ misurati dalla Gibbs e verificati da noi (vedere Fig. 3). La verticale passante per **E** incontra il piano orizzontale in un punto **Ga** che, nell'intento del lapicida, dovrebbe essere il punto proiettante ossia l'estremità dello gnomone metallico.

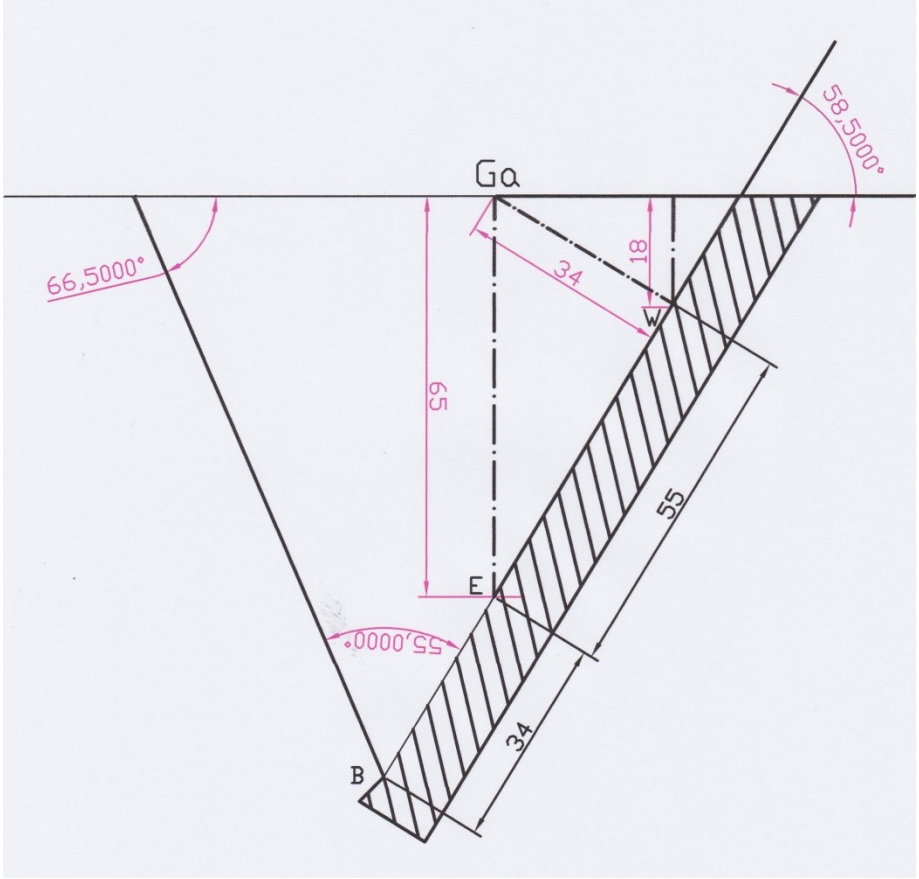


Fig. 3 – In sezione lo strumento di Altino romana: i dati rilevati corrispondono a quelli del catalogo Gibbs. In più abbiamo misurato la distanza dal piano orizzontale del punto **E** e del punto **W**. **Ga** dovrebbe essere l'estremità dello gnomone metallico.

In Fig. 4 si vede la nostra dima circolare approssimativamente appoggiata sulla linea che il lapicida intende come *equinoziale*. La curva non può essere un cerchio in realtà: si tratta invece di una ellisse dato che il *piano* di declinazione, da lui supposto, è molto discosto dalla perpendicolare all'asse del cono; analogamente per la traccia da lui proposta come *invernale* (vedasi Fig. 5).

Un assetto del genere, caratterizzato da cerchi diurni disposti su piani verticali, sarebbe plausibile solo se l'orologio funzionasse... all'equatore.

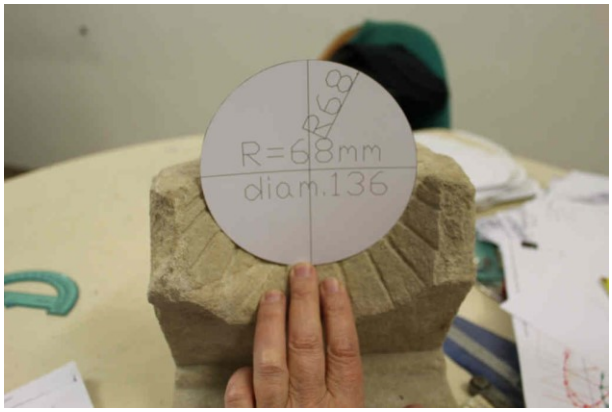


Fig. 4 – La curva proposta dal lapicida come *equinoziale* si trova su un piano verticale; il che è decisamente sorprendente... la cosa funzionerebbe solo.... all'equatore. La dima è circolare ma la curva non può esserlo: non può essere che una ellisse.

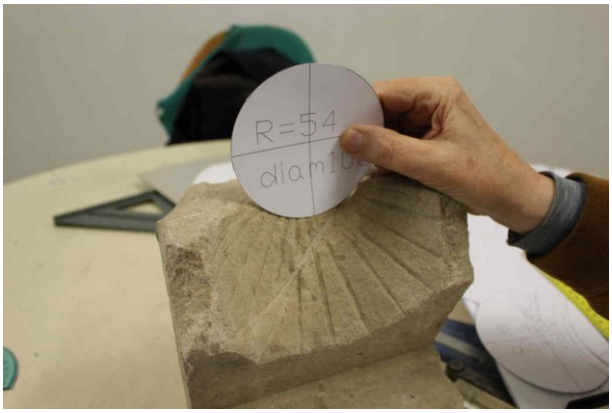


Fig. 5 – Anche la curva proposta come *invernale* si trova su un piano verticale e non può essere un cerchio.

La latitudine di 23.5°.

Per dare un senso a questo oggetto, partendo dall'inclinazione dell'asse del cono, sarebbe necessario trasportarlo alla latitudine 23.5° ossia sul Tropico del Cancro (Siene-Assuan di Eratostene di Cyrene ?): ma in questo caso il punto proiettante certamente non può essere **Ga** di Fig. 6. Per proseguire questa analisi geometrica-gnomonica occorre ipotizzare che il punto proiettante sia congruo con il cono di Altino (intersezione dell'asse del cono con l'orizzonte) e allora il punto proiettante sarà **Go** (vedere Fig. 7).

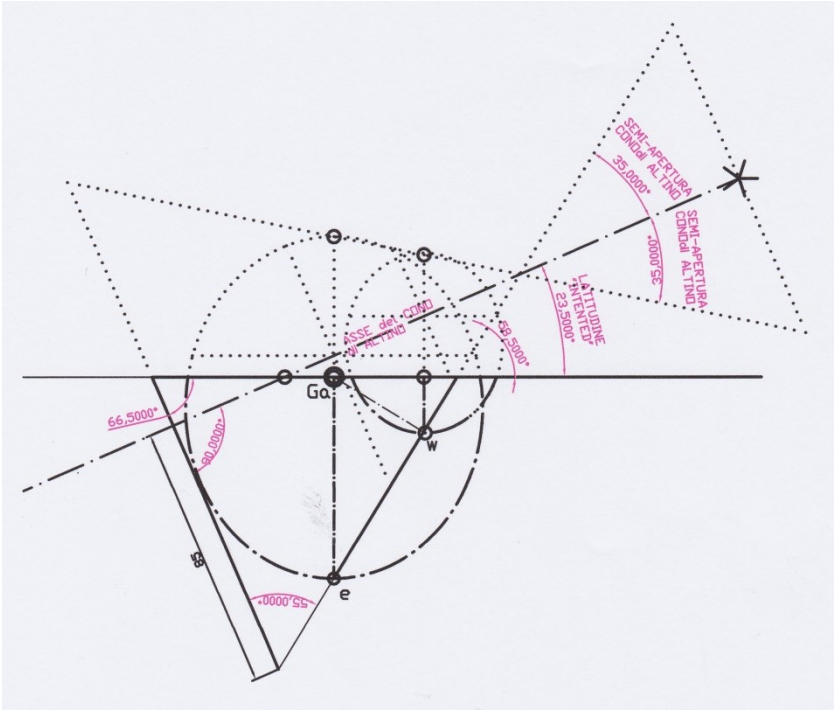


Fig. 6 – La latitudine *intended* (23.5°) è molto diversa dalla latitudine del sito: sarebbe la latitudine del Tropico del Cancro. In ogni caso le ellissi tracciate dallo gnomonista (vedere linee tratto-punto) nulla hanno a che fare con la gnomonica.

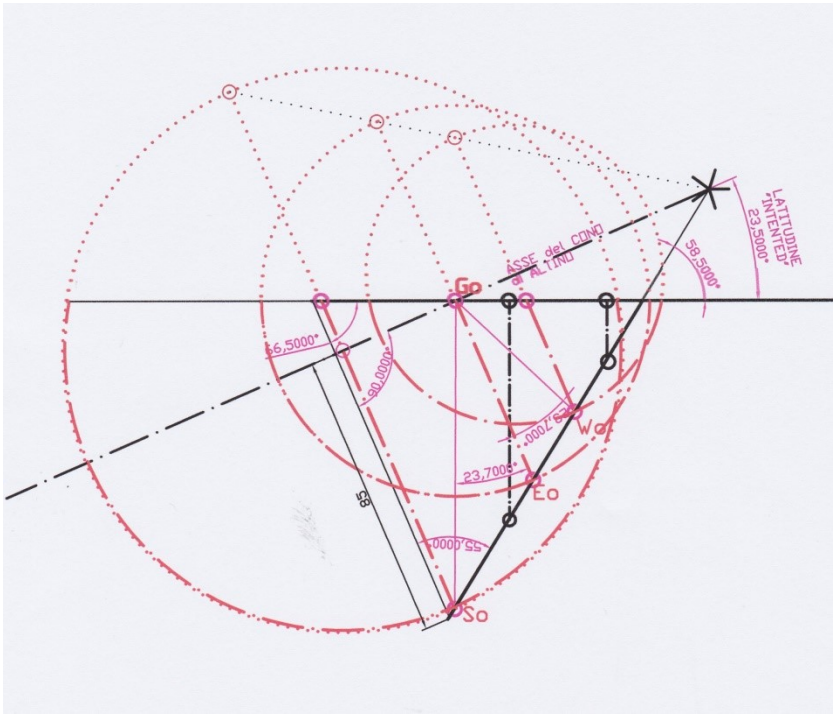


Fig. 7 – Il cono di Altino è inclinato di 23.5° sull'orizzonte e quindi su di esso avrebbe senso tracciare delle linee diurne ma solo se lo strumento fosse esposto al Sole alla latitudine di Assuan (Tropico del Cancro) . Solo allora le linee diurne saranno corretta mente dei cerchi, non certamente le ellissi verticali esistenti

Individuare **Go** non è immediato: sarà necessario trovare il centro del cerchio sezionato dal cono sul bordo *estivo*, cosa che a noi è stato possibile (vedere Fig. 8) : il raggio del cerchio *estivo* è risultato pari a 85 mm.

Si è operato nel presupposto che il metodo usato dal lapicida sia quello suggerito in [RAYET 1875] (vedere Fig. 7 in [ALBERI AUBER 2019]). Allora lo strumento si comporterebbe come un vero Orologio Solare conico, ma, come detto, alla latitudine di... Assuan (!) sul Tropico del Cancro; l'inclinazione dell'asse del cono (23.5°) farebbe persino sorgere il sospetto che il lapicida sia venuto a conoscenza della particolarità di quest'angolo in ambito gnomonico ma che ne abbia interpretato malamente il significato: la latitudine anziché il complemento della semiampiezza dei coni di declinazione estremi (angolo d'eclittica).

In Fig. 7 le linee stagionali teoriche sono correttamente tracciate come dei cerchi.

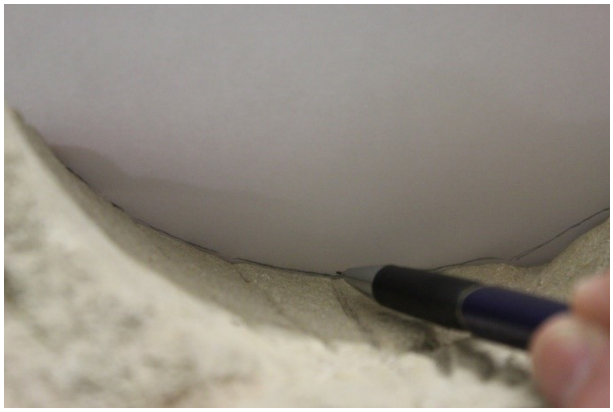


Fig. 8 - Grazie alla disponibilità di una serie di cartoncini ritagliati è stato misurato il diametro del cerchio *estivo*

Alla latitudine di Altino romana (45.58°)

Alla latitudine di Altino romana (45.58°) la situazione sarà molto diversa: essa è rappresentata in Fig. 9; il punto proiettante (vertice dei coni di declinazione stagionali) sarà allora **G'** avendo fatto una scelta che a noi è sembrata logica: ammettere che il punto *equinoziale* **e'** sulla LM del tracciato di Altino sia lo stesso.

Le linee stagionali andrebbero allora rappresentate come delle ellissi sul cono di Altino (vedere Fig. 9).

Il comportamento del punto ombra diverge grossolanamente dal tracciato dei cerchi verticali.

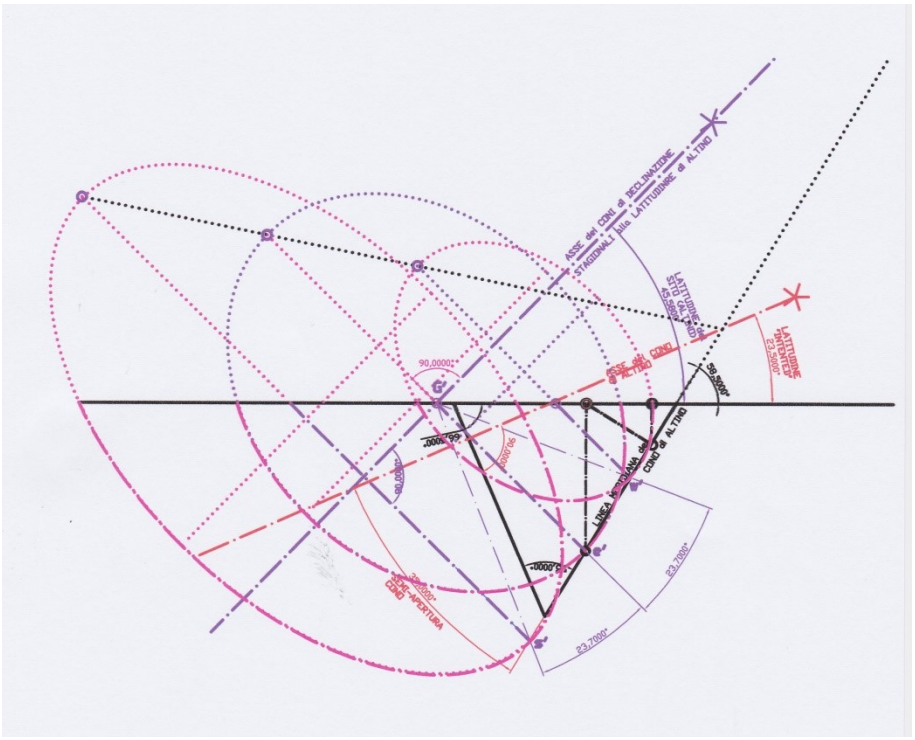


Fig. 9 - Attribuendo al punto equinoziale **e** il ruolo assegnato dal progettista, il punto proiettante sarà allora **G'**, alla latitudine di Altino romana (45.58°). Le linee stagionali dovrebbero allora essere delle ellissi, molto divergenti rispetto al tracciato.

All'equatore.

In ambedue i casi esaminati, ovvero sia immaginandolo alla latitudine del tropico sia alla latitudine di Altino romana, questo *orologio* d'epoca romana dimostra di essere stato tracciato nella totale ignoranza di ogni regola gnomonica.

Peraltro i *cerchi* (il corsivo è d'obbligo, come visto) stagionali (equinozi e solstizio invernale) sono qui tracciati su piani verticali e quindi, volendo forzare il nostro giudizio, si potrebbe solo ribadire, come già detto, che all'equatore l'ombra dell'estremità dello gnomone avrebbe seguito la traccia indicata sullo strumento ma solo agli equinozi e nemmeno l'ellisse del solstizio invernale avrebbe funzionato in quanto troppo distante dall'ellisse equinoziale (vedere Fig. 6).

Il "monumento" gnomonico di Pergamo

Nel catalogo Gibbs [GIBBS 1976], a parte l'esempio qui riportato (3083G) e l'altro esempio qui sotto citato (3053G), non vi sono altri casi di questo genere, vale a dire orologi con le linee stagionali erroneamente disposte su piani verticali.

Al contrario nella mostra organizzata (2016-17) dall' *Institute for the Study of the Ancient World* (NY University) venne esposto un Orologio Solare (Gibbs 3053G, vedere Fig. 10) (Fig. III-22 MA 2880 Checklist No. 5 in [A_JONES_ED_2017]) che si presenta, ancorché in un assetto che potremmo definire *monumentale*, con le medesime manchevolezze qui segnalate: le linee stagionali, anche qui solamente 2 anziché 3 (!), disposte su piani verticali.

L'autore dell'Orologio di Altino potrebbe essere stato influenzato proprio da questo singolare *monumento*, in cui alla totale assenza di cultura gnomonica si abbina invece un grande desiderio di apparire da parte del committente: la distanza di Pergamo (Asia Minore) da Altino (Alto Adriatico) non deve costituire un motivo di dubbiosità in quanto l'Alto Adriatico (Aquileia, Altino) era una zona notoriamente in stretto collegamento con il Medio Oriente grazie al traffico commerciale[4].

Fig. 10 – L'Orologio conico esposto (Checklist n. 5) alla Mostra *TIME and COSMOS* (ISAW – NY University 2016-17) presenta le stesse singolari discrasie qui segnalate per l'OS di Altino romana:
1 - l'assenza di una delle tre linee stagionali
2 - l'assetto verticale delle 2 linee stagionali

[4] Vedasi, ad esempio, l'orologio a forma di moneta RO-A (*Rodi Antiochia*), purtroppo per 140 anni interpretata come *Roma-Ravenna*. Vedasi [ALBERI 2005].

Conclusioni.

L'unica ipotesi che si può fare per spiegare la congerie di pesanti discrasie reperibili in questo *orologio* è che l'autore non fosse in grado di competere con i bravi lapicidi che creavano gli orologi a semisfera e foro sommitale, presenti in zona Alto Adriatico, e che venisse invece influenzato dal *monumento* gnomonico di Pergamo qui citato[5].

E' possibile peraltro che egli fosse al corrente che i suoi concorrenti non fossero in grado di realizzare un orologio conico, cosa del tutto plausibile se ci soffermiamo sulla totale assenza di questa tipologia in zona... e quindi ne realizzò uno (un orologio conico) copiandone acriticamente un altro cosiffatto, ritenendo che i suoi concorrenti non sarebbero stati in grado di rendersi conto delle pesanti discrasie da lui commesse.

Nella gnomonica moderna siamo costretti a vedere (troppo spesso) dei tracciati sulle pareti dei nostri edifici, a volte edifici pubblici e prestigiosi, che di *gnomonico* hanno solo l'apparenza: nessuno protesta... nessuna autorità prende provvedimenti... e questi infami oggetti offendono la competenza e lo spirito di servizio degli gnomonisti veri: l'autore del cono di Altino potrebbe essere considerato il precursore-antenato di questi arroganti e supponenti personaggi che sgorbiano le pareti dei nostri edifici.

BIBLIOGRAFIA.

[ALBERI AUBER 2019] Paolo Albéri Auber, " *Gli Orologio Solari conici dell'antichità. Generalità – parte 1°* ", Orologi Solari n. 20, Dic. 2019, www.orologisolari.eu

[ALBERI AUBER 2020] Paolo Albéri Auber, " *Gli Orologio Solari conici dell'antichità. Generalità – parte 2°* ", Orologi Solari n. 21, Apr. 2020, www.orologisolari.eu

[ALBERI 2005] Paolo Alberi Auber, " *Un orologio solare portatile da Aquileia Romana : il "tondello" RO-A* ", Gnomonica Italiana n. 9, Nov. 2005

[GIBBS 1976] Sharon Gibbs, " *Greek and Roman Sundials* " , Yale University Press, 1976

[RAYET 1875] M. G. Rayet, " *Les Cadrans Solaires Coniques* ", Annales de Chimie et de Physique, Sept. 1875

[A_JONES_ED_2017] Alexander Jones et al., " *Time and Cosmos in Greco-Roman Antiquity* ", Institute for the Study of the Ancient World at New York University, Catalogue of the Exhibition Oct. 2016 – Apr. 2017, pag. 88

[5] La presenza di discrasie così simili porta anche a poter escludere, senza dubbiosità, che tutto l'Orologio potesse poi essere progettato in modo da doverlo sistemare in posizione *sbilenca* in modo da far cadere le linee stagionali sul piano dell' Equatore, come suggerito, a titolo di completezza, dal collega Francesco Caviglia della Redazione.

Orologi a riflessione: un aggiornamento

L'autore ritorna sugli orologi a riflessione nel tentativo di migliorare gli strumenti software introdotti nel suo programma alcuni anni fa. Le simulazioni effettuate su due differenti quadranti mostrano che i risultati possono essere utili a un progetto se le misurazioni vengono effettuate con la massima cura.

di Gian Casalegno (gian.casalegno@gmail.com)

Quando introdussi nel programma Orologi Solari (OS) la progettazione di orologi a riflessione (circa 5 anni fa) mi limitai a riportare in ambiente Windows le funzionalità introdotte anni prima da Gianni Ferrari con il suo programma Merid99R per ambiente DOS [rif. 1]. Introdussi in realtà qualche piccolo miglioramento (a parte l'innegabile vantaggio di lavorare in un ambiente grafico) ma il set di strumenti a disposizione dello gnomonista restò sostanzialmente lo stesso.

Con quei programmi appena sviluppati progettai il mio primo (ed unico fino ad oggi) orologio a riflessione di cui raccontai sul n. 8 della rivista Orologi Solari [rif. 2]. Da allora non utilizzai più quelle funzioni ma so che molti gnomonisti italiani e stranieri ne hanno in seguito tratto profitto.

In questi giorni (aprile 2020) mi è capitato di essere coinvolto (o più probabilmente mi ci sono buttato da solo) nella valutazione e nel possibile miglioramento di un orologio a riflessione costruito dall'amico, per ora solo virtuale, Mauro Giongo (anche se devo dire che per me i risultati raggiunti sono già più che buoni pur se certamente non perfetti).

In particolare discutendone con *Bepi* De Donà mi sono convinto che il metodo da me usato per calcolare i parametri dell'orologio, a partire da un certo numero di misure della posizione del bolo di luce, potrebbe essere espanso in modo da fornire non solo la declinazione e l'inclinazione dello specchio ma anche la sua distanza dalla parete, la sua posizione ed infine la declinazione e l'inclinazione della parete stessa.

Obiettivo molto ambizioso ed i risultati non sono stati, almeno per quanto riguarda le prove fin qui effettuate, all'altezza delle aspettative. Ma se non altro nulla è cambiato rispetto alla precedente versione del programma, ovvero è ancora possibile limitarsi al calcolo dei soli parametri di declinazione ed inclinazione dello specchio lasciando invariati tutti gli altri. Inoltre in condizioni non troppo critiche, ovvero con orologi di dimensioni normali, probabilmente questo nuovo strumento può, se usato con attenzione, dimostrarsi utile.

Vorrei quindi spiegare in queste pagine quali sono state le modifiche effettuate al programma, quando possano scaturirne dei risultati positivi e quando invece resterà una semplice illusione la speranza di risolvere così il progetto in quattro e quattr'otto.

Le modifiche al codice

Nel novembre 2008 presentai in un articolo [rif. 3] un metodo numerico per il recupero delle informazioni tecniche di un quadrante: coordinate geografiche della località, declinazione della parete ecc. Questo algoritmo, denominato Levenberg-Marquardt, permette di risolvere numericamente un sistema di N equazioni in M incognite (con $N \geq M$) minimizzando l'errore residuo.

Non voglio qui dilungarmi sul metodo in sé che può essere comunque esaminato sull'articolo del 2008 e sulla bibliografia lì citata. Quello stesso algoritmo è stato poi da me proficuamente riutilizzato in altre occasioni (sempre di tipo gnomonico) ed in particolare nel 2015 mi è servito per calcolare l'orientamento dello specchio (declinazione ed inclinazione) di un orologio a riflessione a partire da alcune misure effettuate sul quadrante.

Quando sulla nostra lista di discussione[1] si è parlato della meridiana a riflessione di Giongo, dei risultati da lui ottenuti e della possibilità di migliorarli, ho pensato che il codice scritto 5 anni fa avrebbe potuto essere espanso per calcolare anche gli altri parametri in gioco.

L'utilità che avrebbe un tale strumento è evidente: non sempre risulta molto facile misurare ad esempio la distanza tra lo specchio ed il muro quando lo specchio stesso è posto al di sopra del tetto, così come non è facile identificare la posizione della base dell'orto-specchio che cade al di fuori della facciata fisica della casa.

Spinto quindi dalla speranza di poter risolvere questi problemi pratici di realizzazione del quadrante, ho realizzato una nuova versione della finestra per il calcolo delle grandezze incognite (fig. 1).

Anzitutto il numero massimo di misure inseribili è passato da 5 a 10.

La data in cui queste sono state effettuate non è più una singola ma può essere diversa per ogni misura.

Tra le incognite di cui si richiede il calcolo, oltre a declinazione ed inclinazione dello specchio, si aggiungono ora:

- la distanza specchio – parete
- la posizione x,y dell'orto-specchio
- la declinazione e l'inclinazione della parete

Si notino le caselle *check box* poste a lato di ogni incognita: quando selezionate (ed evidenziate quindi dal simbolo ✓) esse bloccano il valore esistente ed escludono quindi la variabile dal calcolo.

La situazione indicata in figura è quindi assolutamente equivalente a quella delle precedenti versioni del programma dove veniva calcolato solo l'orientamento dello specchio e non ne modifica in alcun modo il funzionamento né i risultati. Viceversa la rimozione di questi segni di selezione permette invece il calcolo di ulteriori parametri del quadrante.

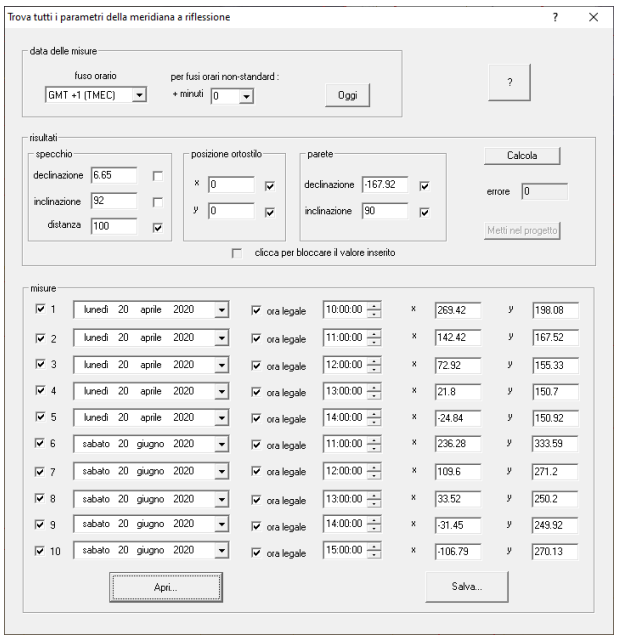


Fig. 1 – La nuova finestra per il calcolo dei parametri di un orologio a riflessione

I tasti *Apri* e *Salva* permettono di gestire un file di dati contenente le 10 misure necessarie per il calcolo e, rispettivamente, caricarne i dati nella finestra ovvero salvarvi i dati attualmente impostati.

Con questo nuovo strumento a disposizione ho voluto provare a ricalcolare i parametri dell'orologio realizzato dove vivo, a S. Anna di Castellamonte, e quelli dell'orologio di Giongo, pur non conoscendo di questo i dettagli costruttivi.

D'altra parte questo esercizio di verifica è applicabile a casi puramente teorici non necessitando di misure reali.

[1] La nostra lista di discussione, forse è il caso di rammentarlo ancora una volta, è ora su *Google Groups* ed è raggiungibile all'indirizzo https://groups.google.com/forum/#!forum/gnomonicaitaliana

Risultati: l'orologio a riflessione a S. Anna di Castellamonte (TO)

Questo orologio a riflessione venne da me costruito circa 5 anni fa sulla parete rivolta a nord della casa dove vivo. È molto grande (circa 6 x 3.5 m) e si trova catalogato in Sundial Atlas come IT012117 (fig. 2).

Fig. 2 – Il quadrante a riflessione a S. Anna di Castellamonte

L'orologio venne progettato ovviamente utilizzando OS. La declinazione della parete venne misurata appoggiando una tavola ad un lato della parete ed eseguendo le consuete misure sul lato rivolto verso sud. La distanza dalla parete e la posizione dello specchio furono determinati tramite filo a piombo e successive misure di questo rispetto alla parete.

Allo scopo di effettuare le prove richieste dalla estensione al programma, non sono state effettuate misure reali bensì unicamente simulazioni con il programma stesso. Ovvero il programma mi ha detto dove sarebbe caduto il bolo di luce creato dallo specchio con le caratteristiche introdotte nel programma e da questi dati l'algoritmo ha cercato di ricalcolarne i parametri.

Non si tratta quindi di un test sull'orologio stesso e sulle sue caratteristiche costruttive quanto di una prova puramente teorica sull'algoritmo utilizzato: l'orologio avrebbe potuto essere puramente immaginario, non lo è stato per pura scelta nostalgica.

Il test ha riguardato la ricerca dei seguenti parametri:

- declinazione ed inclinazione dello specchio (quindi come nella versione precedente del programma)
- " " " " " " e posizione x,y dell'ortostilo
- " " " " " " e distanza dello specchio dalla parete (valore dell'ortostilo)
- " " " " " " e declinazione della parete

In realtà sarebbe ancora possibile introdurre la ricerca della inclinazione della parete. Non ho introdotto questo ulteriore test in quanto questa misura è sempre di facile realizzazione e non mi sembrerebbe quindi necessario procedere ad una sua ricerca matematica.

Con il programma OS in simulazione ho determinato la posizione x,y del bolo di luce in istanti diversi durante l'anno. In un primo test mi sono limitato ad utilizzare i dati di una sola giornata.

La tab. 1 mostra le date e gli istanti utilizzati per il test. La tab. 2 mostra i valori iniziali assegnati alle incognite (un valore troppo vicino a quello reale può aiutare l'algoritmo a convergere su quel valore).

Nei test in cui si è richiesto anche il calcolo della posizione dell'ortostilo, si è inserito come da tab. 2 il valore iniziale (0,0) e si sono offsettati tutti i dati in input, riportando l'origine arbitraria nel primo dei punti misurati. L'algoritmo ha quindi fornito un risultato corretto quando le coordinate calcolate per l'ortostilo sono risultate uguali all'offset impostato.

In tutte le prove sono stati utilizzati dati:

- esatti senza errori
- leggermente corrotti da un errore con distribuzione uniforme ±1 cm sia in x che in y
- corrotti da un errore più pesante con distribuzione uniforme ±4 cm sia in x che in y

test 1			test 2	
data	ora		data	ora
1-4	11:00		1-4	11:00
1-4	11:30		1-4	12:00
1-4	12:00		1-4	13:00
1-4	12:30		1-4	14:00
1-4	13:00		1-4	15:00
1-4	13:30		1-7	12:00
1-4	14:00		1-7	13:00
1-4	14:30		1-7	13:30
1-4	15:00		1-7	14:00
1-4	15:30		1-7	15:00

Tab. 1 – Dati di input per i test 1 e 2

decl. specchio	0
incl. specchio	90
x ortostilo	0
y ortostilo	0
distanza	110
decl. parete	180

Tab. 2 – valori iniziali delle incognite

Gli errori introdotti appaiono e forse sono effettivamente troppo elevati; si tenga presente però che in questo errore additivo viene concentrata ogni possibile sorgente di errore, quale ad esempio la non perfetta planarità della parete.

Le tabelle 3 – 5 mostrano i risultati ottenuti.

In colore rosso sono evidenziati i valori che riportano un errore particolarmente significativo.

parametro	errore = 0				*v. corretti*
decl. specchio	6,649	6,649	6,649	-173,394	*6,650*
incl. specchio	92,000	92,000	92,008	87,983	*92,000*
x ortostilo		-142,831	-142,835	-142,829	*-142,830*
y		-143,988	-144,013	-144,046	*-143,990*
distanza			99,961	99,917	*100,000*
decl. parete				-168,006	*-167,920*

Tab. 3 – Test 1: risultati con errore = 0

parametro	errore = ±1 cm				*v. corretti*
decl. specchio	6,634	6,645	6,623	-149,611	*6,650*
incl. specchio	92,006	91,869	90,882	89,757	*92,000*
x ortostilo		-142,456	-141,868	-142,240	*-142,830*
y		-142,919	-139,645	-137,164	*-143,990*
distanza			104,745	107,774	*100,000*
decl. parete				-120,482	*-167,920*

Tab. 4 – Test 1: risultati con errore = ±1 cm

parametro	errore = ±4 cm				*v. corretti*
decl. specchio	6,773	6,647	6,429	5,048	*6,650*
incl. specchio	91,872	91,600	84,954	83,563	*92,000*
x ortostilo		-141,229	-137,132	-137,562	*-142,830*
y		-140,935	-115,709	-109,319	*-143,990*
distanza			128,998	134,108	*100,000*
decl. parete				-170,800	*-167,920*

Tab. 5 – Test 1: risultati con errore = ±4 cm

I risultati sono discreti ma non entusiasmanti: sono accettabili nel caso senza errore fino alle prime 5 incognite, lo sono nel caso di errore ± 1 e ± 4 cm soltanto per le prime 4 incognite.

A questo punto mi è venuto il dubbio che i dati inseriti non coprissero con sufficiente ampiezza tutto il quadrante ed ho quindi introdotto i valori misurati in due date differenti e discretamente lontane tra loro (test 2 di tab. 1). Le tabelle 6 – 8 mostrano i risultati ottenuti.

parametro	errore = 0				*v. corretti*
decl. specchio	6,649	6,649	6,649	6,645	*6,650*
incl. specchio	92,000	92,000	92,000	92,000	*92,000*
x ortostilo		-142,832	-142,832	-142,831	*-142,830*
y ortostilo		-143,990	-143,989	-143,989	*-143,990*
distanza			99,998	99,998	*100,000*
decl. parete				-167,929	*-167,920*

Tab. 6 – Test 2: risultati con errore = 0

parametro	errore = ±1 cm				*v. corretti*
decl. specchio	6,632	6,640	6,642	5,009	*6,650*
incl. specchio	92,011	92,009	92,029	92,034	*92,000*
x ortostilo		-142,920	-142,913	-142,360	*-142,830*
y ortostilo		-144,026	-143,859	-143,869	*-143,990*
distanza			99,709	99,604	*100,000*
decl. parete				-171,150	*-167,920*
fig.			*3*	*4*	

Tab. 7 – Test 2: risultati con errore = ±1 cm

parametro	errore = ±4 cm				*v. corretti*
decl. specchio	6,748	6,612	6,619	0,434	*6,650*
incl. specchio	91,983	92,034	92,116	92,144	*92,000*
x ortostilo		-143,182	-143,154	-140,953	*-142,830*
y ortostilo		-144,139	-143,461	-143,482	*-143,990*
distanza			98,830	98,399	*100,000*
decl. parete				179,849	*-167,920*
Fig.			*5*	*6*	

Tab. 8 – Test 2: risultati con errore = ±4 cm

Come si vede i risultati sono notevolmente migliorati: con un errore introdotto di ±1 cm, cinque parametri su 6 sono individuati con buona approssimazione. Il prezzo da pagare, che ritengo comunque accettabile, è naturalmente il tempo necessario per effettuare i rilievi: ben tre mesi.

D'altra parte devo aggiungere che su suggerimento degli amici della redazione ho poi ripetuto l'esercizio su una sola data ma lontana dall'equinozio: il solstizio estivo. Effettivamente in questo caso i risultati sono notevolmente migliorati.

In conclusione quindi: spaziare i dati il più possibile su tutto il quadrante rilevandoli in giornate lontane tra loro o almeno in giorni il più lontano possibile dagli equinozi.

Le tabelle che abbiamo visto finora rischiano però di non dare il senso dei risultati; io stesso li ho ritenuti non molto incoraggianti, viste le differenze numeriche risultanti in alcuni parametri, finché non ho provato a ricostruire il quadrante con i valori calcolati e l'ho messo a confronto con il quadrante originale corretto.

Ecco allora che anche in situazioni che sembrano disastrose, con valori angolari che si discostano di parecchi gradi, il grafico che ne risulta non è molto lontano da quello corretto.

In fig. 3 è riportato il quadrante ricostruito dai dati di tabella 7 colonna 3, ovvero con errore inserito = ±1 cm e recupero di 5 incognite. L'errore più rilevante è sulla estremità destra del grafico dove la distanza tra i due grafici arriva a circa 1.5 cm.

In fig. 4 è riportato il quadrante ricostruito dai dati di tabella 7 colonna 4, ovvero con errore inserito = ±1 cm e recupero di 6 incognite. Sulla estremità destra del grafico l'errore arriva a circa 2 cm.

La fig. 5 riporta i grafico risultante dai dati di tabella 8 colonna 3: errore inserito = ±4 cm e recupero di 5 incognite; l'errore è qui arrivato a superare i 2.5 cm.

Nel caso limite di fig. 6 che riporta i dati di tabella 8 colonna 4, ovvero con errore = ±4 cm e recupero di 6 incognite, l'errore arriva al valore di circa 5.5 cm : non è poco, vero, ma comunque il grafico risultante è ancora vicino a quello corretto nonostante l'elevato valore di errore inserito.

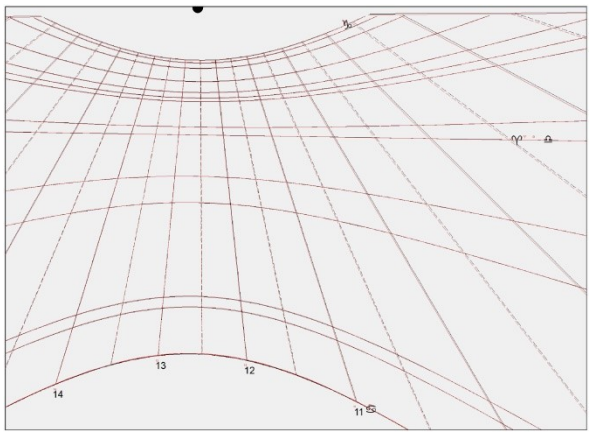


Fig. 3 – Risultato di tabella 7 colonna 3 sovrapposto all'originale

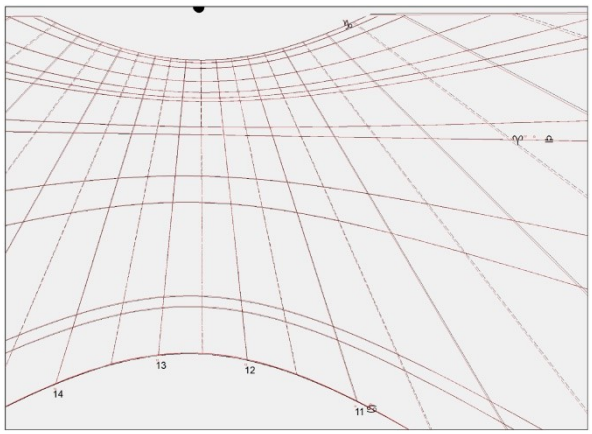


Fig. 4 – Risultato di tabella 7 colonna 4 sovrapposto all'originale

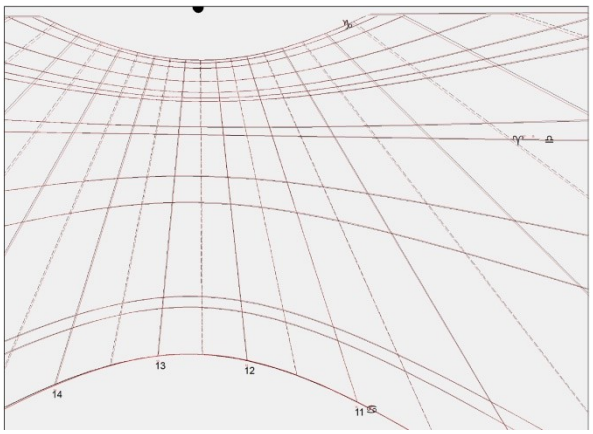


Fig. 5 – Risultato di tabella 8 colonna 3 sovrapposto all'originale

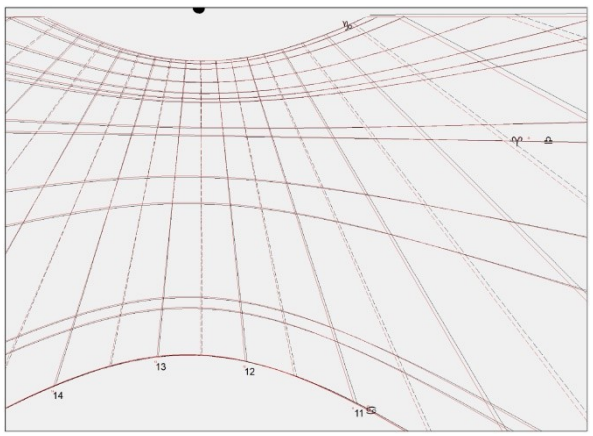


Fig. 6 – Risultato di tabella 8 colonna 4 sovrapposto all'originale

Risultati: l'orologio a riflessione a Torcegno (TN)

L'orologio (fig. 7) è stato presentato in lista dall'autore Mauro Giongo nei primi giorni di marzo ed è registrato in Sundial Atlas come IT018587.

Il nome "Punto Gamma" nasce naturalmente dalla volontà di mostrare l'istante in cui il Sole attraversa l'eclittica ed in cui la declinazione solare si azzera.

La peculiarità di questo orologio sta nella distanza che separa la parete dallo specchio: oltre 15 metri. Questo fa sì che il bolo di luce creato dallo specchio scorra molto rapidamente sul muro e rende l'orologio utilizzabile solamente per pochi minuti al giorno in un breve periodo intorno all'equinozio.

I risultati che Giongo ci ha inoltrato dimostrano come in effetti vi sia un piccolo errore nel posizionamento reciproco specchio - quadrante: quest'ultimo deve essere probabilmente spostato di alcuni centimetri. Sarebbe quindi utile che Orologi Solari potesse fornire le indicazioni corrette per effettuare la correzione richiesta.

I dati in mio possesso non sono sufficienti per impostare il problema in modo conforme all'orologio originale, ma, come già è stato detto, l'idea di questo lavoro è quella di operare su un quadrante, reale o immaginario non ha importanza, e risalire dalle misure disponibili ai parametri di progetto.

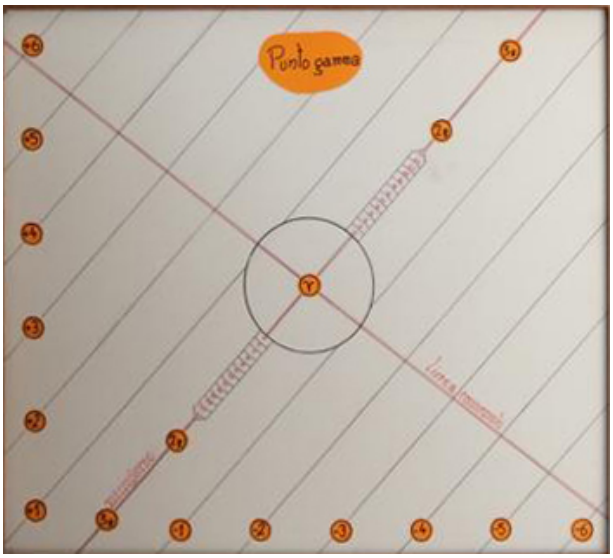


Fig. 7 – Il quadrante a Torcegno (TN)

Mi sono pertanto qui appoggiato al progetto ricostruito da De Donà in base a misure effettuate in loco[2]:

- declinazione parete: 82° Est
- declinazione specchio: 48° Ovest
- inclinazione specchio: 62°
- distanza specchio: 15.62 m

In questo caso non c'è molta scelta sulle date dei campioni da utilizzare nei calcoli: il quadrante è illuminato per pochi giorni intorno all'equinozio ed anche l'escursione oraria si riduce a pochi minuti.

La tabella 9 mostra le date e le ore i cui dati sono stati utilizzati nel calcolo. La tabella 10 ci mostra invece i valori iniziali con cui ogni calcolo è stato lanciato.

test 3	
data	ora
17-3	12:24
18-3	12:20
19-3	12:18
19-3	12:26
20-3	12:18
20-3	12:22
20-3	12:26
21-3	12:19
21-3	12:24
22-3	12:20

Tab. 9
Dati di input per il test 3

decl. specchio	45
incl. specchio	45
x ortostilo	0,000
y ortostilo	0,000
distanza	1400
decl. parete	-90

Tab. 10
Valori iniziali delle incognite

[2] I dati di De Donà presentano un valore di declinazione della parete leggermente maggiore di quello utilizzato da Giongo; nelle figure seguenti, dove il quadrante è usato come riferimento, questo è stato pertanto ruotato per allinearlo ai risultati di De Donà.

I risultati sono raccolti nelle tabelle 11-13.

Quando le rilevazioni sono prive di errore, i valori calcolati sono perfettamente in linea con quelli reali.

La presenza di un errore sui dati di ±1 cm perturba già in modo considerevole i risultati.

Se però si guarda alla ricostruzione che ne risulta (figure 8 e 9), si vede che il risultato finale è ancora accettabile: in entrambi i casi l'errore massimo che si misura come scostamento di una linea da quella corretta è intorno ad 1 cm.

La situazione peggiora notevolmente nel caso di errore inserito pari a ±4 cm: la tabella 13 mostra dati parecchio perturbati, ed in effetti le figure 10 e 11 mostrano una ricostruzione che si discosta parecchio da quella corretta.

parametro	errore = 0				*v. corretti*
decl. specchio	48,009	48,010	48,016	48,013	*48,009*
incl. specchio	62,000	62,002	62,005	62,003	*62,000*
x ortostilo		485,448	485,224	485,139	*485,500*
y ortostilo		49,920	49,710	49,819	*50,030*
distanza			1562,151	1562,187	*1562,000*
decl. parete				-82,008	*-82,000*

Tab. 11 - Test 3: risultati con errore = 0

parametro	errore = ±1 cm				*v. corretti*
decl. specchio	48,011	47,682	47,529	46,777	*48,009*
incl. specchio	62,000	62,511	62,435	62,118	*62,000*
x ortostilo		501,164	507,088	489,238	*485,500*
y ortostilo		29,454	35,024	59,868	*50,030*
distanza			1557,930	1565,772	*1562,000*
decl. parete				-83,857	*-82,000*
Fig.			*8*	*9*	

Tab. 12 - Test 3: risultati con errore = ±1 cm

parametro	errore = ±4 cm				*v. corretti*
decl. specchio	48,016	46,757	46,295	43,111	*48,009*
incl. specchio	62,000	64,007	63,778	62,430	*62,000*
x ortostilo		545,033	563,183	502,512	*485,500*
y ortostilo		-32,677	-15,637	89,182	*50,030*
distanza			1549,077	1578,056	*1562,000*
decl. parete				-89,380	*-82,000*
Fig.			*10*	*11*	

Tab. 13 - Test 3: risultati con errore = ±4 cm

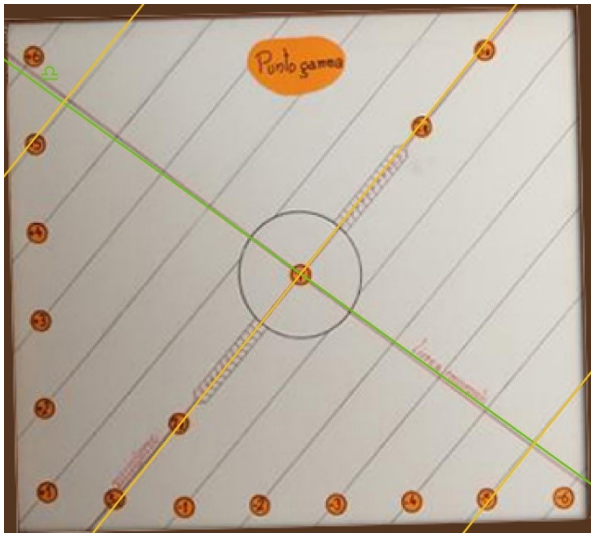


Fig. 8 - Risultato di tabella 12 colonna 3

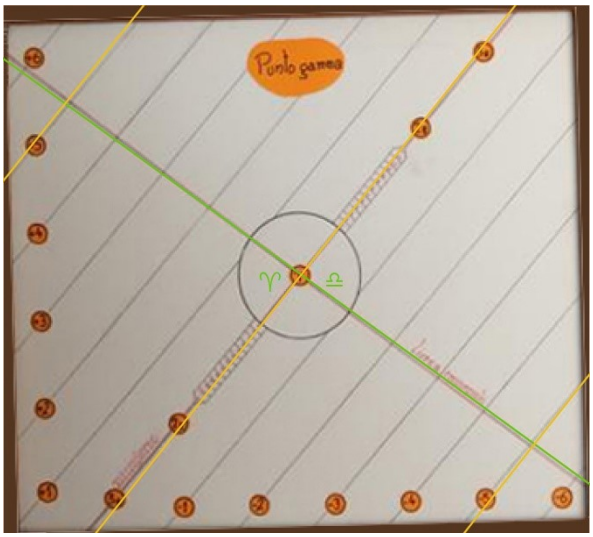


Fig. 9 - Risultato di tabella 12 colonna 4

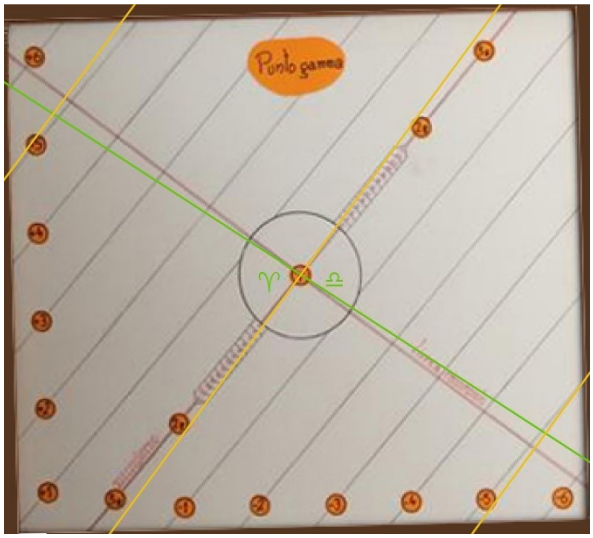


Fig. 10 - Risultato di tabella 13 colonna 3

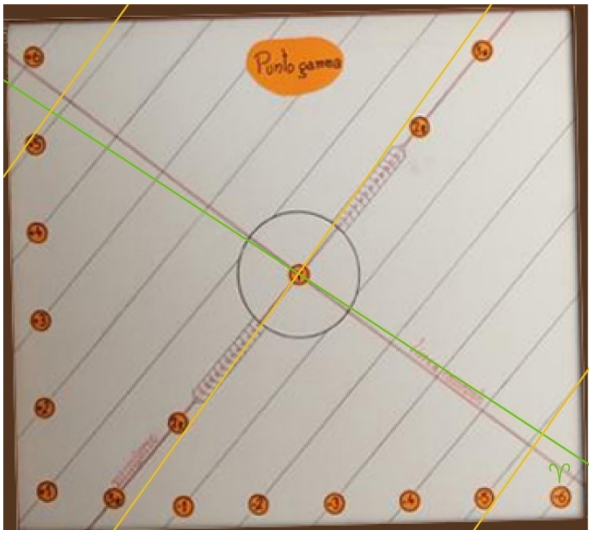


Fig. 11 - Risultato di tabella 13 colonna 4

Conclusioni

Il metodo qui presentato non è la soluzione di tutti i problemi. Si è visto infatti che per ottenere buoni risultati occorre disporre di numerosi punti ombra, che coprano tutta la superficie del quadrante e che siano soprattutto rilevati con la massima attenzione allo scopo di ridurre al massimo gli errori.

Se le misure vengono effettuate con estrema cura allora i risultati ottenuti sono sufficientemente buoni.

Consiglierei quindi di usare questo strumento richiedendo il minor numero possibile di incognite, ad esempio cercando di misurare correttamente la declinazione della parete pur se esposta generalmente a nord, ma soprattutto di rilevare con la massima attenzione i punti da inserire nel programma.

Vorrei ancora aggiungere un'ultima considerazione.

L'algoritmo utilizzato in queste prove non sa ovviamente nulla della situazione reale oltre a quanto noi gli forniamo con le nostre misure: l'unico suo obiettivo è quello di ricreare il pattern misurato con il minimo errore possibile. Ecco allora che anche a fronte di un set di misure limitato cerca di trovare i parametri che meglio soddisfano i requisiti e che forniscono dati il più possibile vicini a quelli misurati.

Se ad esempio le misure di un classico quadrante a riflessione (parete a 180º, specchio con declinazione 0º ed inclinazione 90º) sono tutte effettuate alle ore 11 nel corso dell'anno (e quindi disposte su di una retta nel quadrante) l'algoritmo trova la soluzione sorprendente di fig. 12, ovvero parametri notevolmente diversi da quelli corretti ma grafico risultante perfettamente uguale a quello di partenza (a meno del troncamento netto della parte destra a causa dell'orientamento calcolato dello specchio).

Questo caso dimostra che evidentemente la soluzione al nostro problema non è sempre univoca: possono esistere più soluzioni che risolvono perfettamente il problema, soluzioni che quindi potrebbero essere prese per buone da uno gnomonista inesperto (e fornire per altro un grafico quasi perfetto !).

Occorre quindi valutare sempre con estrema attenzione i risultati ottenuti.

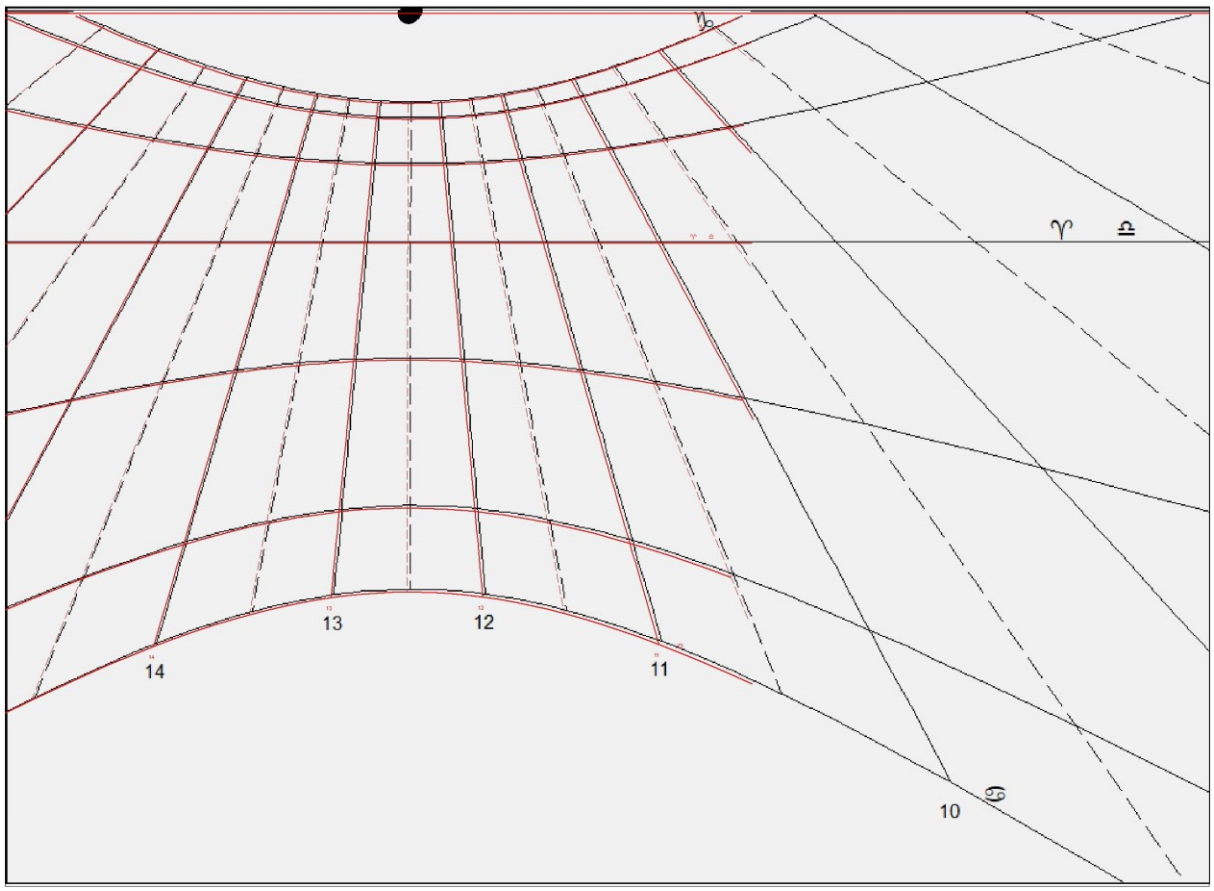


Fig. 12 – Esempio di risultato errato anche se matematicamente corretto:

- in nero il quadrante originale (parete 180º, specchio 0º / 90º),
- in rosso il quadrante ricostruito (parete 111.9º E, specchio 34.1º O / 90º)

I due grafici sono stati leggermente sfalsati per evidenziarne l'uguaglianza.

Bibliografia

[1] Gianni Ferrari, "*Reflection Sundials – A New Program*", The Compendium n. 11-1, March 2004

[2] Gian Casalegno, "*Realizzare un orologio a riflessione*", Orologi Solari n. 8, Agosto 2015

[3] Gian Casalegno, *"Un metodo numerico per il recupero dei parametri costruttivi originali di un quadrante"*, Gnomonica Italiana, Anno V n. 16, Novembre 2008

Un orologio solare a riflessione

Proposta e realizzazione di orologio solare a riflessione su facciata a nord in azienda agricola in località Bollettina, Caselle (TO), insieme alla restauratrice/pittrice Valentina Mauro: descrizione dettagliata dell'opera.

di Francesco Ferro Milone (cicoferro@yahoo.it)

La richiesta iniziale della committenza era per una classica meridiana ad ore francesi di circa un metro per un metro sulla facciata rivolta a sud, verso la corte interna, di una antica cascina ristrutturata, con annessa attività imprenditoriale nel settore agricolo, sita in località Bollettina a Caselle Torinese.

Tale orologio solare, seppur fattibile come progetto, avrebbe avuto alcune limitazioni dovute alla sporgenza del tetto e dei balconi, che avrebbero limitato il funzionamento della meridiana nel periodo estivo, quando il sole nelle ore centrali del giorno è molto alto e l'ombra dello stilo è oscurata dagli elementi architettonici più aggettanti quali tetto e ballatoi.

Essendo l'ingresso principale del complesso edilizio rivolto quasi esattamente a nord, si è proposto alla proprietà un orologio solare a riflessione di dimensioni molto più grandi, a destra dell'ingresso carraio più utilizzato. In questo modo il quadrante è visibile anche dalla strada ad alta percorrenza SP 12, dove scavalca la superstrada per l'aeroporto di Caselle, che dista oltre cento metri dal quadrante.

L'esposizione a nord, sebbene richieda l'uso di uno specchio, risulta vantaggiosa anche in termini di leggibilità. Infatti la lettura dell'ora è facilitata, oltre che dalla dimensione dello specchio, anche perché il contrasto tra la macchia di luce riflessa e la parete in ombra è molto maggiore che nelle classiche meridiane rivolte a sud.

Fig. 1 – Il quadrante finito, calibrato sulla semplice architettura della facciata; manca solo il motto

È piaciuto soprattutto, di questa proposta, il fatto che l'orologio solare potesse avere anche una funzione di benvenuto per chi arriva, impossibile con la prima ipotesi, e che le dimensioni abbondanti consentissero di inserire una decorazione paesaggistica con tema consono all'azienda, visibile da decine di metri di distanza da questo complesso, isolato nella campagna.

Dopo alcune simulazioni si è constatato quanto era d'altronde prevedibile: un minimo errore nel posizionamento dello specchio avrebbe influito in modo cospicuo sulla precisione dello strumento. Pertanto si è optato per il fissaggio a priori dello specchio, partendo dalla posizione verticale parallela alla parete e imprimendogli, tramite il controllo del supporto, una leggera rotazione arbitraria verso il basso e verso sinistra. Si è dovuto pertanto procedere con una costruzione per punti durata diversi giorni non troppo vicini, ogni volta per diverse ore consecutive.

Il supporto dello specchio, perpendicolare alla parete, è costituito da un ferro tondo del diametro di due centimetri saldamente fissato al mattone pieno della parete con una piastra esagonale ancorata con tre grandi tasselli e tre fazzoletti triangolari che irrigidiscono il tutto.

Fig. 2 – Verniciatura del supporto specchio

Lo specchio è posto ad una distanza di circa un metro dalla facciata e qualche decina di centimetri sotto il colmo, in modo da poter ricevere i raggi solari anche in inverno. La parte terminale del supporto è costituita da una forcella filettata alle due estremità esterne che si inserisce sulla barra principale ed è fissata con una vite a brugola e regge una piastra di 15 x 15 cm la cui declinazione è regolabile con quattro dadi. A questa piastra ne è saldata una più piccola con foro circolare poco più grande dello specchio che misura circa 5 cm ed è incollato con nastro biadesivo. Il tilt, o inclinazione della piastra è regolato da dietro con un piccolo braccio regolabile tramite barretta filettata e bullone.

La parete interessata si prestava egregiamente alla realizzazione del quadrante in quanto quasi completamente cieca, esclusi due piccoli finestrotti al piano terreno, e sempre in ombra nelle ore di funzionamento della meridiana. Essa è alta due piani ed è larga circa otto metri.

Il quadrante, di metri 4 x 4 circa, è decorato con una bella cornice, opera della restauratrice Valentina Mauro. Alla sinistra della parete c'è il passo carraio d'ingresso. Alla destra c'è una cappella.

Le linee orarie appartengono al sistema attualmente più diffuso, ovvero linee francesi o oltremontane, in cui il giorno è suddiviso in 24 ore con le ore 12 al passaggio del sole sul meridiano locale.

Fig. 3 – Dettaglio del supporto specchio

Per il tracciamento delle linee orarie sono stati fatti molti rilievi in giorni diversi al fine di tracciare molti punti certi, sempre con l'ausilio delle effemeridi (app per Android *Sol et Umbra* di Gian Casalegno) e di un orologio radiocontrollato. Oltre alle linee orarie è stata tracciata la linea equinoziale, per la cui posizione ed inclinazione si è tenuto conto che l'istante dell'attraversamento del sole sull'equatore (istante di equinozio primaverile del 2019) sarebbe avvenuto molto dopo il tramonto, intorno alle ore 23.

Nella parte inferiore del quadrante c'è una scena con tema agricolo della stessa restauratrice Valentina Mauro, esperta sia nella pittura sia nel restauro di affreschi antichi. Il motto dipinto alla base recita: *Il tempo corre e va … ma il ricordo rimane.*

Nel febbraio 2020, giusto in tempo prima del lockdown, è stata realizzata una targa apposta in basso a sinistra sotto l'orologio solare, che riporta la somma dell'equazione del tempo (EdT) e della costante locale (differenza di longitudine tra meridiano locale e meridiano centrale del nostro fuso orario, che corre a 15° ad est di Greenwich), in modo da poter fare agevolmente e rapidamente un confronto, durante l'anno, tra l'ora civile del fuso orario (TMEC = tempo medio dell'Europa centrale = ora indicata dagli orologi da polso e dagli smartphone) e il mezzogiorno indicato dall'orologio solare.

Fig. 4 – Le due regolazioni della piastra reggi-specchio

La differenza sulla linea del mezzogiorno verificata a lavori finiti è contenuta in una manciata di secondi.

Essendo i punti orari rilevati empiricamente, con l'accuratezza consentita dall'abilità dell'occhio nello stimare il centro della macchia riflessa mentre si muove lentamente (non poi così lentamente) sul muro, non è stato necessario misurare con precisione i due angoli di rotazione dello specchio. Essi sono comunque piccoli, dell'ordine di pochi gradi.

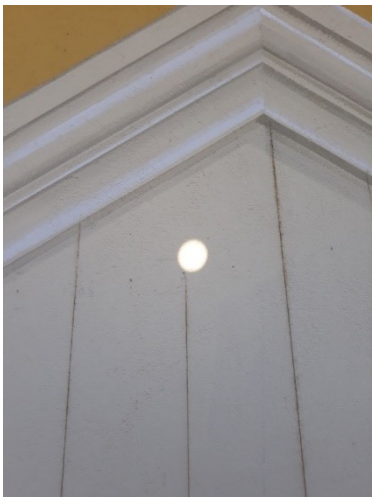


Fig. 5 – Tracciatura delle linee orarie con la *lignola;* la tonda macchia di luce contrasta bene con la parete in ombra e la cornice sembra vera.

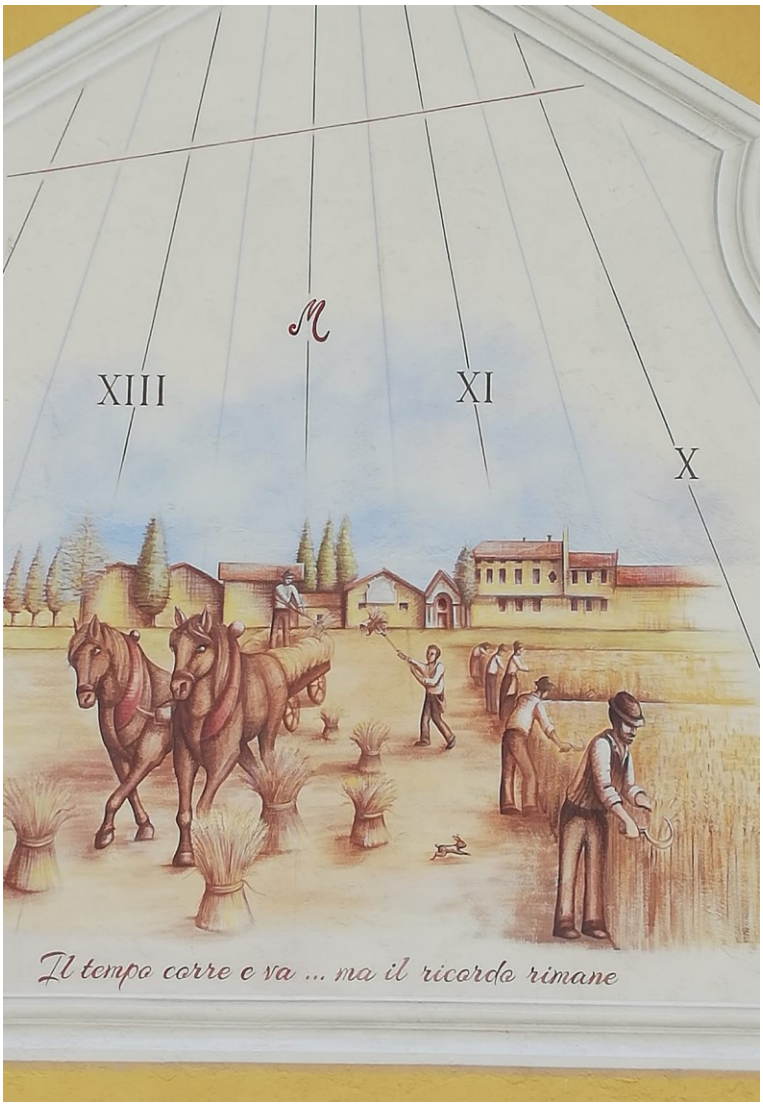


Fig. 6 – La meridiana finita.

Meridiana a riflessione a camera oscura alla Baita delle Meridiane

Una baita in Trentino ospita, insieme a molti altri orologi solari di ogni tipo, una meridiana a riflessione denominata Punto Gamma. In questo articolo l'autore descrive i particolari costruttivi, ne racconta la realizzazione e ci spiega quali controlli ha successivamente effettuato.

di Mauro Giongo (maurogiongo@virgilio.it)

In Trentino, in una baita (fig. 1), a 1200 metri di altitudine sulla catena del Lagorai, assieme a decine di orologi solari e meridiane si trova un orologio solare molto particolare [rif 1]. Questo strumento astronomico indica (come le grandi meridiane a camera oscura di San Petronio a Bologna o Formello nel Lazio e tante altre) il momento esatto degli equinozi utilizzando però uno specchio anziché un foro gnomonico.

Fig. 1 – Baita delle meridiane, in giallo la riflessione dello specchio al mezzogiorno locale agli equinozi.

Punto Gamma

Questo orologio solare è stato chiamato *Punto Gamma* (uno dei due punti in cui l'equatore celeste interseca l'eclittica) anche se, come vedremo, non sempre lo segna. Evidenzia comunque con la linea equinoziale il passaggio del sole da uno all'altro dei due emisferi celesti.

Ma poi soprattutto mi piaceva chiamarlo così.

Origine del nome

Il Punto Gamma è anche noto con il nome di Punto Vernale o Primo Punto d'Ariete perché, in corrispondenza dell'equinozio di primavera di circa 2100 anni fa, il Sole entrava nella costellazione dell'Ariete. Oggi non è più così a causa della precessione degli equinozi e in corrispondenza dell'equinozio di primavera il Sole si trova ora nella costellazione dei Pesci. A partire dall'anno 2700 si troverà in quella dell'Aquario così via via fino al completamento dell'intero zodiaco (fig. 2).

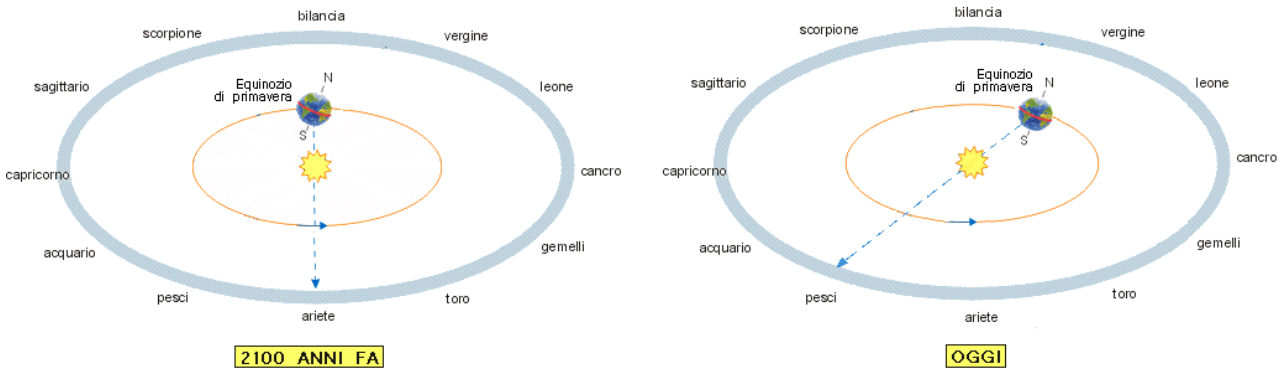


Fig. 2 – Effetti della precessione degli equinozi

Premessa

In tutte le meridiane, più il punto gnomonico è distante dalla parete, più grande è l'orologio solare che si ottiene. In questo orologio lo specchio dista dal centro del quadrante m 16,38: si ottiene quindi un orologio solare che necessiterebbe di una parete di centinaia di metri quadrati. Questo amplifica i movimenti della macchia solare fino a permettere il riconoscimento del *minuto secondo*.

Non avendo una cattedrale a disposizione per inserire una grande meridiana ho raggiunto lo stesso scopo sostituendo il foro gnomonico con uno specchietto, con il vantaggio di inviare la macchia solare dove volevo.

Volendo considerare questa come una meridiana a camera semioscura, essa rientrerebbe nelle grandi meridiane avendo una distanza foro gnomonico / quadrante superiore a 15 metri (in [rif 2] un elenco delle meridiane a camera oscura e semi oscura presenti in Italia).

In questo modo ho realizzato solo una parte dell'orologio, peraltro la più significativa.

Le sue dimensioni sono di 150 cm x 150 cm. La declinazione della parete è 82° Est.

Esecuzione

Dovendo posizionare la meridiana a riflessione in una stanza poco illuminata e lontana dallo specchio, ho scelto di far entrare da una finestra orientata ad est il fascio di raggi luminosi che creano la macchia solare (fig. 1).

Uno specchio triangolare con lati di cm 2 è stato inserito in un grosso masso alla stessa quota del centro del quadrante ad una distanza di mt. 16,38 con un ortostilo (in questo caso ortospecchio) di m 15,40.

Calcolo del momento dell'equinozio

Gli equinozi avvengono in un dato istante durante l'anno, quasi mai avvengono al mezzogiorno locale, per questo motivo sono stati disposti due regoli che indicano quante ore e "minuti" mancano o sono trascorsi dal momento dell'equinozio.

Nei sette giorni prima e dopo l'equinozio la distanza che la macchia solare compie dal mezzogiorno al mezzogiorno successivo non è uguale ma varia in modo lineare e di pochissimo, nel nostro caso è di circa mm 125.

I due regoli sono posti in corrispondenza della linea del mezzogiorno a partire dal bordo del cerchio posizionato dove la macchia solare si troverebbe se il momento dell'equinozio coincidesse con il mezzogiorno (evento che avviene molto raramente).

I regoli sono lunghi 125 mm che è lo spostamento in 24 ore della macchia solare sulla linea meridiana. Questa lunghezza varia ogni giorno ma nella settimana prima e dopo l'equinozio varia di pochissimo, graficamente difficile da percepire. I regoli sono suddivisi in segmenti corrispondenti a 2 ore, con la possibilità di interpretare i 15 minuti.

Dati i pochi secondi a disposizione dovuti al "correre" della macchia solare, questo sistema è di più facile lettura anziché considerare il centro della macchia solare.

Anno Tropico

Quello che in questa memoria consideriamo è l'anno tropico (dal greco *tropos*, rotazione) o anno solare, corrispondente al ciclo delle stagioni, cioè il tempo impiegato dal Sole per tornare nel punto di declinazione zero (fig. 3). A causa del moto precessionale della Terra tale posizione viene raggiunta circa venti minuti prima che la Terra compia una rivoluzione completa attorno al Sole, quando il Sole torna nella stessa posizione rispetto alle stelle (anno sidereo).

In gergo tecnico è la durata necessaria perché la longitudine solare media cresca di 360°.

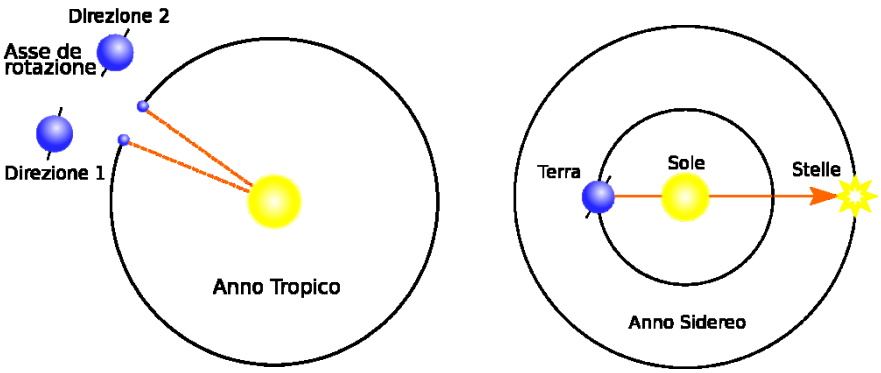


Fig. 3 – Anno tropico e anno sidereo

Lo specchio e il suo orientamento

Il posizionamento dello specchio ha seguito queste linee guida per ottenere risultati accettabili allo scopo:

- specchio posto in modo da essere illuminato dal Sole
- rapporto equilibrato (1/1400) tra il diametro dello specchio e sua distanza dalla parete: con specchio troppo piccolo la luce è poca, con specchio troppo grande si riduce la nitidezza dell'immagine
- distanza sufficiente per rendere visibile in 24 ore la variazione di declinazione del Sole, e quindi lo spostamento della macchia solare
- angolo di incidenza del raggio luminoso riflesso al mezzogiorno dell'equinozio il più possibile ortogonale alla parete per ottenere una macchia solare rotonda, non ellittica come avviene nelle grandi meridiane.
- inserimento dello specchio in una posizione fissa e duratura (fig. 4)
- il tutto considerando la situazione ambientale: finestra e stanza oscurabile

Le dimensioni della finestra limitano la durata della visione del fenomeno a 7 giorni prima e dopo l'equinozio, in un tempo che varia dai 3 ai 10 minuti prima e dopo il mezzogiorno. Questa è la parte incorniciata del quadrante solare.

La macchia solare

I raggi solari disegnano sulla parete l'immagine rotonda del sole di 16 cm di diametro con una risoluzione molto buona senza aberrazioni significative.

Le dimensioni sono dovute alla grandezza del Sole, alla sua distanza dalla Terra, alla distanza specchio parete e alla dimensione dello specchio:

- asse minore mm 160,0
- asse maggiore mm 160,2

quindi praticamente rotonda[1] (fig. 5).

Con una macchia solare così nitida si vedono i tremolii dovuti alle continue perturbazioni dell'atmosfera causate dalla diversa temperatura soprattutto nei pressi dello specchio. Si vede inoltre quello che si frappone tra macchia e Sole, come nel caso delle eclissi solari.

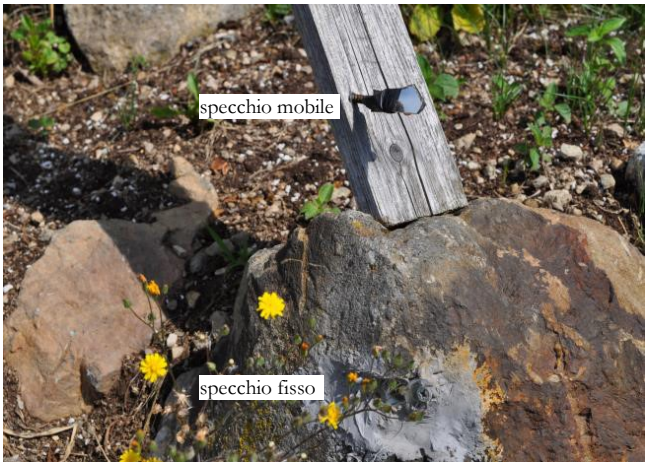


Fig. 4 - Specchio fisso in basso; in alto avvitato su di un asse lo specchio mobile (un trucco fatto per scopi ludo-didattici).

[1]Si noti che se il Sole fosse di dimensioni infinitesime la macchia solare avrebbe la stessa forma dello specchio, netta e senza penombra.

Trucco didattico

Il tempo nel quale si può vedere la macchia solare sul quadrante (Sole permettendo) è di qualche minuto: circa 6' prima e dopo il mezzogiorno per 28 giorni l'anno.

Per poter indirizzare una *falsa* macchia solare sul quadrante a piacimento, ho posizionato un secondo specchio, uguale e vicino al primo, con la possibilità di ruotarlo sui due assi (fig. 4).

In questo modo in ogni momento che il Sole illumina lo specchio, posso far comparire, inclinando e declinando lo specchio, una macchia solare delle stesse dimensioni (16 cm di diametro) sul quadrante.

Fig. 5 - Posizionamento della macchia solare al centro della parete, i cerchi indicano con l'intervallo di 1 minuto dove si trovava la macchia solare.

Controlli

Tutto bene… si fa presto a dire *tutto*: come in tutte le cose, più si sale sulla montagna della conoscenza più l'orizzonte dell'ignoranza si amplia. Tornando a noi: appena terminato il lavoro, oltre a conoscere gli errori *accettabili* fatti, il giorno dell'equinozio successivo si controlla (fig. 6).

Si stabilisce quindi anzitutto quando è mezzogiorno civile, e a questo scopo mi viene in aiuto un orologio radiocontrollato di una stazione meteo.

Si calcola quindi la differenza con il mezzogiorno vero locale, sommando all'equazione del tempo i minuti e i secondi dovuti alla longitudine del luogo rispetto al meridiano dell'Europa centrale.

Fig. 6 - Mauro e Bepi controllano, all'equinozio successivo, la posizione della macchia solare. Questa sapeva dove l'aspettavamo!!!

Un cerchio di cartoncino della stessa dimensione della macchia solare con un foro centrale è utile per segnare il centro della macchia nel momento esatto del mezzogiorno.

Un altro aiuto viene dal programma *Orologi Solari* [rif 3]: inseriti i dati facili da misurare sul campo (come latitudine, longitudine, ortospecchio e declinazione parete) oltre a declinazione e inclinazione dello specchio, sul monitor del computer si è formato un orologio solare (fig. 7).

Ingrandendo al massimo con la rotellina del mouse l'immagine della parte dove si incrociano la linea equinoziale con la linea meridiana, ho visto il mio quadrante: UGUALE.

Una bella soddisfazione.

Ringraziamenti

Colgo l'occasione per ringraziare del regalo fattomi a Loreto in occasione del XXIII seminario di Gnomonica: la chiavetta con gli Atti dei *nostri* (ora posso dirlo) Convegni.

Un grazie a Bepi de Donà che mi sopporta e supporta anche se non te ne perdona una: "*prima leggi l'articolo che ti mando*".

Un ringraziamento infine a Gian Casalegno per il programma che ha realizzato e reso disponibile.

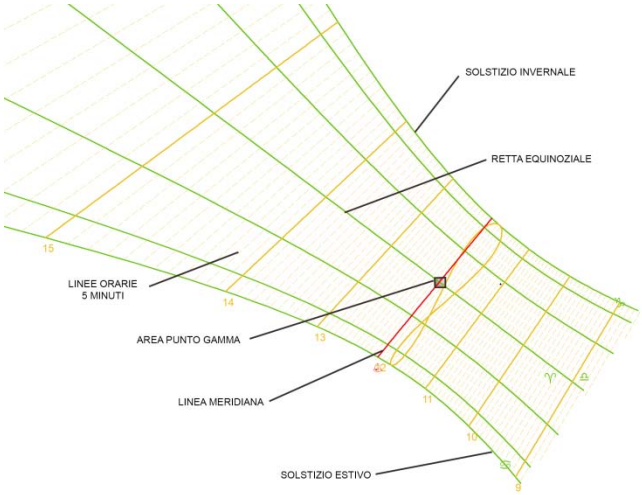


Fig. 7 – Immagine ottenuta dal programma Orologi Solari. Il piccolo quadrato indicato come *area punto gamma* è la parte utilizzata dalla meridiana.

BIBLIOGRAFIA

[1] Mauro Giongo, *"La Baita delle Meridiane"*, http://www.baitadellemeridiane.it/

[2] Giorgio Mesturini, *"Meridiane italiane a camera oscura: aggiornamenti 2005"*, XIII Seminario Nazionale di Gnomonica, Lignano (UD), 8-10 Aprile 2005

[3] Gian Casalegno, *"Un software per il progetto e la simulazione di orologi solari"*, XV Seminario Nazionale di Gnomonica, Monclassico (TN), 31 Maggio – 2 Giugno 2008

Fig. 8 – Macchia solare il giorno prima dell'equinozio di primavera, 5 secondi dopo mezzogiorno

Il quadrante verticale descritto da Andrea Schoener

L'autore analizza il conciso brano del libro "Gnomonice" di Andrea Schoener relativo alla costruzione di un quadrante di altezza ad ore uguali: smonta e ricostruisce le varie parti del testo per interpretare le fasi della costruzione geometrica e dare una giustificazione plausibile a tutte le operazioni che nella figura originale sono sovrapposte. La traduzione integrale del testo è riportata nell'Appendice.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Nel suo testo Gnomonice[1], edito nel 1562, Andrea Schoener dedica un Libro, il terzo di quattro, agli orologi portatili, tutti orologi d'Altezza tranne l'ultimo, basato sugli Azimut.

È un breve Libro con l'aspetto di una aggiunta dell'ultimo momento, quattro nozioni, a volte un poco vaghe (volutamente?), mai giustificate teoricamente, per non essere tacciato di ignorare l'argomento. Di fatto egli fa una sorta di riassunto/commento degli argomenti (almeno quattro varianti di orologio d'altezza) illustrati dai libri del collega Apianus[2] rimandando sovente il lettore ad essi.

Ma non risparmia qualche aggiunta originale.

Schoener difatti illustra inizialmente il quadrante d'Altezza ad ore uguali, di cui Apianus non si è mai occupato. (*Apianus curava molto l'aspetto astrologico dei suoi strumenti, cui si prestavano maggiormente le ore planetarie e quelle ineguali. Schoener non trascura l'astrologia, ma la applica all'Astrolabio.*)

GNOMONICE
Andreæ Schoneri Noribergensis,
Hoc est:
DE DESCRIPTIO-
NIBVS HOROLOGIORVM SCIO-
TERICORVM OMNIS GENERIS. PROIECTIO-
nibus circulorum Sphæricorum ad superficies, cum
planas, tum conuexas concauasq; Sphæricas,
Cylindricas, ac Conicas: Item delineationi-
bus quadrantum, annulorum, &c.
Libri tres.
HIS ADDITA SVNT EIVSDEM AVTORIS:
Gnomonices Mechanicæ, seu de designandis per instrumenta horologijs libellus.
De inuentione lineæ Meridianæ, ac instrumenti ad hoc necessarij compositione.
De compositione Astrolabij plani & columnaris, directorij Astrologici plani.
Omnia recens nata & edita.
NORIBERGÆ,
Apud Ioannem Montanum, & Vlricum Neuberum.
M. D. LXII.

Frontespizio del testo di Schoener

In Appendice, si allega la traduzione del testo di Schoener, relativa appunto a questo solo Orologio. Il lettore "curioso" (e paziente) si renderà conto, leggendola, che l'Autore si limita ad indicare la sequenza delle operazioni (con qualche modesto errore di stampa) senza giustificare l'iter.

Ma se avrà la pazienza di "interpretare" il testo constaterà che esso nasconde alcune particolarità che possono essere ancora di qualche interesse per il lettore di oggi.

Come per le illustrazioni degli altri Libri, egli riassume e sovrappone più interventi nell'unica figura allegata, per cui è piuttosto laborioso "smontare" le varie parti per ricostruire gli iter seguiti.

Questo articolo si propone appunto di fare questa "interpretazione".

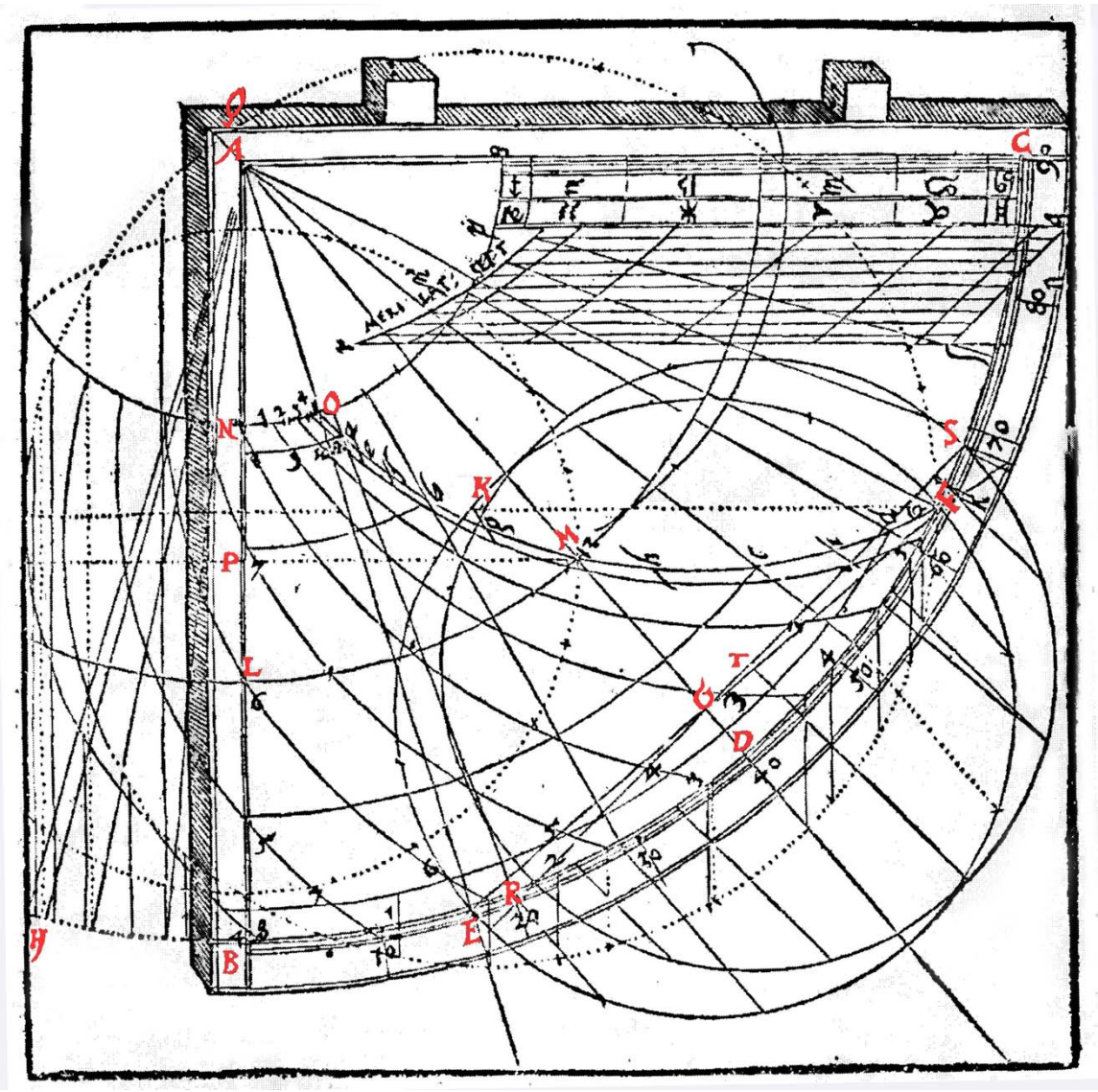
Parte dalla figura del testo, ne suddivide le varie parti, trovando, con figure parziali e rimandi alla figura dell'Analemma di Vitruvio, una giustificazione plausibile per ciascuna delle operazioni.

Eventuali contestazioni saranno gradite, segno di interesse per questi argomenti. Buona lettura.

[1] Il testo è scaricabile all'indirizzo https://archive.org/details/gri_33125009484227/page/n160

[2] Petrus Apianus (Peter Bienewitz 1495 – 1552) è Autore di parecchie pubblicazioni di Gnomonica, Matematica e Cartografia. Oltre che Professore universitario, gestiva una stamperia ad Ingolstadt; tra gli Autori che si servivano della sua attività di tipografo contava Martin Lutero.

La figura del testo di Schoener



La figura contiene, sovrapposti, più elementi:

- La individuazione dei dati relativi alla Latitudine (50°) per cui l'orologio sarà costruito: la retta AD che corrisponde all'arco BD = 40°, posizione del Piano Equinoziale, la determinazione degli estremi F ed E, corrispondenti alle altezze meridiane del Sole nei Solstizi (nella figura le lettere maiuscole sono state evidenziate in rosso per migliorarne la leggibilità).
- La costruzione dell'orologio ad ore eguali o comuni, rappresentata dalle curve orarie nel settore FBNO.
- La individuazione degli archi intermedi relativi agli inizi dei Segni zodiacali (o delle date), eseguita con la costruzione, nel settore FAE, del cosiddetto Manaeus di Vitruvio costituito dai raggi uscenti da A.
- La costruzione della serie di linee parallele nella parte alta, definita "Eclittica" dall'Autore (una eredità dalle opere di Apianus), necessaria per connettere il moto della Luna con la lettura delle ore. Questa costruzione coinvolge i due cerchi di diametro EF e RS siti in basso a destra che, come vedremo, dovrebbero essere tre.
- Le indicazioni necessarie per costruire un secondo orologio (non disegnato) ad ore ineguali, costituite dai punti indicati con i numeri da 1 a 6 lungo gli archi BF ed NO (questi ultimi leggibili solo con molta buona volontà)

Le operazioni di costruzione dell'orologio ad ore comuni, date le altezze solari meridiane di Equinozio e Solstizi.

Nella figura dell'Analemma l'Equatore forma un angolo di 40° con l'orizzonte AB, i punti F ed E corrispondono alle altezze del Sole BAF e BAE, rispettivamente a mezzodì nei due Solstizi. (Fig. AG1)

L'Autore si è servito sicuramente dell'Analemma per individuare le linee d'Altezza relative alle ore comuni per le tre situazioni di riferimento: Sole nei due Solstizi e Sole all'Equinozio.

Però non ha ritenuto necessario rappresentare l'Analemma per intero (*come si opera qui con la figura AG1 e con la successiva*) e ha scelto di operare direttamente sul solo quadrante BAC, perché ha sostituito il semicerchio di diametro FG dell'Analemma (su cui si individuano usualmente i punti orari relativi al Parallelo di declinazione preso in esame, nel caso il Tropico) con il semicerchio di diametro FS (Cateto al posto della Ipotenusa) ottenendo sull'arco FH gli stessi punti di altezza del Sole.

In realtà egli traccia il cerchio di diametro FS per intero: si veda il cerchio grande punteggiato, passante per F con centro K, della figura originale del testo.

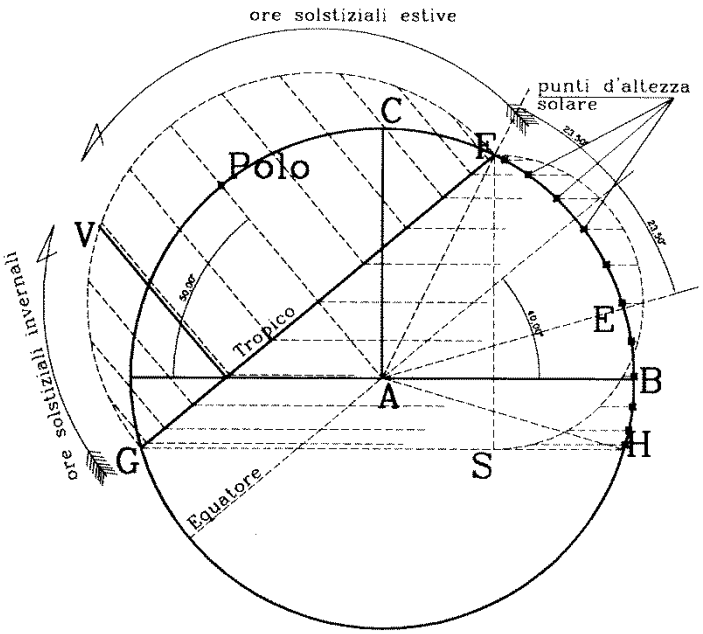


Figura AG1 - Uso dell'Analemma per ricostruire le linee di altezza

Una seconda osservazione (*probabilmente ovvia, ma rilevante ai fini grafici perché gli permette appunto di individuare il diametro FS senza costruire l'Analemma)* è il fatto che, se si tracciano gli archi di declinazione massima rispetto all'Equatore (cioè si individua il settore FAE), l'arco BE di altezza meridiana solstiziale invernale è uguale all'arco BH derivato dalla proiezione del punto G del diametro GF del cerchio di declinazione (Fig. AG1).

Per cui, riportando BH=BE, è possibile operare il tracciamento della HS parallela ad AB, anche se non si ha il punto G dell'Analemma.

Riportando quindi l'arco BH all'esterno del quadrante BAC, egli ha operato principalmente sul settore FH, ottenendo i punti relativi sia al Solstizio estivo, sia a quello invernale.

Nella Fig. AG1 si è voluto evidenziare la corrispondenza fra le "parallele d'altezza" uscenti dai punti orari trovati su FG e le corrispondenti uscenti da punti analoghi su FS.

Una operazione separata è stata fatta per i punti orari sul cerchio equinoziale.
Nella figura del testo il cerchio relativo all'equinozio è stato tracciato da Schoener direttamente su ML, ed è quello punteggiato con centro in P.

La figura AG2 mette in evidenza le operazioni da eseguirsi per tracciare il quadrante, secondo le indicazioni del testo. Per evidenziare la sequenza si è fatto ricorso a tre rappresentazioni separate dell'Analemma.

Con il primo Analemma si sono trovati i punti di Altezza lungo FB, relativi alle scadenze orarie del Tropico di Cancro, e sono stati riportati sulla figura in alto a sinistra (che è nella stessa scala delle tre figure a destra).

Nel secondo, si è poi scelta *ad libitum* la posizione dell'arco ON, che rappresenta il Tropico di Capricorno, riportando su di esso gli archi orari a partire da H verso F.

Si è individuato anche, a metà fra N ed B, il punto L da cui ha origine l'arco che rappresenta l'Equinozio.

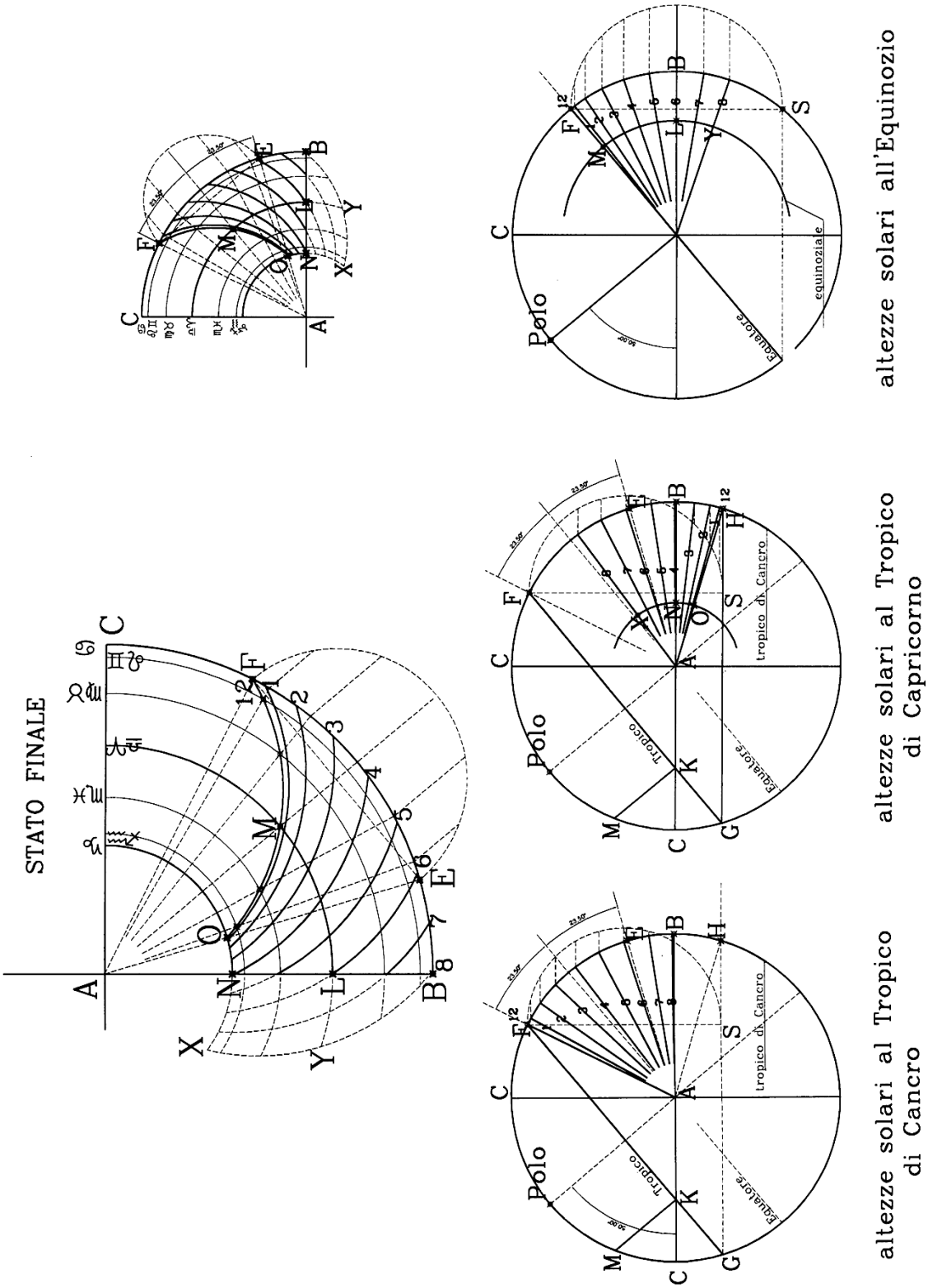


Figura AG2 - rilevamento delle altezze solari con il Sole ai Tropici e all'Equatore

L'Analemma di mezzo individua quindi le ore del Solstizio invernale. Lo si dovrà utilizzare ribaltando le linee orarie intorno ad AB, quando si opera il trasferimento dei punti orari nell'arco ONX della figura in alto a sinistra. I punti orari sulla parte NX sono ovviamente punti ideali, secondo Schoener presi a prestito dalle "ore di Cancro", utili solo per tracciare le linee orarie.

L'Autore non ha costruito Analemmi separati per i due Tropici, come si è voluto fare qui, ma si è servito dei punti orari,come individuati nella Fig. AG2, per individuare sia quelli di Cancro a destra di AC, sia quelli di Capricorno, a sinistra. Per questi ultimi ha operato ovviamente il ribaltamento intorno alla AC.

L'operazione nel terzo Analemma riguarda i punti orari equinoziali, trasferiti sull'arco MLY.

Le linee orarie sono state quindi tracciate costruendo archi di cerchio fra le terne di punti relative alla stessa ora.

Il Manaeus nel settore FAE

Nel disegno in alto a sinistra si è poi fatta una operazione successiva, tracciando il Manaeus di Vitruvio nel settore FAE; ciò ha permesso di trovare sulla linea oraria delle ore 12 i punti convenzionalmente corrispondenti agli inizi dei Segni Zodiacali, tracciando gli archi relativi.

In merito Schoener è stato piuttosto fumoso: ha riferito che i paralleli di Declinazione boreale andavano tracciati fra L e B, e quelli di Declinazione austrina fra L ed N: ha applicato il Manaeus senza dirlo, trovando lungo la linea oraria delle 12 i punti da cui far passare quei paralleli. Su questi ultimi sono stati riportati i Segni Zodiacali.

Ha pure riferito che l'operazione è discutibile, ma non ha precisato perché. Di fatto i punti orari trovati sui tre archi iniziali sono stati uniti "convenzionalmente" con archi di cerchio e l'operazione potrebbe non corrispondere alla reale distribuzione degli intervalli orari nelle date intermedie, anche se comunemente accettata. (Sono "convenzioni variabili": ad esempio, Stoffler – 1512 – si serve di segmenti di retta).

Per migliorare la leggibilità si è disegnata la figura contassegnata come STATO FINALE: è identica alla precedente, ma in scala doppia e ruotata di 90°. Essa corrisponde alla figura del testo di Schoener.

L'uso dello strumento per la lettura delle ore comuni

L'Autore non spiega nulla circa il modo di servirsi dello strumento, perché sostiene che troppi libri pubblicati nello stesso periodo si prodigano già in spiegazioni, per cui è inutile ripeterle. Ne do comunque un breve resoconto.

Sul lato AC sono previsti due risalti cubici uguali, e nel punto A si deve inserire un filo a piombo dotato di una perla scorrevole. Si regoli la distanza fra A e la perla sul punto di Eclittica corrispondente alla data (i Segni zodiacali sul bordo AC sono necessari a questo scopo, ma potrebbero essere sostituiti da un "Calendario"), e si volga lo strumento al Sole, inclinandolo in modo che l'ombra del primo risalto copra la superficie del secondo: la perla sul filo a piombo indicherà l'ora nel diagramma.

Al termine del capitolo L'Autore informa il lettore del fatto che è possibile un uso diverso dello stesso quadrante: lo si deve montare su un treppiede, ruotato di 90°, in modo che AC sia verticale (e ovviamente AB orizzontale, con il grafico delle ore volto verso il basso). Il punto A deve essere dotato di un breve stilo perpendicolare alla superficie del grafico. Il treppiede che lo sostiene va posato su un piano orizzontale ed il quadrante esposto a luce radente. L'ombra proiettata dallo stilo permette di leggere l'ora sull'arco corrispondente alla data.

La costruzione del diagramma dell'Eclittica

Come si è riferito sopra, il diagramma costituito da una serie di 11 parallele in corrispondenza delle linee dei Segni zodiacali è una eredità dai colleghi degli anni precedenti (Apianus in particolare, ma anche altri); con questo diagramma si mirava a inserire la posizione della Luna nell'Eclittica, servendosi di essa per la lettura delle ore notturne.

Si tenga presente che il "piano" dell'orbita della Luna non è coincidente con il "piano" dell'orbita apparente del Sole, ma è inclinato di circa 5 gradi (e la variabilità della posizione reciproca dei piani regola i tempi delle Eclissi). Il moto reciproco è assai complesso – anche il termine "piano" è fuori luogo – ma qui non è il caso di andare oltre. Occorrerebbe fare riferimento per lo meno al testo di Regiomontanus/Purbach, non dimenticando che nel frattempo anche Copernico è già stato pubblicato da almeno 20 anni[3]).

La figura e il testo non chiariscono il metodo cui è ricorso per il tracciamento del diagramma "della Eclittica". Lo si desume dagli elementi grafici.

[3] È forse il caso di far presente che Apianus ha avuto per primo l'idea di calcolare la Longitudine geografica per mezzo delle Effemeridi della Luna. Il problema non era ovviamente risolubile con i mezzi di cui si disponeva all'epoca, e fu affrontato con successo solo due secoli più tardi, dagli astronomi inglesi, in concorrenza con la soluzione, più semplice, per mezzo del Sole e del Cronometro (si vedano Harrison e il Concorso indetto dal governo inglese).

Alcuni riferimenti in lettere minuscole sono indicati – in modo scarsamente comprensibile – lungo la linea del mezzodì, al fine della sua costruzione. Non si è ritenuto il caso di riportarli nella figura AG3 che segue, che mostra con illustrazioni separate le fasi successive.

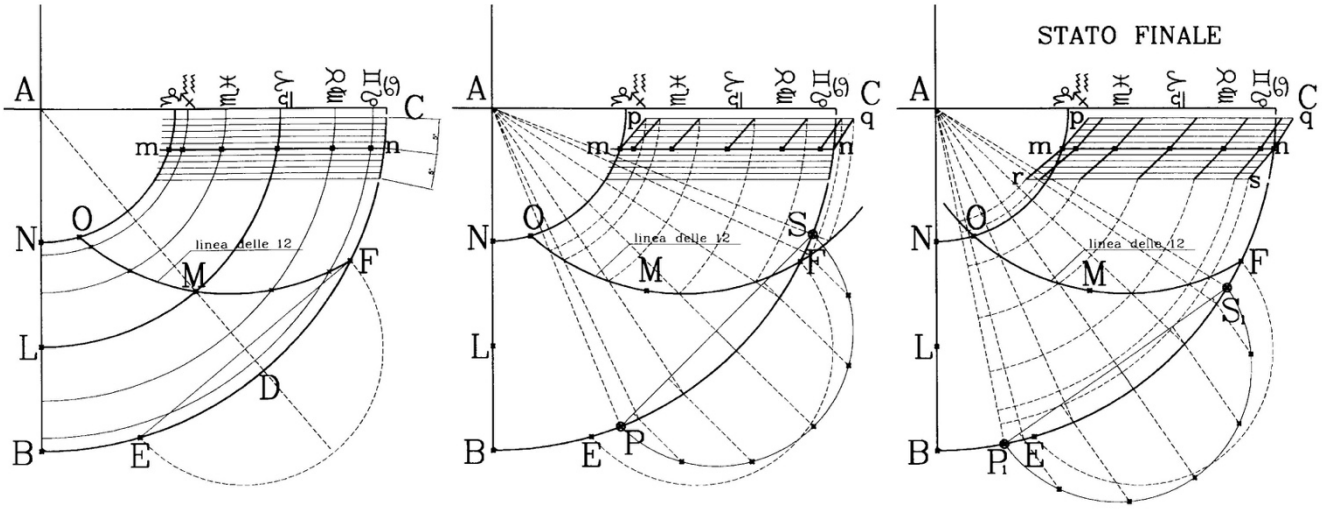


Figura AG3 - Diagramma per la lettura delle ore notturne attraverso la Luna

Nella illustrazione a sinistra la linea **mn**, parallela ad AC, rappresenta l'intera Eclittica.

Su di essa sono riportati i punti di riferimento relativi agli inizi dei vari Segni. Le parallele rappresentano il possibile discostamento della Luna dall'Eclittica, corrispondente ad un massimo di 5°, sia verso Borea, sia verso Austro.

La costruzione del Manaeus sull'arco EF per trovare lungo la linea delle ore 12, i punti corrispondenti agli inizi dei Segni Zodiacali, già illustrata nella figura precedente (Fig. AG2), viene qui ripetuta due volte nelle due figure che seguono, sugli archi di diametro PS e P_1S_1 (*identici all'arco su EF: la presenza dei due cerchi in basso a destra , nella figura originale, si riferisce appunto a questa operazione; ma dovrebbero essere tre: manca il cerchio su* P_1S_1), che si discostano di 5° dall'arco su EF, da una parte e dall'altra del punto medio D, individuando i punti corrispondenti sulle parallele estreme del diagramma della Eclittica, rispettivamente **pq** e **rs**.

Ovviamente l'uso di questo diagramma per individuare le posizioni della Luna dipende da apposite Tavole, che mettano in evidenza il fatto che ogni due giorni la Luna percorre quasi un intero Segno; esse quindi devono riguardare (pur tenendo conto della modestia dello strumento) ciascuna delle ore di ogni singolo giorno.

La connessione con le ore solari corrispondenti rimane poi sempre laboriosa, e collegata ad altre Tavole. (*Possiamo immaginare quanti si siano serviti, all'epoca, del corso della Luna per trovare l'ora di notte…*)

L'Autore fa presente che un diagramma analogo può essere costruito anche per i pianeti, esso dovrebbe essere esteso ad 8° per parte, e costruito con criteri del tutto analoghi.

Il lettore interessato a queste operazioni dovrebbe però ricorrere (secondo Schoener) ai testi dell'Apianus, per una più dettagliata esposizione dell'argomento.

L'Orologio ad ore dei Pianeti

In realtà, quelle che Schoener chiama "ore dei Pianeti", sono le ore Ineguali. Nel testo e nella figura, il criterio per la costruzione del diagramma è appena accennato.

L'Autore si serve del cerchio di diametro SF già utilizzato per i grafici precedenti (Fig. AG1) per determinare i punti orari nei due Tropici (in realtà lo fa solo per il tropico di Cancro, senza chiarire che per il tropico di Capricorno si deve dividere in 6 parti l'arco BS ribaltando poi i dati ottenuti sulla parte destra dell'arco NO).

Per l'Equinoziale LM la suddivisione è ovviamente identica a quella dell'orologio ad ore uguali, in 6 parti.

Teoricamente la suddivisione in 6 parti andrebbe ripetuta per ogni parallelo di declinazione, grado per grado. *(Ma il problema è stato individuato e affrontato da Clavius, solo nel 1593).*

Il diagramma finale è quello della figura AG4.

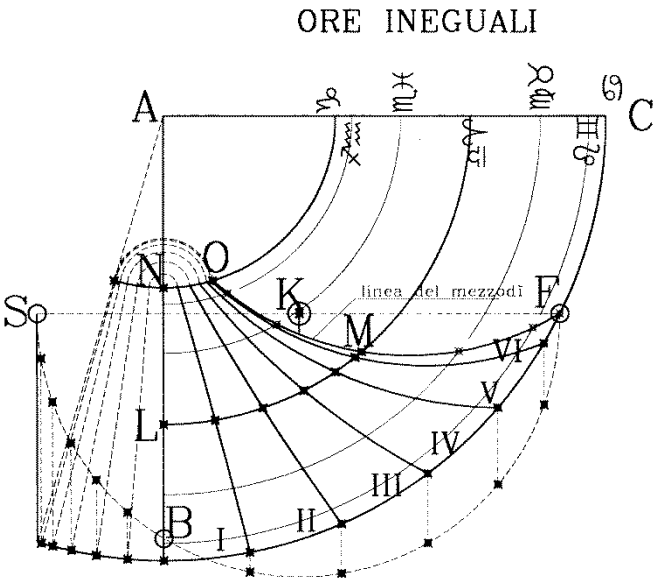


Figura AG4 - Diagramma finale dello strumento

Altre prestazioni dello strumento

Schoener fa cenno alla possibilità di tracciare i grafici delle ore Italiche e/o Babilonesi, e quello relativo all'Orologio di Norimberga (sua Patria). Ma non procede a esporre un programma di lavoro in merito.

(Si omettono illustrazioni per questa parte, per non eccedere nella esposizione: esiste un progetto di quadrante d'altezza ad ore Italiche proposto in altra epoca e con criteri teorici del tutto diversi da Teofilo Bruni – Armonia Astronomica e Geometrica – Venezia 1621.

La figura del libro di Bruni ha un aspetto "piacevole" e la semplice presenza sul panciotto del possessore poteva essere indice del suo livello sociale (il Rolex dell'epoca). Probabilmente non ha avuto successo, per le obiettive difficoltà nella lettura dell'ora, che non era immediata, ma richiedeva l'individuazione dell'altezza del Sole, e successivamente la consultazione di una seconda parte del quadrante, in sequenza. Un po' scomodo…)

Bibliografia

[1] Andrea Schoener – Gnomonice – Noribergae – 1562

[2] Petrus Apianus – Qui si elencano solo i testi di Gnomonica di cui è Autore.
Quadrans Apiani 1532
Horoscopium 1533
Folium Populi 1533
Instrumentum Primi Mobilis 1534
Astronomicum Caesareum. 1540

[3] Teofilo Bruni – Armonia Astronomica e Geometrica – Venezia 1621

Tra i Bonus del numero corrente si trova un file di Geogebra, fornito da Elsa Stocco, che effettua la costruzione di Schoener.

Appendice (Traduzione del testo di Schoener)

Descrizione del quadrante

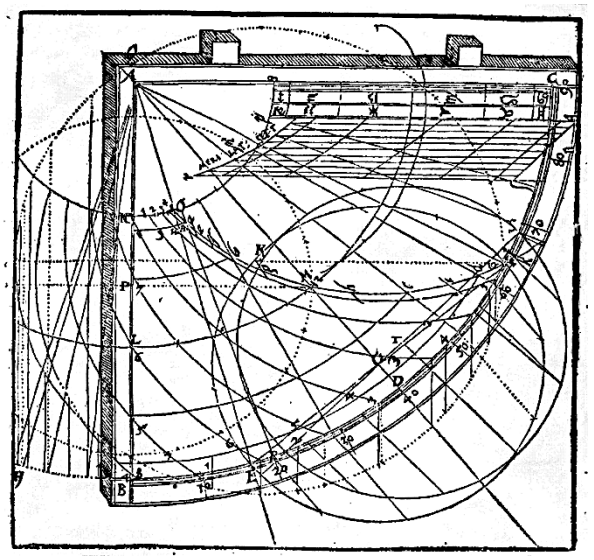
Dal centro A si tracci il quadrante di cerchio BC; suddiviso in 90 parti uguali, da B si conti il complemento della altezza di polo il cui estremo sia D: e da esso si conti dalle due parti la declinazione massima del Sole, pari a circa 23,5 gradi, fino ad E ed F.

Si connettano i punti A, D, E, F con linee rette; di esse AD intersecherà normalmente la EF in G.

La lunghezza EB sia contata a partire da B nell'arco del quadrante emesso al di là di B, fino ad H, da cui si tracci la parallela alla AB.

Da F anche la parallela alla AC intersecherà la precedente perpendicolarmente.

Suddivisa ora a metà, in K, la distanza fra questo punto ed F, si tracci da esso, con diametro pari al segmento dato, un cerchio che va suddiviso in 24 parti uguali; da esse si traccino le parallele alla AB, che intersecano l'arco del quadrante nei punti di Altezza del Sole per le ore di Cancro comprese in BF; le restanti sono quelle di Capricorno.
(Non chiarisce da che punto iniziare la suddivisione in 24 parti. Dalla figura si deduce che l'ora 12a – mezzodì – deve coincidere con il punto F.)



Si assuma anche ad libitum su AB il punto N da cui un cerchio tracciato da A individui il Capricorno e, congiunti con A i punti di suddivisione di BH, tale arco sarà intersecato nei punti a lato di AB, che a partire da N saranno ribaltati verso O, come nella figura.
Così i due Tropici sono numerati con le relative ore.

Suddivisa la NB a metà in L (ma l'operazione è arbitraria) e tracciata la circonferenza per esso da A, essa individui gli inizi di Ariete e Libra, e sia intersecata da AD in M.

Da M si tracci la parallela alla AC, che interseca AB in P, da cui si tracci la circonferenza suddivisa in 24 parti uguali come la precedente; per le suddivisioni si traccino le parallele alla AB, che suddivideranno l'arco LM di Ariete e Libra nelle ore di competenza.

Trovati quindi tre punti orari (per ogni ora), li abbiamo congiunti con archi di cerchio per ogni linea oraria e abbiamo trasferito le ore di Cancro, con rette uscenti da A , fino al cerchio NOC di Capricorno, numerandole poi a partire da N, all'esterno del quadrante, al fine di poter avere più comodamente tre punti per ogni ora; e si è operato in modo analogo nel cerchio di Ariete e Libra, secondo il criterio esposto, con cui cioè abbiamo suddiviso i due Tropici e l'Equatore.

Tutti gli altri cerchi, quali essi siano assunti, possono essere suddivisi, se la loro declinazione Boreale è contata da D verso C, tracciando dall'estremo della numerazione la parallela alla AC, e quella Austrina è contata verso B, contando lo spazio fra l'estremo della numerazione e B sull'arco FB, a partire da B verso l'esterno, e tracciando dall'estremo la normale alla precedente: questa va ancora suddivisa a metà e il cerchio dal punto trovato suddiviso in 24 parti.

Tracciando dai punti trovati le parallele ad AB, insieme all'arco, avremo i punti orari per quel cerchio di declinazione.

Petrus Apianus[4] ha sicuramente costruito i suoi quadranti secondo questa sequenza, senza tabelle delle altezze del Sole, e inoltre verso il basso rispetto al cerchio di Ariete e Libra ha contato i gradi della declinazione Boreale, che vi sono fra l'equatore e il Vertice della Regione data, cioè verso l'altezza di polo, e verso l'alto le declinazioni verso Austro, tra equatore ed orizzonte, ossia rispetto al complemento dell'altezza di polo, considerando un numero uguale di gradi. Così di fatto il punto più basso delle 24 non ne ha originato nessuna al di sopra di esse (?) (da essa difatti deriva l'ora 12a), dividendo tali cerchi di declinazione come si è spiegato sopra relativamente a ♑ e ♋ . Da ciò derivano le curve delle linee orarie.

[4] Il libro sugli orologi d'altezza è dedicato per buona parte ad un commento/riassunto dell'opera di Apianus; Schoener rimanda sovente il lettore ai testi del collega, per una più ampia informazione.

Ma torniamo a considerare il nostro quadrante.

Alcuni invertono l'ordine che è stato proposto sopra, disponendo Cancro in NO e Capricorno in BC; ma qualsiasi sia la disposizione dei Segni, non è rilevante, e neppure per tale motivo si modifica il criterio di distribuzione degli intervalli delle ore.

Nel grafico abbiamo suddiviso così i Segni: da G, abbiamo proposto la circonferenza utilizzando come diametri GF, oppure GE, e l'abbiamo suddivisa in 12 parti uguali (e ciascuna di esse avrebbe potuto essere suddivisa in due, o tre, o cinque, dieci, quindici ecc.. se si fosse deciso di suddividerla in parti) e dai punti di suddivisione abbiamo tracciato le normali alla EF, che hanno suddiviso l'arco EDF in sei parti ineguali; esse congiunte con rette al centro A, intersecheranno l'arco di cerchio della dodicesima ora in O, a partire da M ed F, e per esse gli archi uscenti con centro A individuano gli inizi dei Segni ecc..

Abbiamo tracciato tutte queste linee anche in AC, che sono necessarie per individuare l 'ora dal raggio del Sole.

Ma se volessimo servirci dello stesso **per i raggi della Luna**, o per l'apparizione dei pianeti, dovremmo costituire l'Eclittica con i gradi delle Latitudini, come segue.

La linea **mn,** parallela ad AC, tracciata da un punto scelto a caso, designante l'Eclittica, è suddivisa come precedentemente NB, oppure AC, ecc…

Ora, da D si contino cinque gradi di Latitudine, in relazione alla Latitudine massima della Luna (che abbiamo assunto quale esempio) oppure otto per i pianeti; dall'estremo del conteggio (ne diamo un esempio solo per la latitudine boreale) si conti la declinazione massima del Sole dalle due parti, fino ai punti R ed S; congiunti questi con la retta RS, e trovato il suo punto medio T, tracciato il cerchio di raggio TR o TS, lo si divida come EF precedentemente, e tracciate le normali alla RS dai punti di suddivisione, l'arco fra RS sarà suddiviso in 6 parti ineguali: la riga per esse e per A taglierà la linea della dodicesima in **a e f g h i k**;

(I riferimenti in lettere minuscole, nella figura del testo sono indicati – in modo scarsamente leggibile – lungo la linea del mezzodì.)

…… e tracciati i cerchi da A passanti per essi, la retta **pq** (parallela alla **mn,** a distanza ad libitum) relativa a 5 gradi di Latitudine settentrionale sarà suddivisa in segmenti.

Con lo stesso criterio, tracciate le parallele alla **mn** per ogni singolo grado di Latitudine (sia verso Borea che verso Austro), saranno suddivisi, secondo quanto si è scritto, i Segni e le parti dei Segni.

All'interno individueremo dei punti relativi alle posizioni dei pianeti, sia per inserirli in questo orologio che in quelli che seguono, dove proporremo anche una Tavola dell'altezza del Sole relativa, ad uso di chi preferisce definire i quadranti attraverso i numeri.

Per le ore dei Pianeti si suddivida in 12 parti uguali (ogni) arco diurno, cioè l'arco intercettato da AB, che (per fare un esempio) per il Cancro è BFQ con centro in T (*errore: il centro è K);* tracciate per i punti le parallele ad AB, si dividerà BF negli intervalli delle ore dei pianeti, che lungo l'arco BF abbiamo indicato con i numeri 1, 2, 3, 4, 5, 6. Si operi in modo analogo per il tropico di Capricorno.

Suddivisi in questo modo i cerchi relativi ai singoli gradi di declinazione uscenti da A, si saranno ottenute le ore desiderate.

Chi volesse tracciare le ore ab ortu o ab occasu in questo genere di strumento, divida l'arco diurno cominciando da AB (come mostriamo nell'esempio BEO) in 24 parti uguali, e con le normali ad AB emesse dai punti tagli l'arco dato BF nei punti relativi al sistema scelto. Distribuiti così tutti i cerchi orari, avrà le ore desiderate.

Se quanto detto nel primo libro nelle pagine XXIX e XXXII sarà applicato a questo orologio, si otterranno anche le ore di Norimberga e Schubac.

Circa il suo uso non abbiamo voluto dare informazioni, perché esso è stato trattato precedentemente da molti altri autori, soprattutto da Apianus, artefice sommo nell'esporre idee sue e di altri, e per queste ragioni eretto a grande dignità dall'Imperatore Carlo V.

L'uso del quadrante per trovare l'ora del giorno si farà anche in questo modo, se si dispone AC perpendicolarmente (*con questo termine l'Autore intende dire che AC deve stare su una linea verticale*) e da A esca un indice perpendicolare. Infatti l'ombra solare mostrerà la parte del giorno presente, lungo la curva relativa al Segno in cui il Sole ruota.

Dalla Margarita Philosophica il Quadrans Vetus e l'Astronomia

L'autore ci presenta la traduzione, offerta tra i Bonus, di due testi estratti dal libro enciclopedico della Margarita Philosophica in una edizione del 1508: il primo è quello che descrive la costruzione del "Quadrans Vetus", il secondo è il capitolo dedicato all'Astronomia.

di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

La "Margarita Philosophica" è un libro enciclopedico (forse la prima enciclopedia) edito più volte, con lo stesso titolo, ma con impostazioni diverse, a partire dalla prima edizione del 1496 (Friburg) fino all'inizio del '600.

L'impostazione di base del testo del 1508 è dovuta a Gregorius Reisch (1467 - 1525).

Si tratta di un testo impostato probabilmente ad uso dello studente universitario dell'epoca, contenente gli elementi del trivio e del quadrivio (termini "inventati" secoli prima da Severino Boezio, e sopravvissuti all'intero Medio Evo, ancora adottati dalle Università per l'intero 16° Secolo).

Si potrebbe, entro certi limiti, considerarlo una sorta di "Bignami", se si vuole fare un confronto con i riassunti di un recente passato. Ma alcune parti aggiunte (ad esempio la Filosofia Morale ad opera del Poliziano) certamente eccedono questi limiti. Nella sua composizione sono contenuti temi ed estratti da opere di nomi celebri all'epoca, come Pico della Mirandola, Ficino, Poliziano, Berovaldo, Cusano, ecc…

Questo breve articolo ha lo scopo di presentare la traduzione in lingua italiana (offerta nei Bonus) di due testi tratti da quest'opera: il primo è quella parte del Libro sulla Geomentria che descrive il quadrante di altezza noto come "Quadrans Vetus", il secondo è l'intero capitolo dedicato all'Astronomia.

L'edizione da cui sono stati estratti i due testi è del 1508, indicata come Argentoratum[1], e contiene gli argomenti più vari: Grammatica Latina, Ebraica, Greca - Logica - Retorica - Aritmetica - Musica - Geometria - Architettura - Prospettiva - Astronomia - Astrologia - Alchimia - Fisiologia - Metafisica - Filosofia razionale - Filosofia morale.

Per gli appassionati di Gnomonica, nel libro VI dedicato alla Geometria (Fig. 1), vi sono pagine che trattano il Quadrans Vetus, praticamente la pubblicazione a stampa del testo duecentesco di Guillelmus Anglicus. C'è anche una trattazione breve sulla cosiddetta Verga di Giacobbe.

Notoriamente il Quadrans Vetus è stato descritto da un autore del secolo 13°, denominato Guillelmus Anglicus, non meglio identificato (ma probabilmente si tratta di Guglielmo di Moerbeke, un religioso mandato con un confratello sulla costa africana del Mediterraneo con il compito di tradurre il Corano).

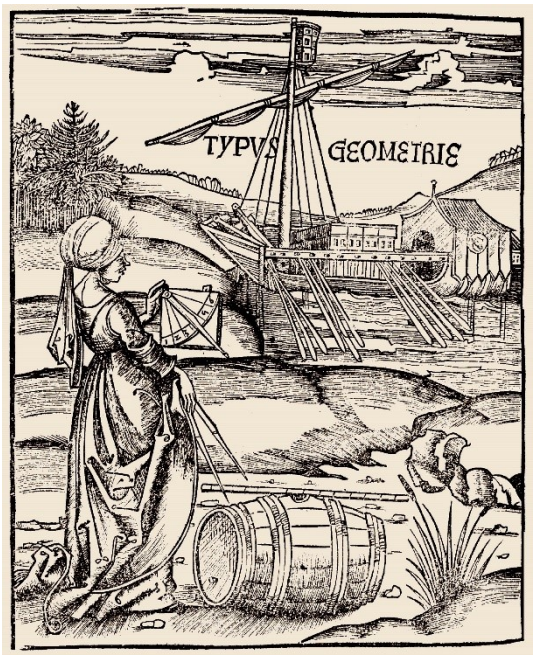


Fig. 1 – L'immagine che apre il VI Libro, dedicato alla Geometria.

[1] Reisch Gregor – Margarita philosophica nova, Argentoratum, 1508. L'edizione completa si può scaricare al link https://daten.digitale-sammlungen.de/~db/0000/bsb00007953/images/index.html

Poiché questo genere di quadrante ha origine più antica, ed è dovuto ad uno studioso arabo, evidentemente il testo di Guillelmus è solo un rapporto informativo relativo a uno strumento di cui egli non è inventore.

Il Tannery[2], cui notoriamente oggi si fa riferimento per i testi tecnici di origine medievale, riferisce che oltre al testo di Guillelmus gli è giunta notizia di una pubblicazione a stampa del 1508, relativa a questo strumento, ma di non essere riuscito a trovarla.

Quella riportata nei Bonus, è appunto la traduzione del testo "non trovato" da Tannery.

La prima parte, costituita grosso modo dalle prime sei pagine del testo tradotto, è una versione abbastanza fedele del testo di Guillelmus: il quadrante esposto è ad ore ineguali.

La parte interessante è il cursore che rende "universale" lo strumento (Fig. 2).

È il caso di avvertire il lettore che il testo non è un esempio di chiarezza, è piuttosto un esempio di come gli insegnanti del '500 riuscissero a "non essere capaci di spiegarsi".

Si tratta comunque di un documento storicamente rilevante, in quanto introduttivo del prototipo di una lunga serie di quadranti d'altezza.

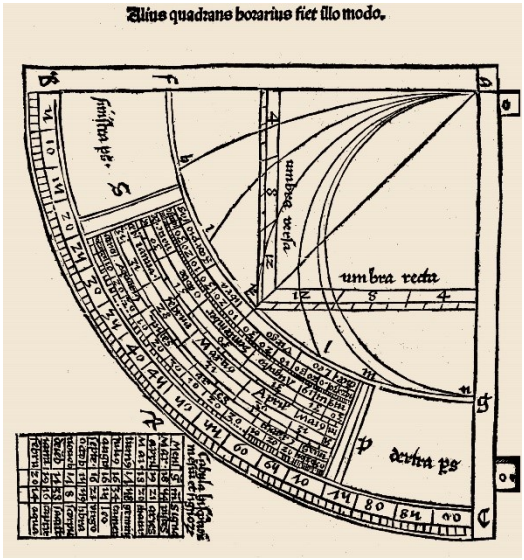


Fig. 2 – Immagine del Quadrans Vetus. Il settore di corona circolare ricco di scritte è il "cursore".

Fig. 3 – L'immagine che apre il VII Libro della Margarita Philosophica, dedicato all'Astronomia.

Il testo di Astronomia costituisce il VII Libro (Fig. 3) e non è un testo gnomonico: è la mia prima traduzione, fatta qualche anno fa, ed è stata con piacere da me riletta, revisionata e condivisa in questo periodo.

Il testo è anonimo, ma si rifà, con notevoli semplificazioni, al trattato, celebre all'epoca, anche se talvolta violentemente contestato, di Purbach e Regiomontanus.

Una occasione per rendersi conto del livello di conoscenza "medio" e della commistione fra notizie di carattere scientifico ed impostazioni religiose dei vari punti di vista dell'epoca.

Dedicato alla virale permanenza obbligatora in casa
Sfidando le consolidate abitudini famigliari
A causa del Covid

Tra i Bonus del numero corrente si possono scaricare le traduzioni del testo relativo al "Quadrans Vetus" e del libro dell'Astronomia, tratti dalla Margarita Philosophica.

[2] Paul Tannery (1843-1904) è stato un matematico, storico e divulgatore scientifico francese.

L'ing. Garnier ci fa sperimentare la retrogradazione dell'ombra

Si riproduce un articolo di Enrico Garnier sul numero 83 (giugno 1938) della rivista "Sapere" nel quale è descritto un semplice dispositivo per osservare la "retrogradazione dell'ombra" citata nel noto passo biblico. Nella premessa si ricordano la figura di Enrico Garnier e la rivista "Sapere", e si richiamano alcuni degli studi fatti per spiegare il fenomeno della retrogradazione al di là del miracolo divino. In una Appendice sono presentate simulazioni matematiche del fenomeno.

Redazione di Orologi Solari (redazione@orologisolari.eu)

La "retrogradazione dell'ombra", associata al noto miracolo biblico, è uno dei tormentoni della gnomonica, sul quale sono stati versati fiumi di inchiostro. Vogliamo appoggiarci a questo fenomeno per ricordare insieme uno gnomonista un poco dimenticato e la prima rivista di divulgazione scientifica italiana, nata nel 1935; nel seguito riproduciamo perciò un articolo di Enrico Garnier sul numero 83 (giugno 1938) della rivista "Sapere": un chiaro e semplice articolo che spiega il fenomeno e insegna a riprodurlo con un piccolo apparato autocostruito [1].

L'ing. Enrico Garnier è noto al grande pubblico soprattutto per il suo manuale "La matematica che serve" [1], pubblicato da Hoepli nel 1935. Il libro ha avuto grande successo, tanto che ancora oggi la sua 7ª edizione è nel catalogo della casa editrice Hoepli. Ma Enrico Garnier, che l'anonimo presentatore dell'articolo qui riprodotto definisce "un matematico dall'agile penna", è autore anche di diversi altri testi matematici, e soprattutto ha pubblicato nel 1939 un testo di gnomonica [2]: un libro di non grande mole, ma con una impostazione originale ed essenzialmente matematica.

Come gnomonista Garnier ha anche il merito di essersi occupato di orologi solari e della loro divulgazione in un'epoca (anni '30 dello scorso secolo) in cui questa scienza era passata di moda e perdeva cultori. Due notevoli gnomonisti di inizio '900 erano scomparsi da poco: nel 1924 Giovanni Bottino Barzizza, autore di un altro noto trattato di gnomonica, e nel 1932 Enrico d'Albertis. Relativamente pochi erano i loro seguaci, tra i quali è però da ricordare il grande architetto Piero Portaluppi, che in quel periodo raccoglieva la sua collezione di orologi solari, ora al Museo Poldi Pezzoli di Milano.

La rivista "Sapere", prima rivista di divulgazione scientifica italiana, è stata fondata nel 1935 da Ulrico Hoepli e ha avuto subito un grande successo (il primo numero è stato stampato in 100.000 copie) anche grazie alla collaborazione di scienziati di prestigio [2]. Enrico Garnier ha collaborato con numerosi articoli, in particolare di gnomonica, e per qualche tempo ne è stato anche il direttore. La testata esiste ancora oggi, pur dopo diversi cambi di proprietà e di linea editoriale.

La possibilità del manifestarsi della retrogradazione dell'ombra di un orologio solare, senza necessità di un diretto intervento divino, e la natura dell'orologio interessato sono state discusse da molti gnomonisti. Il primo a parlarne sembra essere stato il portoghese Pedro Nunez, verso la metà del '500 [4] che, limitandosi a un piano orizzontale con gnomone verticale, considerava giustamente la cosa possibile solo sotto il tropico; ma Clavio ha presto fatto notare che inclinando il piano del quadrante, in modo da simulare una latitudine inferiore, la retrogradazione può essere vista anche alle nostra latitudini. È proprio questo il "trucco" che Garnier ci insegnerà a usare, e che vediamo anche applicato nel bel dispositivo didattico ottocentesco della Fig. 1, conservato nel dipartimento di Matematica dell'Università di Padova.

Fig. 1 – Orologio solare inclinabile per esperimenti sulla retrogradazione dell'ombra.

[1] La pubblicazione di questo articolo ci è stata suggerita da Riccardo Anselmi, che è uscito dalla redazione... ma non l'ha abbandonata.

[2] Per chi volesse vedere la riproduzione fotografica di alcuni numeri questa rivista (incluso il n. 83 con l'articolo qui presentato) può visitare il sito Web http://www.intronі.it , seguendo poi le voci di menu: Hobby/Vecchie riviste/Sapere.

Giuseppe Zuccalà ha parlato di retrogradazione dell'ombra in occasione di tre Seminari Nazionali di Gnomonica, presentando in particolare nel XXI Seminario [4] una ipotesi di struttura architettonica capace di dar luogo al fenomeno anche alla latitudine di Gerusalemme (Fig. 2). In questo caso è la presenza di gnomoni inclinati (i cordoli laterali delle scale, orientati verso Est e verso Ovest) a permettere il fenomeno della retrogradazione anche su un piano orizzontale. (È facile convincersi che nel dispositivo di Fig. 1 la retrogradazione si avrebbe anche solo inclinando lo gnomone: un'ombra che retrocede sul piano inclinato lo fa pure su quello orizzontale).

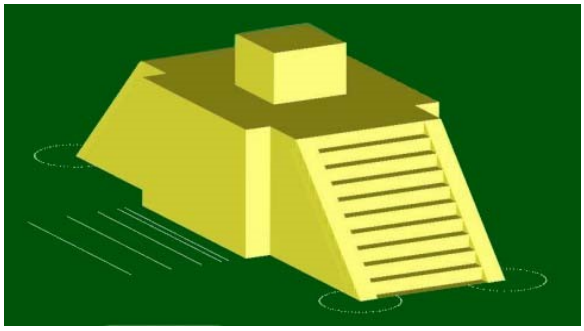


Fig. 2 – Ipotesi di struttura per l'orologio di Achaz.

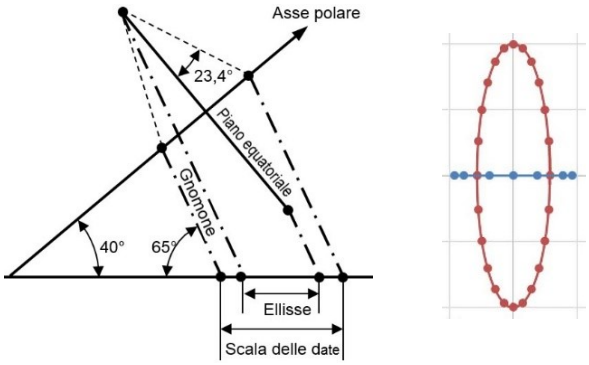


Fig. 3 – Schema proiettivo per un orologio analemmatico 40° di latitudine, con gnomone inclinato di 25° verso Sud.

Quale sia la condizione chiave per il fenomeno della retrogradazione, appare evidente nello studiare con il metodo proiettivo i quadranti analemmatici generalizzati [5] [6] [3]. Si vede infatti che quando l'angolo tra gnomone e piano equatoriale è inferiore alla massima declinazione del Sole, la scala delle date esce dall'ellisse oraria, come nell'esempio di Fig. 3, per qualsiasi orientazione del piano del quadrante. Nelle date della zona esterna, il giro dell'ombra sull'ellisse delle ore porta allora sempre a una potenziale sua retrogradazione (diciamo "potenziale" perché nel momento della retrogradazione il Sole deve trovarsi anche al di sopra dell'orizzonte e davanti al quadrante).

Sul fenomeno sono state date pure altre spiegazioni, discusse ad esempio in [7]. Christopher Schisser, ha anche costruito nel 1578 un orologio solare dentro una coppa: versandovi dell'acqua, la rifrazione fa retrocedere l'ombra [8].

La retrogradazione può essere facilmente osservata anche con software di simulazione gnomonica, ad esempio con *Orologi Solari* [8] o con un software di geometria dinamica, come discusso nell'Appendice a questo articolo. La stessa Appendice riporta anche la spiegazione matematica del fenomeno, come data da Garnier in [2].

Chi però vuole proprio vedere dal vero il fenomeno, potrà farlo seguendo le semplici istruzioni di Enrico Garnier.

Riferimenti

[1] Enrico Garnier, "*La matematica che serve*", Hoepli, Milano, 1930.

[2] Enrico Garnier, "*Gnomonica*", Hoepli, Milano, 1939. (Anche: Lazarus, Sorso, 2010).

[3] Henrique Leitão, "*A brief note on the power of mathematics: Pedro Nunes and the retrogradation of shadows*", Proceedings of Recreational Mathematics Colloquium, V - G4G (Europe).

[4] Giuseppe Zuccalà, "*Esattezze matematiche e astronomiche nel racconto dell'antico testamento relativo al 'miracolo di Achaz' ",* XXI Seminario Nazionale di Gnomonica, Valdobbiadene, 2017

[5] Bruno Ernst, "*Equator projecting sundials*", Journal British Astronomical Association, 1986, 97, 1. pubblicato in lingua francese: "*Les cadrans solaires à projection équatorial*", Cadran Info, n.4, ottobre 2001.

[6] Francesco Caviglia, "Morfologia dell'orologio analemmatico", XX Seminario Nazionale di Gnomonica, Druogno, 2015.

[7] Edmondo Marianeschi, Nicola Severino, "La retrogradazione dell'ombra", VI Seminario Nazionale di Gnomonica, S. Benedetto del Tronto, 1994.

[8] Alice Morse Earle, "*Sun-dials and Roses of yesterday*", Macmillan, New York, 1902. (Anche: Tuttle, USA, 1971).

[9] Gianpiero Casalegno, *"Orologi Solari"*, http://www.sundials.eu/download/download.html

[3] Con questo non si vuol certo dire che l'orologio biblico fosse di tipo analemmatico, ma solo mostrare la relazione tra orientamento dello gnomone e possibilità di retrogradazione.

"Ed io farò indietreggiare l'ombra…"

di E.Garnier

VI SONO LIBRI che, in forma più o meno esoterica, racchiudono tutto il patrimonio spirituale di un popolo. Della Bibbia, che un numero sterminato di persone, durante secoli e secoli, hanno letta, studiata e meditata, v'è ancora qualcosa da ritrarre.

Un matematico dall'agile penna spiega qui argutamente un fenomeno naturale nel quale il profeta Isaia seppe leggere un segno del Signore. Questo matematico, che sa rendere divertente la matematica ha scritto un manuale di gnomonica che uscirà prossimamente per i tipi di Hoepli, e servirà a tutti coloro che vogliano, nella loro casa in città o in campagna, non solo sapere che ore sono facendo a meno dell'orologio o del telefono… purché ci sia il Sole, ma anche riprendere una tradizione frequente nelle belle ville italiane che offre un buon motivo di decorazione ed è utile anche a conoscere le ore di insolazione e a studiare senza avvedersene un poco di astronomia.

Ma ecco in che modo E. Garnier narra e spiega il miracolo e dà modo ai lettori di riprodurlo; cosa che, per un miracolo, è davvero notevole.

Nell'anno 750 a.C. il re di Giudea, Ezechia, cadde gravemente ammalato.

Di questo evento, ancorché sensazionale per i contemporanei, la storia avrebbe perso il ricordo, senza la seguente speciale circostanza.

Avendo Ezechia chiesto aiuto alla Provvidenza, il Signore incaricò il profeta Isaia di confortare il dolente, e di assicurarlo, anzi, della protezione divina anche nella lotta che egli stava sostenendo contro il re degli Assiri. Ed Isaia, nell'assolvere il suo mandato, aggiunse queste fatidiche parole:

"Ecco il segno che il Signore ti darà per assicurarti che Egli manterrà le sue promesse; io farò che l'ombra del Sole, che è discesa di 10 gradi sul quadrante di Achaz, retroceda di 10 gradi…". E l'ombra, aggiunge il testo divino, retrocesse di 10 gradi. (Libro di Isaia, Cap. XXVIII, verss. 1 a 8).

La menzione del quadrante di Achaz è interessante dal punto di vista storico: otto secoli prima di Cristo esisteva, in Gerusalemme, un orologio solare. Non si hanno notizie né sulla ubicazione precisa né su tipo del quadrante, e nemmeno sul nome del suo inventore, che si ritiene provenisse da Babilonia. Sta di fatto che un quadrante esisteva sin dal quell'epoca e che esso doveva essere tenuto in grande considerazione.

Ma il fatto citato dalla Bibbia è particolarmente interessante dal punto di vista scientifico.

E, anzitutto, che cosa è questa "retrogradazione dell'ombra"?

I quadranti usuali sono per lo più costruiti sulla parete meridiana degli edifici, il loro stilo essendo disposto parallelamente all'asse terrestre, ed è noto a ognuno che l'ombra dello stilo, mentre il Sole sorge a levante, culmina a mezzogiorno e tramonta a ponente, ruota lentamente attorno al centro del quadrante, venendo successivamente a coincidere colle singole linee orarie, "sempre nello stesso senso"; l'ombra cioè non retrocede, ossia "non inverte mai il suo moto".

L'orologio solare di Achaz non era dunque un quadrante verticale.

Ma vi sono altri tipi di quadranti, ad esempio quelli orizzontali a stilo verticale. Qui agli effetti delle retrogradazione dell'ombra interviene la considerazione della latitudine del luogo unitamente a quella della declinazione del Sole. Se la latitudine del luogo dove è collocato il quadrante è maggiore della declinazione del Sole (e ciò avviene tutti i giorni per ogni località la cui latitudine superi 23° 30') la retrogradazione non può prodursi; ma essa si verifica nel caso opposto.

Ad esempio, essa si verificherà a Gondar, la cui latitudine è 12° 36' 26", in tutti quei giorni dell'anno pei quali la declinazione del Sole è maggiore di tale angolo, e cioè da fine aprile a metà agosto circa; ma non mai a Gerusalemme, la cui latitudine, 32° 46'30", supera la massima declinazione possibile del Sole (23° 30').

Il quadrante di Achaz non era quindi, presumibilmente del tipo orizzontale a stilo verticale.

Allora?

Non è nostro compito l'indagare sul mezzo di cui il profeta abbia potuto servirsi per dare al re una prova convincente del buon volere della provvidenza, e solo ci proponiamo di mostrare come il fenomeno della retrogradazione dell'ombra possa riprodursi "in qualunque località ed in qualunque giorno dell'anno".

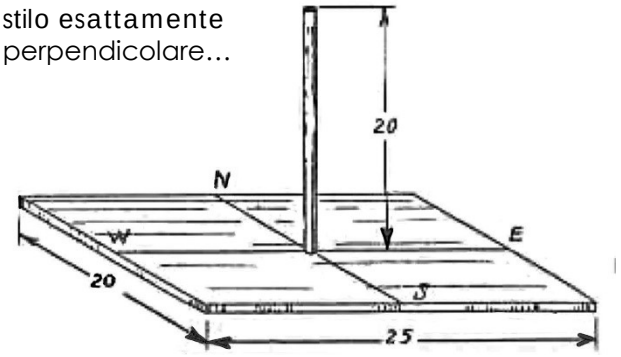
Nel centro di una tavoletta rettangolare si collochi uno stilo esattamente perpendicolare al suo piano (fig. 1), e si tracci una meridiana S − N del rettangolo (le dimensioni della tavoletta saranno ad esempio 25 x 20 cm, e la lunghezza dello stilo - un ferro da calza risponde bene allo scopo - di circa 20 cm); si colleghi questa prima tavoletta con una seconda di pari dimensioni a mezzo di due cerniere (fig. 2), e si collochi il sistema in posizione orizzontale, orientandolo in modo che la meridiana S − N sia nel meridiano del luogo ed il punto S a Sud (praticamente, basterà far sì che, quando scocca mezzogiorno l'ombra dello stilo cada su S − N).

Ciò fatto, e supposto, come è necessario, di operare all'ora di mezzogiorno, si faccia ruotare la tavoletta superiore attorno alle cerniere fino a che l'ombra dello stilo, che all'inizio era volta verso Nord (fig. 2) si diriga verso Sud e si arresti il moto di rotazione quando la lunghezza dell'ombra ha raggiunto circa 1 centimetro (fig. 3), francando a mezzo della vite di pressione, come nel caso del nostro disegno o con qualunque altro mezzo, la posizione della tavoletta, non resterà allora che assistere al fenomeno della retrogradazione.

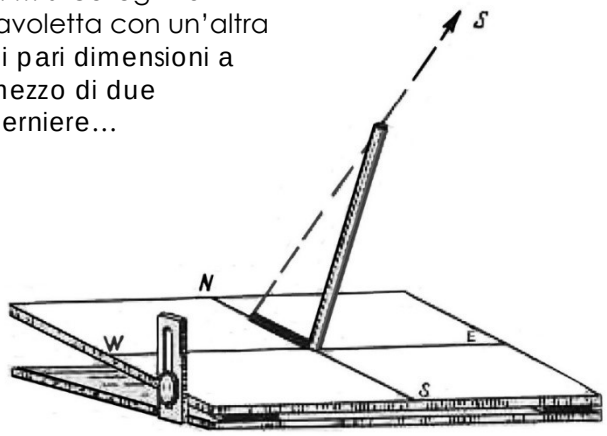
E si noterà quanto segue (fig. 3): dalle 12 fin verso le 14 l'ombra dello stilo ruota "verso levante" descrivendo un angolo di circa 78°, ed allungandosi notevolmente; essa resta poi stazionaria, e quindi retrocede "verso ponente" fino al tramonto del Sole.

La retrogradazione raggiunge il massimo valore, circa 10°, il giorno del solstizio d'estate, cioè il 21 giugno; invitiamo i nostri lettori a munirsi di un apparecchio come quello che abbiamo descritto e ad osservare uno dei fenomeni apparentemente più enigmatici che la natura possa presentare.

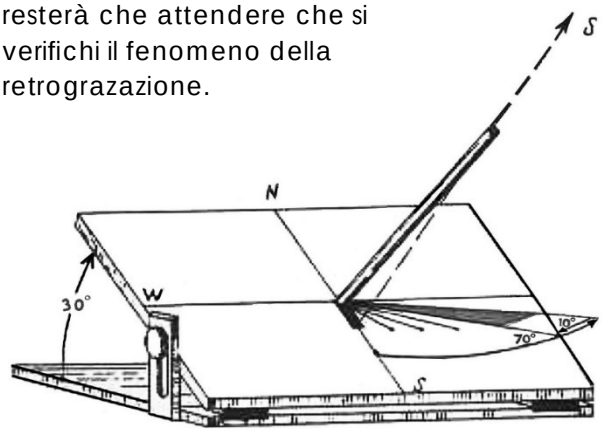
1. Nel centro della tavoletta si fissi lo stilo esattamente perpendicolare...



2. ... si colleghi la tavoletta con un'altra di pari dimensioni a mezzo di due cerniere...



3. ... e collocato il sistema in posizione orizzontale, orientadolo in modo che la S-N sia sulla meridiana del luogo, fatta ruotare la tavoletta, all'ora di mezzogiorno, finché l'ombra dello stilo, all'inizio volta verso il nord, si diriga verso il sud; non resterà che attendere che si verifichi il fenomeno della retrograzazione.



Appendice

Simulazione con il software *Orologi Solari*

La retrogradazione può essere facilmente sperimentata con un software di simulazione gnomonica, ad esempio con il citato *Orologi Solari*. Si definisca un orologio orizzontale ad una latitudine inferiore a 24° e si effettui quindi la simulazione per una data intorno al solstizio d'estate: si vedrà come la direzione dell'ombra di uno stilo verticale si sposti inizialmente verso nord per poi rallentare e virare decisamente verso sud; un comportamento simmetrico avviene nel pomeriggio e verso sera.

La Fig. A1 illustra la direzione dell'ombra gettata da uno stilo verticale posto nella località di Gedda (latitudine 21° 30') nel corso di una giornata prossima al solstizio d'estate.

Nel grafico sono evidenziati i seguenti 4 istanti ed il relativo valore di azimut solare:

1. ore 05:22:18 azimut -115° 18' 13" (alba)
2. ore 10:22:58 azimut -99° 33' 21"
3. ore 13:40:19 azimut +99° 33' 24"
4. ore 18:41:04 azimut +115° 18' 21" (tramonto)

L'azimut solare tende ad aumentare dall'alba fino all'istante 2, dopo di che scende rapidamente ed attraversa i ±180°, raggiunge l'istante 3 e torna quindi a salire fino al tramonto. La variazione "anomala" in azimut nel mattino e nella sera ammonta in questo caso a quasi 16 gradi.

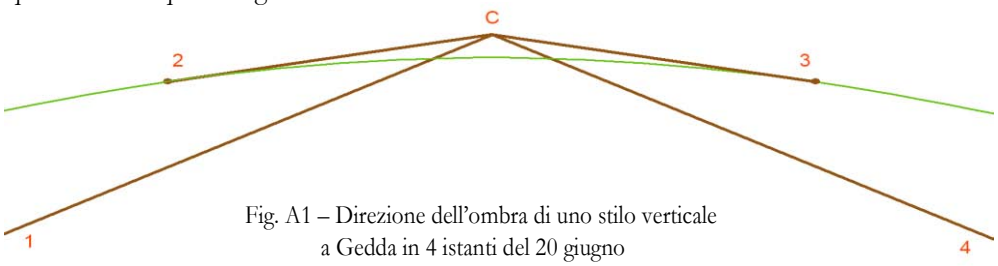


Fig. A1 – Direzione dell'ombra di uno stilo verticale a Gedda in 4 istanti del 20 giugno

La medesima situazione è visibile in altra forma nel grafico di Fig. A2 che *Orologi Solari* produce come "Illuminazione del quadrante".

Se si segue la curva corrispondente al solstizio estivo, si vede che essa tende verso destra a partire dall'alba (istante 1) per poi invertire la sua direzione intorno alle ore 10:20 (istante 2) e dirigersi quindi decisamente verso i -180 gradi. Un processo analogo si verifica nel pomeriggio (istanti 3 e 4).

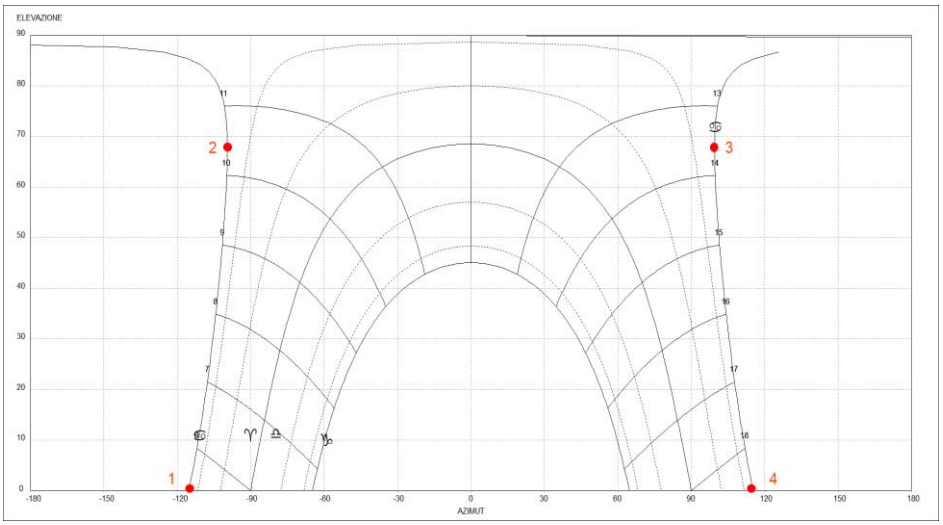


Fig. A2 – Grafico di illuminazione del quadrante a Gedda

Un breve filmato disponibile nei Bonus associati a questo numero della rivista mostra l'animazione del movimento dell'ombra dello stilo in prossimità del solstizio estivo.

Simulazione con il software *Geogebra*

La retrogradazione può essere facilmente sperimentata anche con il software di geometria dinamica Geogebra.

Nel file Retrogradazione.ggb, allegata ai Bonus, è possibile simulare il movimento apparente del Sole sulla sfera celeste e il conseguente movimento dell'ombra di uno stilo verticale al piano del quadrante scelto, e osservare, sotto particolari condizioni, il curioso fenomeno.

La latitudine φ, la declinazione solare δ e l'inclinazione i del piano del quadrante, possono essere impostati agendo rispettivamente sui punti P, D e H (Fig. 1).

Per muovere il Sole si può agire direttamente sul punto S o impostare per S "Animazione attiva" con il tasto destro del mouse.

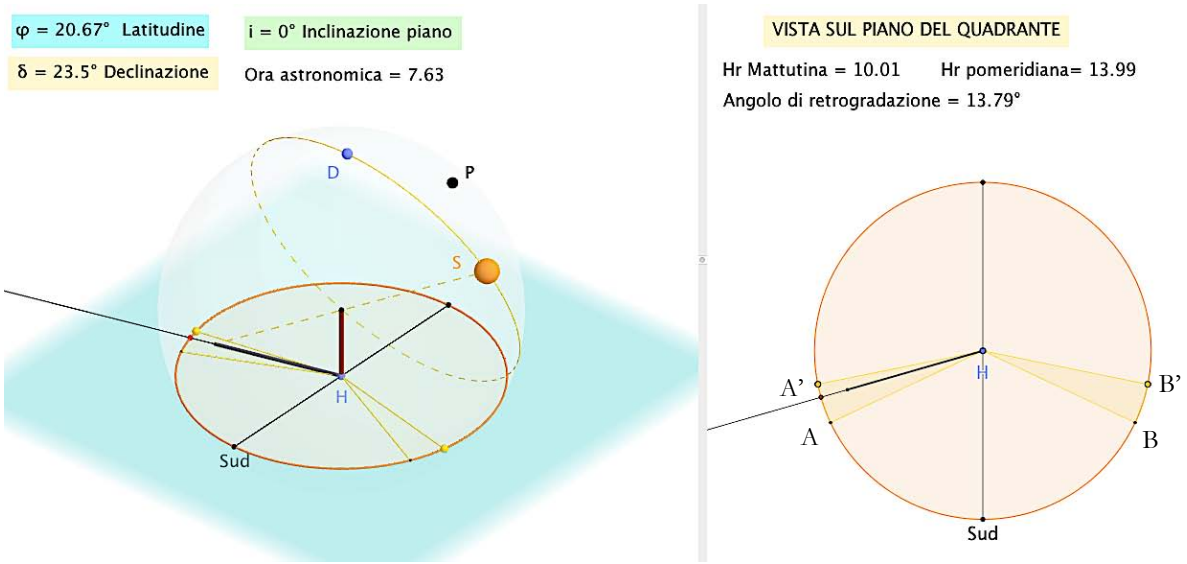


Figura 1

Sappiamo che ogni quadrante orizzontale a stilo verticale situato nelle regioni equatoriali dà origine alla retrogradazione dell'ombra: è sufficiente che la declinazione del Sole sia maggiore della latitudine.

Porre quindi inizialmente $i = 0$ (piano orizzontale), $\varphi < \delta$ e animare il Sole per osservare il fenomeno.

Nella figura 1, a sinistra, il Sole si sta muovendo sulla sfera al solstizio estivo.

A destra, nella vista sul piano del quadrante, sono evidenziati i due punti A e A' toccati dalla linea d'ombra quando il Sole sorge e quando raggiunge il suo massimo scostamento verso Nord (l'ora in cui questo avviene è indicata in alto da Hr mattutina). Da quel momento la linea d'ombra ruota verso Sud ripassando per A e raggiunge dalla parte opposta prima il punto B e poi B', dove segna il suo massimo scostamento verso Nord (all'ora indicata da Hr pomeridiana) per poi retrocedere e tornare in B al tramonto. L'angolo di retrogradazione indica l'ampiezza del fenomeno in relazione alla latitudine e alla declinazione quando questa si verifica.

Agendo sul punto H si può dare al piano del quadrante, e quindi allo gnomone (non dimentichiamo che è l'orientamento dello gnomone quello che conta) una inclinazione tale per cui è possibile osservare il fenomeno anche ad una latitudine superiore, come suggerisce Garnier.

Di fatto, è come traslare il quadrante orizzontale, parallelamente a sé stesso lungo il meridiano, ad una latitudine superiore: un quadrante orizzontale posto a latitudine φ è equivalente ad un quadrante inclinato di un angolo i, sullo stesso meridiano, ma ad una latitudine $\varphi_1 = \varphi + i$.

Il file di Geogebra Retrogradazione.ggb e un breve filmato, che ne mostra l'uso per l'animazione del fenomeno, sono disponibili nei Bonus associati a questo numero della rivista.

La matematica della retrogradazione spiegata da Garnier

Al capitolo V del suo libro *Gnomonica – Teoria e pratica dell'Orologio Solare*, Garnier affronta la matematica dei quadranti orizzontali a stilo verticale e spiega con un facile procedimento matematico in quale caso abbia luogo il biblico fenomeno della retrogradazione dell'ombra.

Indicata con φ la latitudine, con Δ la declinazione solare e con α l'angolo orario del Sole, Garnier considera il caso $\varphi < \Delta$ e riprende l'equazione della retta che rappresenta l'ombra dello stilo, già trovata in precedenza:

$$x\,sin(\alpha) + y\,[cos(\alpha)\,sin(\varphi) - tan(\Delta)\,cos(\varphi)] = 0 \qquad (1)$$

Osserva anche che l'ombra è in questo caso rivolta verso il Sud.

Il coefficiente di y in (1) è negativo se

$$cos\,(\alpha) \leq \frac{tan\,(\Delta)}{tan\,(\varphi)} \qquad (2)$$ il che si verifica in questo caso certamente poiché $\varphi < \Delta$

Segue di qui che l'angolo θ, tra ombra e linea meridiana, definito dalla relazione:

$$tan(\theta) = \frac{y}{x} = \frac{\sin(\alpha)}{[tan(\Delta)\,cos(\varphi) - cos(\alpha)\,sin(\varphi)]} \qquad (3)$$ ha lo stesso segno di α

Derivando la (3) si ottiene

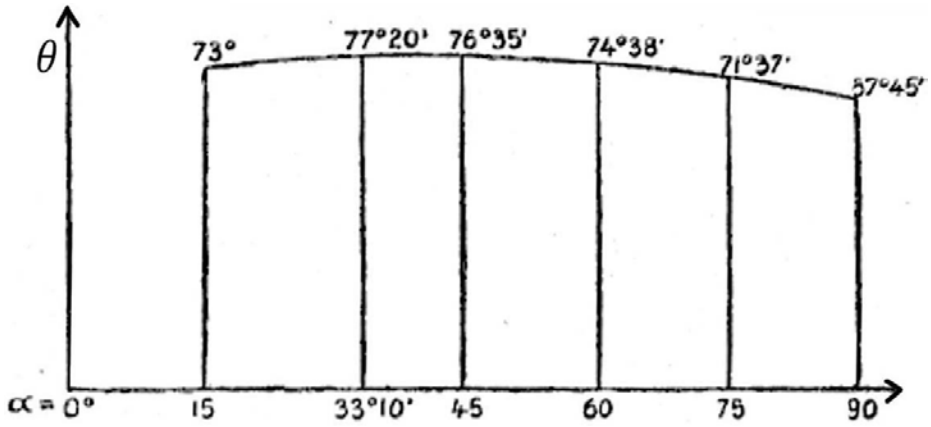
$$\frac{d\,tan(\theta)}{d\alpha} = \frac{tan(\Delta)\,cos(\varphi)\,cos(\alpha) - sin(\varphi)}{[tan(\Delta)\,cos(\varphi) - cos(\alpha)\,sin(\varphi)]^2} \qquad (4)$$

Per $\alpha = 0$ la derivata è positiva, è negativa per $\alpha = 90°$ e si annulla quindi per un valore di α compreso tra 0 e 90°, dato dalla relazione:

$$cos\,(\alpha) = \frac{tan\,(\Delta)}{tan\,(\varphi)} \qquad (5)$$

Per questo valore di α, l'angolo θ raggiunge il massimo valore; oltre a questo punto, al crescere di α, l'angolo θ decresce.

Garnier fa ancora notare che l'angolo α dato dalla (2) (considerato qui minore di 90°) è tanto minore quanto più φ si avvicina a Δ, che la retrogradazione è tanto maggiore quanto maggiore è Δ, e che é nulla per $\Delta = 0°$.



Nella figura è rappresentato il diagramma dell'angolo θ per $\Delta = 23°30'$ *e* $\varphi = 20°$; il valore di α dato dalla (5) è 33° 10' (ore 14 e 12^m); per questo valore di α l'angolo θ vale 77°20' e diminuisce di circa 10° dalle ore 14 e 12^m fino alle ore 18 ($\alpha = 90°$).

Orologio modello "Trittico"

Si presenta un orologio solare a ore medie composto da due quadranti solari verticali, uno esposto a 45° Est e uno a 45° Ovest, e da un terzo pannello con funzione di supporto. Per facilitare la lettura, le ore sono disposte su sei cerchi di diverso colore e contrassegnati da un simbolo che rappresenta il periodo dell'anno di riferimento.

di Pietro Sangiuseppe (pietro.sangiuseppe@alice.it)

L'invenzione degli orologi meccanici, necessariamente a marcia uniforme, la loro diffusione e la loro sempre maggiore precisione, oltre che il progresso delle attività umane, indussero la società ad adottare il tempo medio negli usi civili.

Negli ultimi tempi vi è la tendenza a realizzare orologi solari capaci di indicare con precisione l'ora civile, cioè quella media del fuso, anziché la classica ora vera locale propria degli orologi solari. Tale tendenza è da alcuni criticata, perché è inutile ricercare la precisione in oggetti adatti a rappresentare soprattutto il senso del trascorrere del tempo e dell'armonia cosmografica; sta di fatto però che osservando una meridiana sorge d'istinto la voglia di ricorrere all'orologio al quarzo che si porta al polso per verificarne la bontà (dell'orologio solare, s'intende!); ecco allora che ritorna il concetto dell'orologio solare di precisione.

La differenza tra ora locale e ora del fuso è una costante che dipende dalla longitudine del luogo per il quale è costruito l'orologio solare e non pone problemi, in quanto per compensarla basta correggere la scala delle ore.

La differenza tra l'ora vera e l'ora media è chiamata "Equazione del Tempo": variabile con la data, oscilla tra un massimo di +14 e un minimo di -16 minuti. Il modo più semplice e ovvio per ottenere l'ora media da un orologio solare è quello di associare all'orologio una tabella dell'equazione del tempo e, in funzione della data, aggiungere o togliere all'ora vera indicata dall'ombra la correzione indicata nella tabella. L'operazione, pur semplice, non è immediata come la semplice lettura su una scala.

Un altro metodo, usato di frequente e forse più ornamentale, è quello di disegnare sulla linea oraria delle ore 12, oppure su tutte le linee orarie, la curva che nei singoli giorni indica lo scarto tra ora vera e ora media. Questa curva ha la forma di un otto allungato e viene chiamata "lemniscata dell'equazione del tempo" o "lemniscata del tempo medio". Per adottare questa soluzione è in pratica quasi necessario che sullo gnomone sia matrializzato un "punto gnomonico", spesso l'estremità dello stilo stesso oppure un rigonfiamento, che indichi il punto della lemniscata da considerare.

Poiché l'ombra del punto gnomonico incontra due volte la lemniscata, per togliere l'ambiguità si possono contrassegnare differentemente i due rami, con scritte o colori, in modo da stabilire con evidenza quale ramo della lemniscata deve essere usato in quel dato giorno; in alternativa si possono tracciare due quadranti: uno per l'inverno-primavera e l'altro per l'estate-autunno. Quest'ultima soluzione è adottata in genere quando si vuole una lemniscata per ogni linea oraria, in modo da evitare un quadrante troppo intricato e di difficile lettura.

Una ulteriore soluzione consiste nel tracciare diverse scale delle ore, ciscuna da usare per un diverso periodo dell'anno: se le scale sono scelte in modo opportuno la correzione di ciascuna scala può risultare ragionevolmente precisa per tutto il periodo al quale la scala è associata. Questa è la soluzione scelta per l'orologio al quale è dedicato questo articolo.

Principi per la progettazione del modello "Trittico"

Nel progettare il semplice ma originale orologio solare che vogliamo qui presentare ci si è imposto il rispetto dei seguenti aspetti basilari, oltre a quello di creare un oggetto dall'aspetto gradevole.

- L'ora indicata deve essere quella dei normali orologi: l'ora media del fuso corretta se del caso per l'ora legale estiva.
- La lettura deve essere facile e immediata.
- Deve aversi una chiara separazione della zona dell'ora solare dalla zona dell'ora legale estiva: per ottenere tale separazione si è deciso di utilizzare una spaziatura tra le scale, ma anche l'alternativa tra numeri romani e cifre arabe.
- L'orologio deve offrire una buona precisione: lo scarto massimo possibilmente non deve superare i 5 minuti, quantità ritenuta in pratica accettabile.

La realizzazione

La scelta realizzativa è stata per un insieme di due quadranti disposti a 90° (uno con esposizione 45° a Est e l'altro con esposizione 45° a Ovest) così da ricevere il Sole per l'intera giornata: un classico "dittico", che abbiamo però chiamato "Trittico" per la presenza di un terzo pannello che funge da gnomone, ma anche da supporto, consentendo di piazzare l'orologio ovunque, ovviamente rispettando il corretto orientamento.

La tecnica adottata per far indicare all'orologio l'ora media è quella delle scale orarie multiple. Come scale per le ore si sono utilizzati sei cerchi, con raggi che vanno ad esempio dai 2 ai 7 cm, con il centro sulla linea sottostilare e tangenti tra loro nel centro dell'orologio (il punto dove lo gnomone incontra il quadrante).

I cerchi sono sei perché in questo modo tutta la fascia dell'equazione del tempo viene rappresentata per la quasi totalità dell'anno con uno scarto massimo di più o meno 5 minuti, come discusso nel seguito.

Un esempio di tracciato dell'orologio sviluppato (che per sua natura è dipendente dalla latitudine e dalla longitudine del luogo di utilizzazione) è mostrato nello schizzo di Fig. 1, mentre nella Fig. 2 è mostrato l'orologio montato

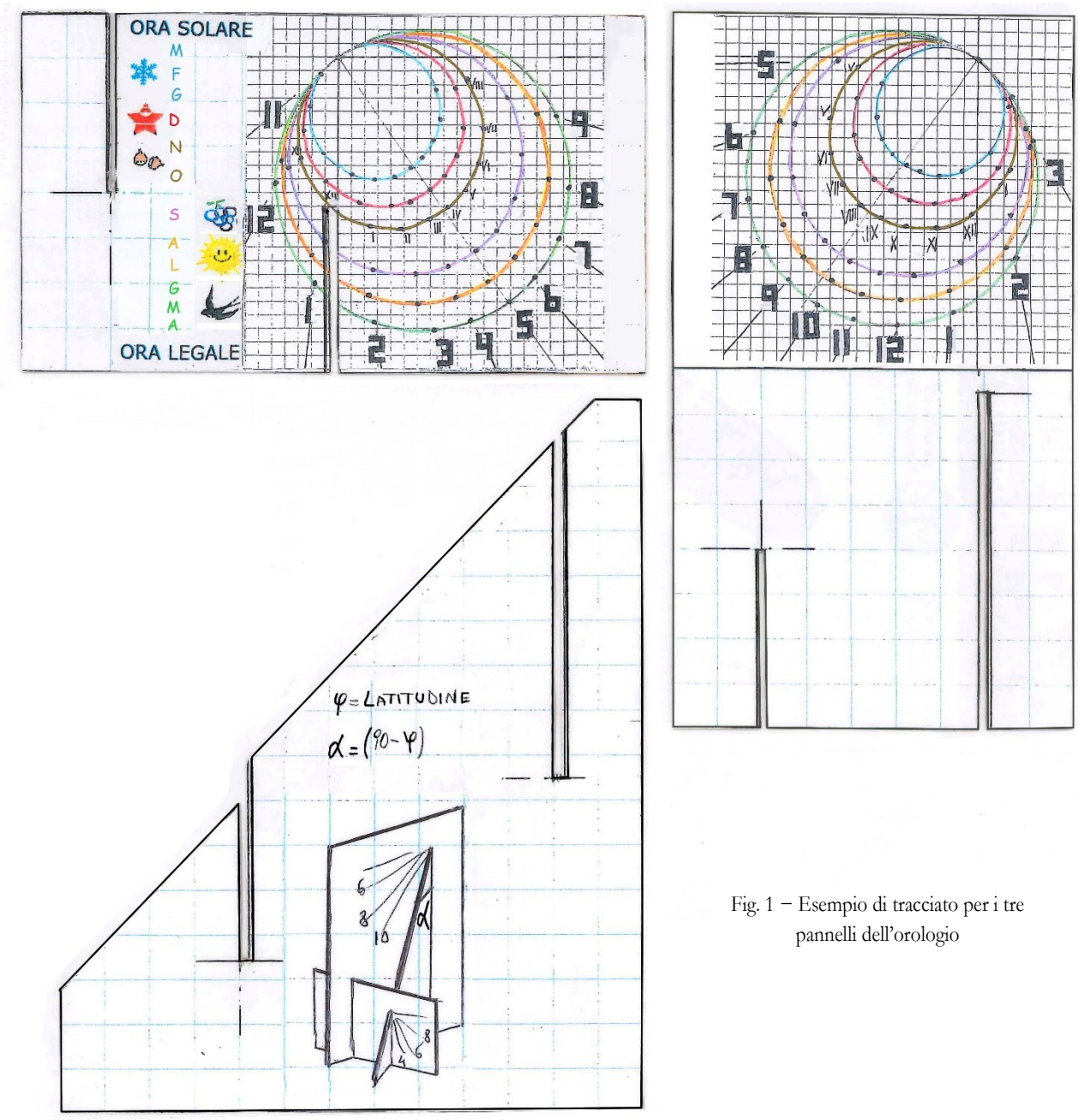


Fig. 1 – Esempio di tracciato per i tre pannelli dell'orologio

I cerchi sono suddivisi in due gruppi di tre: uno per il periodo in cui è in vigore l'ora solare e l'altro per il periodo in cui si usa l'ora legale estiva. La scelta della posizione dei due gruppi nasce dal fatto che durante il periodo in cui si usa l'ora solare (quello invernale) il Sole è più basso e quindi più vicino al centro dell'orologio, mentre durante il periodo dell'ora legale estiva il Sole, essendo più alto, consente di avere tracce più spaziate, con maggiore facilità e precisione di lettura. La fascia esterna, con l'ora legale estiva, riguarda anche il periodo di presumibile maggiore consultazione dell'orologio solare.

Ciascun cerchio presenta un colore e un simbolo diverso, suggerito da una sensibilità umana ormai acquisita, e va utilizzato in uno o più mesi dell'anno ben definiti. Abbiamo:
- il *verde* per *aprile-maggio-giugno*, con la *rondine*;
- il *giallo* per *luglio-agosto*, con il *Sole*;
- il *viola* per *settembre*, con l'*uva*;
- il *marrone* per *ottobre-novembre*, con le *castagne*;
- il *rosso* per *dicembre*, con il *Babbo Natale* stilizzato a forma di stella;
- il *celeste* per *gennaio-febbraio-marzo*, periodo freddo dell'anno, con il *fiocco di neve*.

Nella Fig. 3 è mostrato l'andamento nel corso dell'anno dell'Equazione del Tempo, sono indicati i valori adottati nel progetto per i diversi periodi dell'anno ed è mostrato l'andamento dell'errore residuo. Come si vede, l'errore resta quasi sempre entro una fascia di più o meno 5 minuti, l'unica piccola eccezione si ha in alcuni giorni attorno alla fine dell'anno: il periodo in cui l'Equazione del Tempo varia più rapidamente.

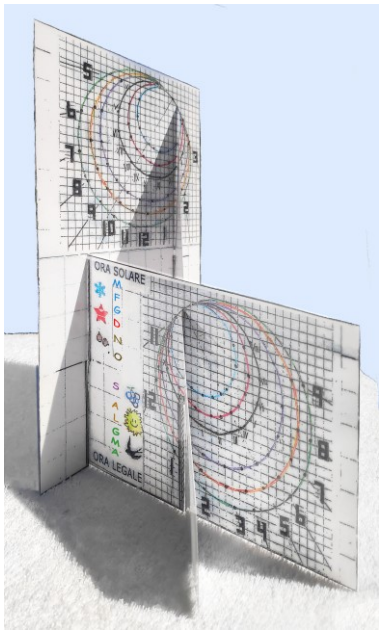


Fig. 2 – L'orologio montato

La lettura

Per quanto sopra esposto, la lettura dell'ora avviene in questo modo:
- si sceglie, aiutati anche dal simbolo grafico, il periodo di riferimento nell'anno e si individua il cerchio corrispondente;
- su tale cerchio la lettura dell'ora avviene per interpolazione tra i punti orari più vicini.

Il disegno

Con il foglio di calcolo Excel presente tra i Bonus di questo numero, si possono calcolare tutti i punti dell'orologio per ogni longitudine e latitudine e nelle dimensioni preferite. Per definire i punti orari si è scelto il metodo delle coordinate cartesiane, riferite al centro dell'orologio (punto di incontro dello gnomone con il quadrante); con la coordinata x positiva verso destra, e la y positiva verso il basso.

Sono calcolate le coordinate cartesiane di ogni punto orario (ma anche il relativo angolo rispetto alla verticale) nonché le coordinate dei centri dei diversi cerchi. Sono inoltre calcolati l'angolo tra linea verticale e linea sottostilare e l'elevazione dello gnomone sul quadrante.

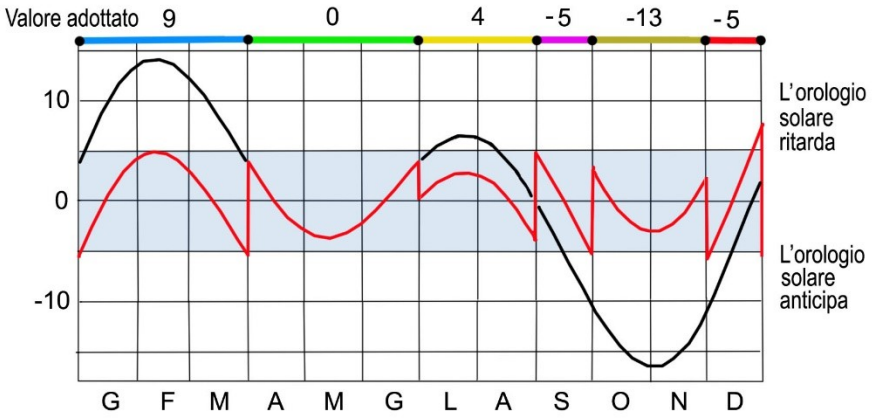


Fig. 3 – Equazione del Tempo (in nero), valori adottati per le diverse scale (in alto) ed errore residuo (in rosso). Tutti i valori sono espressi in minuti.

Tra i Bonus del presente numero si trova il file del foglio di calcolo Excel per il calcolo dell'orologio.

Orologi d'altezza declinanti

L'autore ci racconta come da un classico orologio d'altezza "a bandiera" sia giunto a progettare un originale orologio solare di altezza declinante (cioè il cui quadrante non va esposto sempre frontalmente al Sole) e come da questo, con successive ingegnose rielaborazioni, sia arrivato al progetto di una serie di varianti, comprendenti anche un orologio che ricalca fedelmente un disegno del 1600[1].

di Fred Sawyer (fwsawyer@aya.yale.edu)

Nelle prime ore del mattino del 26 ottobre 2007, mi è venuta un'idea. Non avevo in testa alcun progetto, ma mi sono svegliato nel cuore della notte con un'idea chiara e con le equazioni che già mi si stavano formando nella mente. Mi sono reso conto che l'idea non era completamente senza precedenti, ma ho intravisto molti nuovi modi per svilupparla. Era già tutto pronto nella mia mente, quasi come un dono.

Più tardi, quella mattina, ho ricevuto una telefonata dalla mia figlia maggiore, in procinto di andare in sala parto per darci la nostra prima nipotina, Clara. L'idea mi era venuta quasi come un dono per annunciare il suo arrivo; da allora mi sono riferito agli orologi solari d'altezza declinanti nati da questa idea come "*Sundials Clarafied*" [2].

Riferimenti storici

Consideriamo un quadrante d'altezza a bandiera (Fig. 1). Lo gnomone può spostarsi lungo il bordo superiore in modo da essere posizionato sul mese corrente. Si punta quindi lo gnomone in direzione del Sole e si legge l'ora dalla punta dell'ombra direttamente sotto lo stilo. Si noti che la scala dei mesi è ripiegata su se stessa. Dispiegandola si ottiene un altro quadrante di altezza perfettamente funzionante (fig. 2).

Ora, invece di spostare lo gnomone sulla data corrente, lo lasciamo fermo. Decliniamo il quadrante ruotandolo verso destra o sinistra fino a quando la punta dell'ombra raggiunge la linea verticale della data corrente. Leggiamo l'ora.

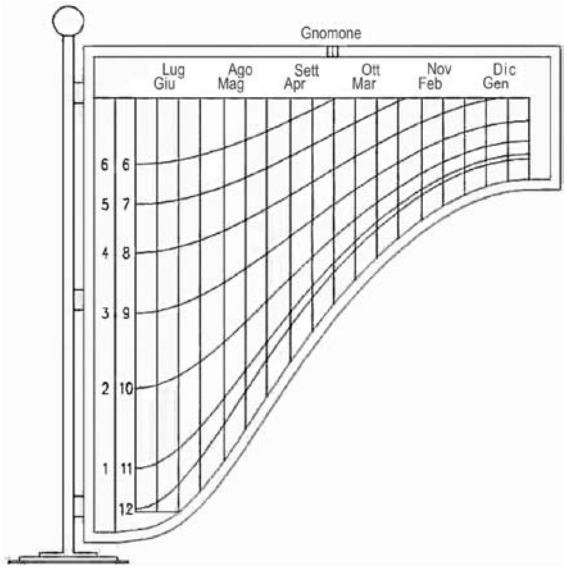


Fig. 1 – Orologio d'altezza *a bandiera*

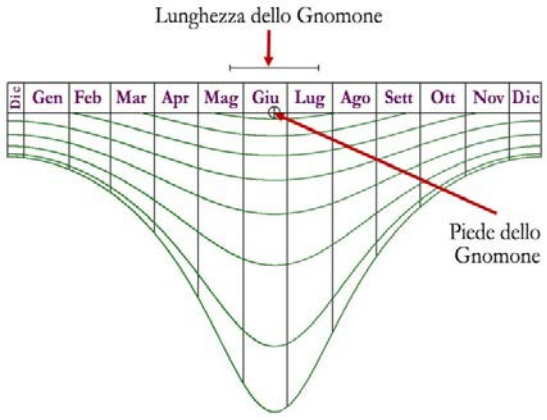


Fig. 2 – Semplice dispiegamento dell'orologio d'altezza a bandiera

La data viene tenuta in conto declinando il quadrante invece che spostando lo gnomone. Affinché questa disposizione funzioni, le linee orarie devono essere ridisegnate (come nelle Figg. 3 e 4).

Si noti che ora abbiamo almeno tre vantaggi: il quadrante non ha bisogno di una guida (per far muovere lo gnomone), lo gnomone è fermo, e le linee orarie non sono ravvicinate come nel quadrante precedente. È pure interessante notare che la forma del quadrante cambia con la lunghezza scelta per lo gnomone.

[1] Questo articolo è stato originariamente pubblicato sulla rivista della NASS *The Compendium*, Marzo 2020, 27 (1), con il titolo "*Solar Decliners*"; inoltre esso si richiama alla esposizione che l'autore tenne alla conferenza annuale del NASS a St. Louis nel 2017.

[2] (Nota dei traduttori) L'autore adotta in generale per questi orologi il nome *Solar Decliners*. Il termine *Sundials Clarafied* appare evidentemente un gioco di parole che modifica la parola *Clarified* (spiegate) introducendovi il nome delle nipotina.

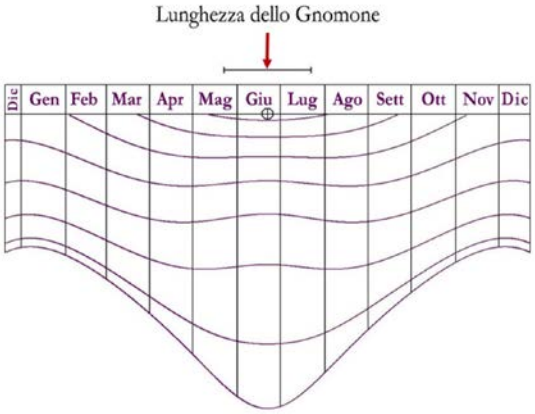


Fig. 3 – Orologio a bandiera ridisegnato per uno stilo fisso

Fig. 4 – Stesso orologio di Fig. 3 ma con una diversa lunghezza dello stilo

L'idea di declinare il quadrante invece che spostare lo gnomone non è completamente nuova. Quello che ho chiamato *quadrante a bandiera* risale almeno alla Siria del XII secolo, dove era chiamato *saq-al-jerada* (meridiana *gamba di locusta*). È stato descritto nel 13° secolo da Ibn-al-Marrakushi che ha anche esteso il quadrante a quello che qui chiamiamo *orologio d'altezza declinante* : ha attaccato lo gnomone in una posizione fissa e ha richiesto che il quadrante sia ruotato fino a quando l'ombra arriva a colpire la curva del giorno corrente[3]. Anche l'orologio solare noto come *Prosciutto di Portici*, rinvenuto a Ercolano e risalente al I secolo d.C., ed alcuni altri antichi quadranti romani funzionano allo stesso modo.

Quadrante *Hodierno*

Per iniziare, prendiamo un quadrante verticale con uno gnomone orizzontale, ortogonale al quadrante e di lunghezza g, posto nell'origine della faccia del quadrante. Ruotiamo il quadrante (cioè lo decliniamo verso destra o sinistra attorno a un asse verticale) fino a quando lo gnomone punta verso il Sole e la sua ombra cade direttamente sotto di esso. Se l'altezza solare è $\alpha_\delta(t)$, funzione della declinazione solare δ e dell'angolo orario t, la punta dell'ombra dello gnomone cade sul punto $\left(0, -g\tan\alpha_\delta(t)\right)$.

Se decliniamo ulteriormente il quadrante, la punta dell'ombra dello gnomone seguirà una curva specifica, che chiamiamo *iperbole dell'ombra*:

$$\left(\frac{y}{g\tan\alpha_\delta(t)}\right)^2 - \left(\frac{x}{g}\right)^2 = 1$$

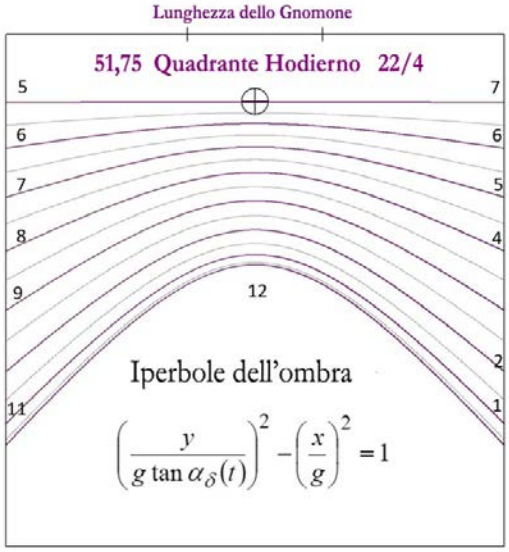


Fig. 5 – Orologio *Hodierno* (*per questo giorno*)

Se scegliamo una data specifica (diciamo 22 aprile) e la latitudine (diciamo 51,75° N), ogni ora del giorno si traduce in un'iperbole; mettendole tutte insieme (Fig. 5) otteniamo quello che chiamo quadrante *Hodierno* (ovvero: *per questo giorno*).

Questo quadrante funziona perfettamente nel singolo giorno per cui è stato progettato. Se il quadrante si trova su una piastra verticale - oppure è disegnato su ciascun lato verticale di un cubo - è possibile utilizzare il quadrante il 22 aprile, e fino a quando la punta dell'ombra dello gnomone cade sulla faccia del quadrante esso indicherà l'ora esatta. Se l'ombra si allunga troppo ed esce dalla faccia del cubo, o se qualcuno urta il vostro quadrante e lo sposta, basta ruotarlo fino a quando l'estremità dell'ombra cade di nuovo sulla faccia del quadrante: sarà nuovamente indicata la giusta ora solare.

[3] Francois Charete, "*Strumentazione matematica nel XIV secolo in Egitto e Siria*", pagg. 147-149, http://bit.ly/2mmd2KD

Il quadrante è perfetto per un solo giorno - per un compleanno o un anniversario! Ma per il domani avremo bisogno di un diverso gruppo di iperboli.

Orologio d'altezza declinante con linee orarie parallele equispaziate

Aggiungendo la declinazione del quadrante come nuovo parametro, ci stiamo dando un nuovo grado di libertà. Per un quadrante normale, abbiamo bisogno di un singolo punto per rappresentare ciascuna combinazione di data (declinazione solare) e ora (angolo orario del Sole), ma con l'introduzione di questo nuovo parametro, abbiamo un'intera curva di punti tra cui scegliere. Per selezionare un punto per una determinata combinazione di data e ora, definiamo la quantità di declinazione che desideriamo associare a quella combinazione data/ora.

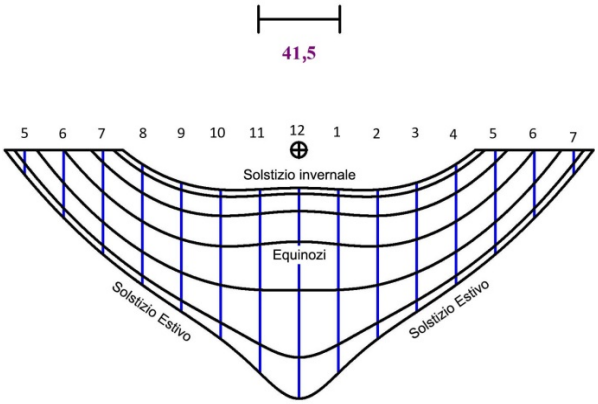


Fig. 6 – Orologio d'altezza declinante con linee orarie parallele equispaziate, per la latitudine 41,5°

Per effettuare questa selezione, dobbiamo specificare un'equazione aggiuntiva, avremo quindi l'*iperbole dell'ombra* più un'equazione che definisce quale punto su quell'iperbole vogliamo prendere in considerazione. Se, ad esempio, vogliamo sul nostro quadrante linee orarie parallele equispaziate, possiamo usare come equazione aggiuntiva

$$x = kt$$

dove k è una costante.

Combinando questa equazione con l'equazione per l'*iperbole dell'ombra*, otteniamo:

$$y = -\sqrt{g^2 + (kt)^2}\,\tan\alpha_\delta(t)$$

Insieme, queste espressioni per x e y determinano le curve di declinazione e le curve delle ore di un orologio d'altezza declinante con linee orarie parallele equispaziate (Fig. 6)[4].

Per usare questo quadrante, lo si tiene in posizione verticale e si declina la faccia, o a destra o a sinistra, fino a quando l'estremità dell'ombra dello gnomone cade sulla linea della data corrente. Si legge quindi l'ora su questa estremità.

Introduciamo l'ora media

Supponiamo ora che decidiamo di trasformare questo orologio in un quadrante a ora media. Sostituiamo le *iperboli dell'ombra* associate ai tempi delle ore solari con le iperboli per i corrispondenti tempi medi (Fig. 7). Sostituiamo le linee del tempo solare (blu) con le curve del tempo medio (verde) che attraversano le intersezioni delle nuove iperboli con le curve di declinazione solare e otteniamo una nuova meridiana con curve orarie analemmatiche. (Fig. 8).

La nuova equazione aggiuntiva è

$$x = k\left(t + \varepsilon_\delta\right)$$

dove ε_δ è l'equazione del tempo per un determinato giorno. L'equazione totale per il quadrante a tempo medio diventa (Fig. 9) :

$$y = -\sqrt{g^2 + k^2\left(t + \varepsilon_\delta\right)^2}\,\tan\alpha_\delta(t)$$

[4] Si noti che la modifica della latitudine del quadrante o della lunghezza dello gnomone può comportare interessanti variazioni nella forma del quadrante.

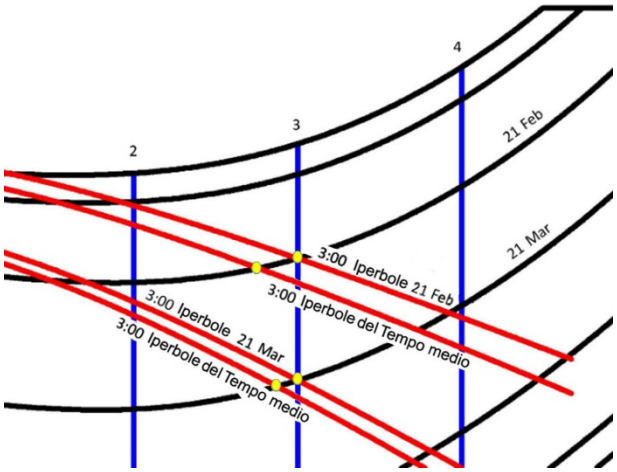


Fig. 7

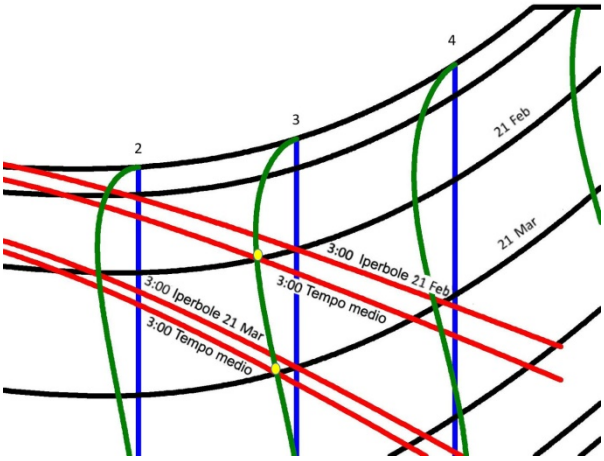


Fig. 8

Questo è ovviamente l'approccio standard per tener conto del tempo medio: sostituire cioè le linee orarie con delle curve aventi forma di analemma. Ma abbiamo anche un ulteriore approccio possibile.

Consideriamo di nuovo la Fig. 7. In precedenza, abbiamo selezionato il punto in cui l'iperbole del tempo medio interseca la curva di declinazione come nuovo punto per la data e l'ora indicate. Ma ricordiamo che possiamo selezionare qualsiasi punto sull'iperbole. Quindi, selezioniamo invece l'intersezione dell'iperbole del tempo medio con la linea oraria (blu) originale (Fig. 10). Il risultato che otteniamo è una linea oraria retta - in effetti, continua ad essere la linea oraria solare originale - ma ora dobbiamo collegare i punti con una nuova curva per la declinazione solare (Fig. 11).

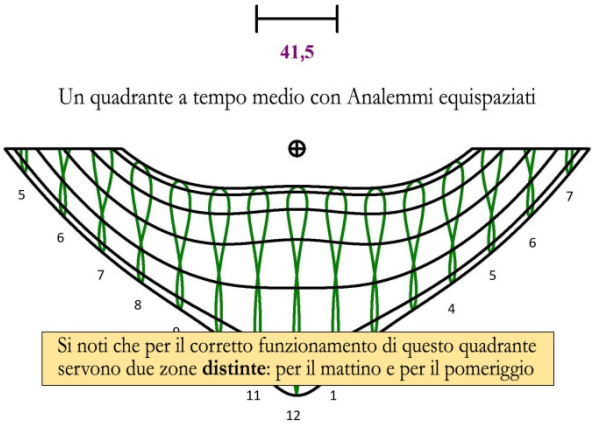


Fig. 9 – Orologio d'altezza declinante a tempo medio

Ciò equivale a modificare l'*iperbole dell'ombra* in base al tempo medio $\tau = t + \varepsilon_\delta$:

$$\left(\frac{y}{g\tan\alpha_\delta(\tau-\varepsilon_\delta)}\right)^2-\left(\frac{x}{g}\right)^2=1$$

e scegliere la semplice equazione aggiuntiva:

$$x = k\tau$$

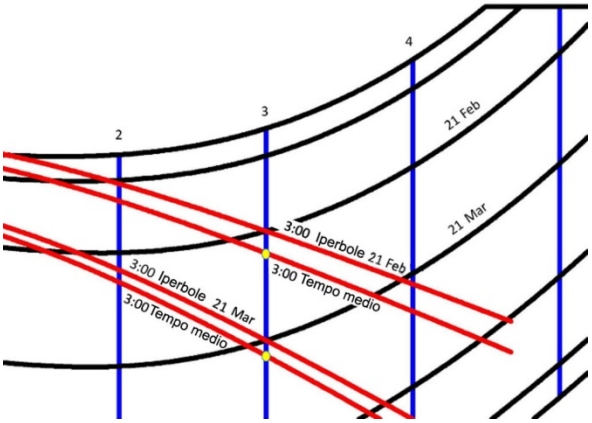


Fig. 10

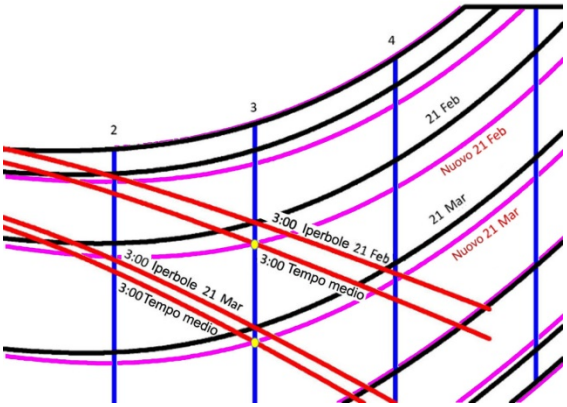


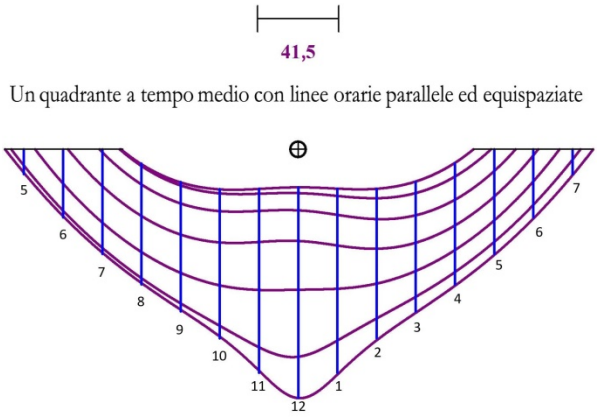
Fig. 11

Le formule risultanti per i punti sul quadrante sono allora (Fig. 12) :

$$x = k\tau$$

$$y = -\sqrt{g^2 + (k\tau)^2}\,\tan\alpha_\delta\,(\tau - \varepsilon_\delta)$$

Sfortunatamente, questo quadrante indica il tempo medio solamente dal solstizio d'inverno al solstizio d'estate. Se vogliamo renderlo utilizzabile anche nella seconda metà dell'anno, dobbiamo introdurre una seconda serie di curve di declinazione, rendendo così il quadrante piuttosto difficile da leggere.



Un quadrante a tempo medio con linee orarie parallele ed equispaziate

Fig. 12 – Orologio a tempo medio per il periodo dal solstizio invernale a quello estivo

Ma possiamo considerare un'alternativa. Osserviamo che i quadranti a tempo medio che usano uno gnomone a forma di analemma spesso semplificano il processo sostituendo la reale equazione del tempo con un'equazione approssimata che rende simmetrica la regolazione richiesta su entrambi gli intervalli tra gli equinozi. Ad esempio, i due giorni con una data declinazione solare avranno valori diversi per l'equazione del tempo, diciamo +4 minuti e -6 minuti. Per il nostro quadrante adottiamo allora le correzioni approssimate: +5 minuti. e -5 minuti, che hanno lo stesso valore assoluto.

Se usiamo questa equazione del tempo modificata nel tracciare delle curve di declinazione, otteniamo un quadrante che, come prima, dal solstizio invernale a quello estivo indica le ore da mattina a sera leggendo da sinistra a destra. Ma esattamente lo stesso quadrante può essere utilizzato dal solstizio estivo a quello invernale, leggendo le ore medie da mattina a sera procedendo da destra a sinistra (Fig. 13). Abbiamo quindi un quadrante che indica il tempo medio durante tutto l'anno, utilizzando linee orarie perfettamente rettilinee.

L'equazione del tempo modificata può essere utilizzata anche se torniamo al quadrante con le curve delle ore analemmatiche. Con questo nuovo approccio, abbiamo bisogno solo di metà della curva, rendendo il quadrante molto più facile da leggere: da sinistra a destra dal solstizio d'inverno a quello d'estate, e da destra a sinistra dal solstizio d'estate a quello d'inverno (Fig. 14)[5].

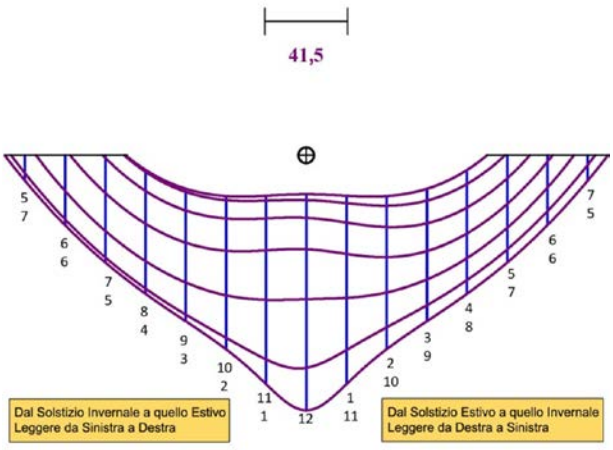


Fig. 13 – Orologio a tempo medio per l'intero anno, con linee di declinazione modificate

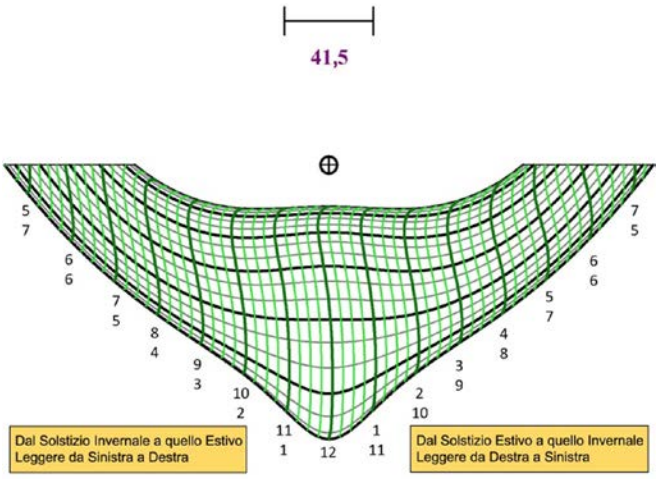


Fig. 14 – Orologio a tempo medio per l'intero anno, con analemma dimezzato

[5] Il software per progettare orologi d'altezza declinanti, per l'ora solare o per l'ora media, utilizzando uno degli approcci qui descritti, è disponibile nell'ultima versione del programma gratuito di gnomonica di Helmut Sonderegger *Sonne,* disponibile all'indirizzo http://www.helson.at/sun.htm. Helmut ha gentilmente chiamato questi quadranti *Sawyer Decliners*.

Linee orarie spaziate di angoli uguali

A questo punto, torniamo a considerare una diversa equazione aggiuntiva da risolvere insieme con l'*iperbole dell'ombra*.

Possiamo creare un quadrante con linee orarie equiangolari che si irradiano da un punto a distanza n sopra il piede dello gnomone.

Supponiamo che l'equazione aggiuntiva sia:

$$\frac{x}{n-y} = \tan kt$$

La combinazione di questa con l'*iperbole dell'ombra* fornisce le seguenti equazioni per x e y:

$$y = \frac{n\tan^2 kt \tan\alpha_\delta(t) + \sqrt{n^2\tan^2 kt - g^2\left(\tan^2 kt\tan^2\alpha_\delta(t) - 1\right)}}{\tan^2 kt\tan^2\alpha_\delta(t) - 1}\tan\alpha_\delta(t)$$

$$x = (n-y)\tan kt$$

Il quadrante delle ore solari risultante è rappresentato qui per la latitudine 41,5° (Fig. 15).

Possiamo anche applicare una delle due tecniche viste per introdurre l'equazione del tempo; qui è mostrato il quadrante basato sul mezzo analemma (Fig. 16).

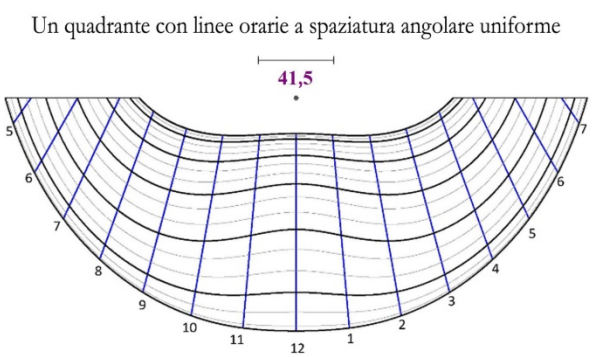


Fig. 15

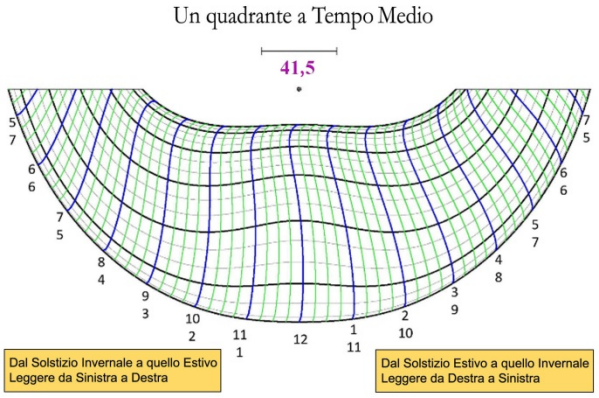


Fig. 16

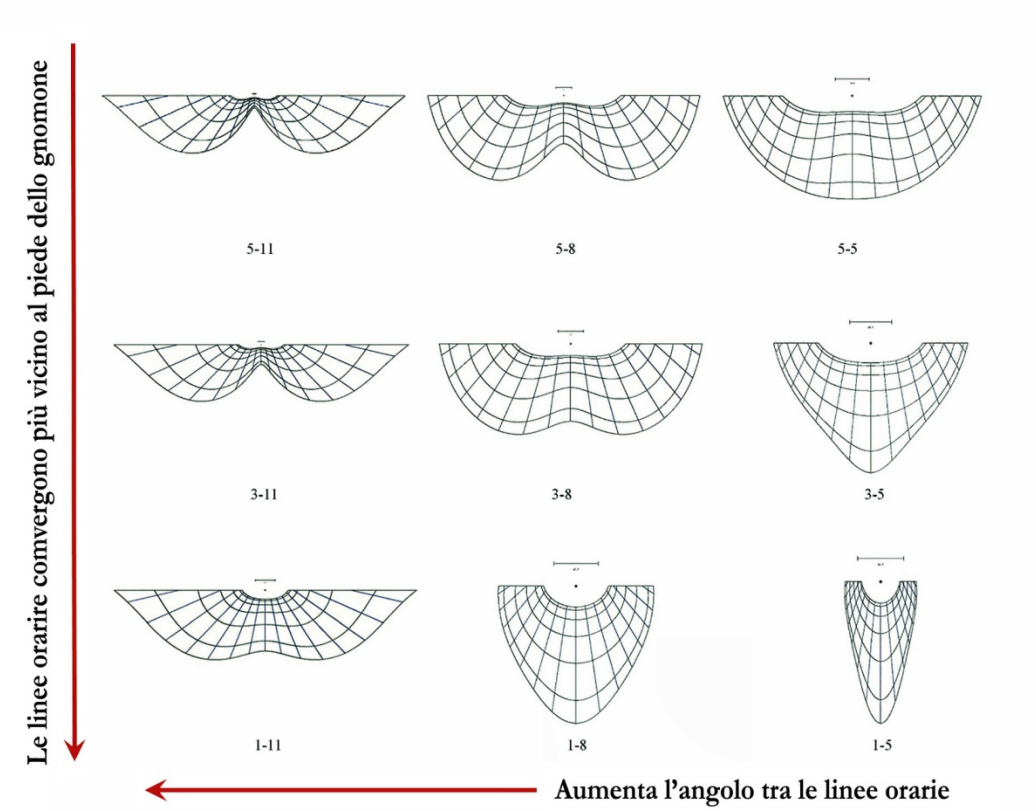
Variazione dei parametri

Le equazioni per questi quadranti dipendono da 2 parametri i cui valori hanno un impatto significativo sulla forma del quadrante risultante (Fig. 17).

Il parametro n determina la distanza dell'intersezione delle linee orarie dal piede dello gnomone.

Il parametro k determina quanto grande/piccolo è l'angolo tra le successive ore sul quadrante.

Nella Fig. 17 vediamo una varietà di possibili quadranti; ognuno di questi può essere adattato per indicare il tempo medio, come possiamo vedere nella Fig. 18 (che è un adattamento del quadrante nella 1ª colonna, 5ª riga).


Le linee orarire comvergono più vicino al piede dello gnomone
5-11
5-8
5-5
3-11
3-8
3-5
1-11
1-8
1-5
Aumenta l'angolo tra le linee orarie

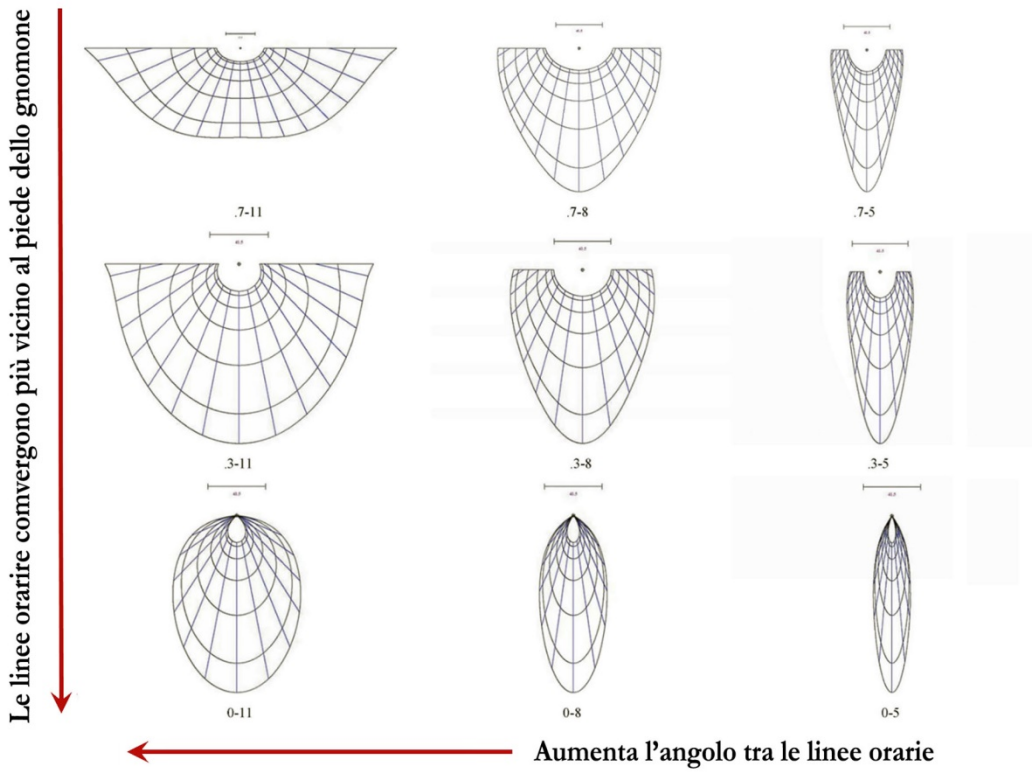

Le linee orarire comvergono più vicino al piede dello gnomone
.7-11
.7-8
.7-5
.3-11
.3-8
.3-5
0-11
0-8
0-5
Aumenta l'angolo tra le linee orarie

Fig. 17

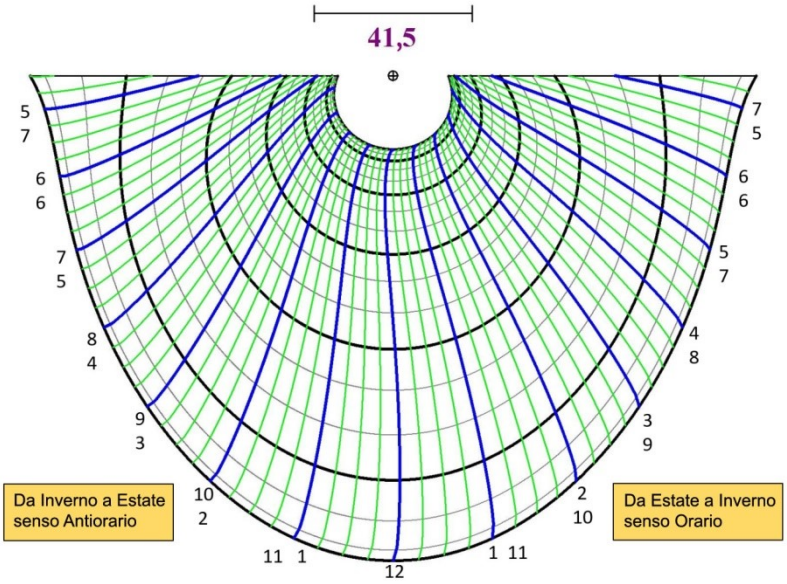


Fig. 18 – Orologio d'altezza declinante con mezzo analemma

Un'altra sfida

Dopo aver giocato con le varie configurazioni, in particolare con l'ultima presentata, mi sono chiesto quanto possiamo avvicinarci a un quadrante solare con curve di declinazione circolari annidate l'una nell'altra e linee orarie rettilinee, o quasi.

Come di solito accade, lo sforzo maggiore nell'affrontare una sfida come questa consiste nel capire esattamente come formularla in forma di equazione, da risolvere e trasformare in un tracciato.

Per questa sfida, iniziamo come sempre con l'*iperbole dell'ombra* e un'equazione aggiuntiva che ci dia le curve di declinazione come cerchi nidificati:

$$\left(\frac{y}{g\tan\alpha_\delta(t)}\right)^2-\left(\frac{x}{g}\right)^2=1 \qquad \left(y+\frac{g}{2}(b_\delta-a)\right)^2+x^2=\frac{g^2}{4}(b_\delta+a)^2$$

dove

$$a=\cot\left(\varphi+23.44^\circ\right) \qquad b_\delta=\cot(\varphi-\delta)$$

Mettendole insieme, si ottengono le seguenti equazioni per $\boldsymbol{x}$ e $\boldsymbol{y}$:

$$x=\pm\frac{g}{2}\sqrt{k_{\delta,t}^2\cos^2\alpha_\delta(t)-4} \qquad y=-\frac{g}{2}k_{\delta,t}\sin\alpha_\delta(t)$$

dove $k_{\delta,t}=(b_\delta-a)\sin\alpha_\delta(t)+\sqrt{(b_\delta-a)^2\sin^2\alpha_\delta(t)+4(1+ab_\delta)}$

La Fig. 19 mostra il quadrante risultante. L'annidamento adottato per i cerchi di declinazione produce una serie di curve orarie che si avvicinano a delle linee rette. Quindi questo quadrante è forse il più vicino, tra quelli che abbiamo mostrato, a qualcosa che possa essere disegnato solo con un compasso, un righello, un goniometro e nessun calcolo di sorta: un precedente storico di un simile disegno si ha nel quadrante del 1600 (Fig. 20) di Erasmus Habermel (Museo Augustiner, Friburgo, Germania) che è stato senza dubbio tracciato con queste stesse restrizioni[6].

[6] Il programma di Helmut Sonderegger *Sonne* ha un'opzione per disegnare il quadrante di Habermel, ma il quadrante che presenta è in realtà il quadrante esatto della Fig. 19 piuttosto che il quadrante approssimato con linee rette, che Habermel ha effettivamente progettato. Nel frattempo Helmut ha anche aggiunto alla sua versione del quadrante di Habermel le opzioni per il tempo medio che ho delineato in precedenza. Nell'Appendice a questo articolo, fornisco le istruzioni su come disegnare questo quadrante nella versione di Habermel, utilizzando solo compasso, righello e goniometro, senza calcoli.

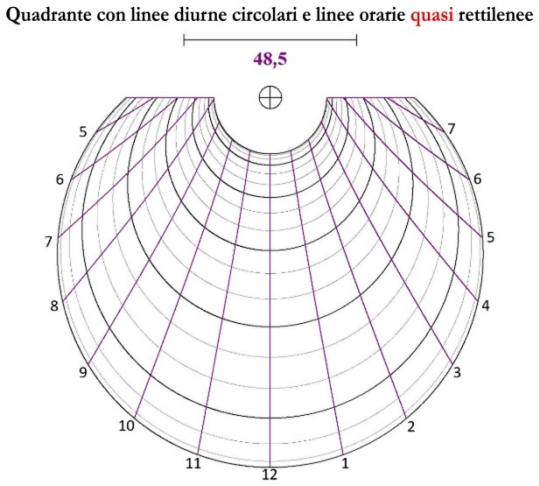


Fig. 19 – Orologio d'altezza declinante con cerchi annidati e linee quasi rette

Fig. 20 – Orologio di Erasmus Habermel (1600)

Un quadrante con curve orarie concentriche

Se rinunciamo al tentativo di produrre linee orarie diritte, possiamo arrivare a un altro tracciato, quello che vediamo nelle Figg. 21 e 22, con cerchi concentrici per le linee orarie: il più gradito alla mia nipotina.

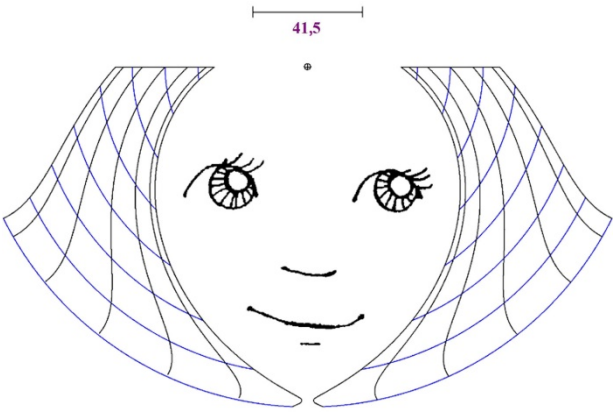


Fig. 21 – La configurazione preferita da Clara

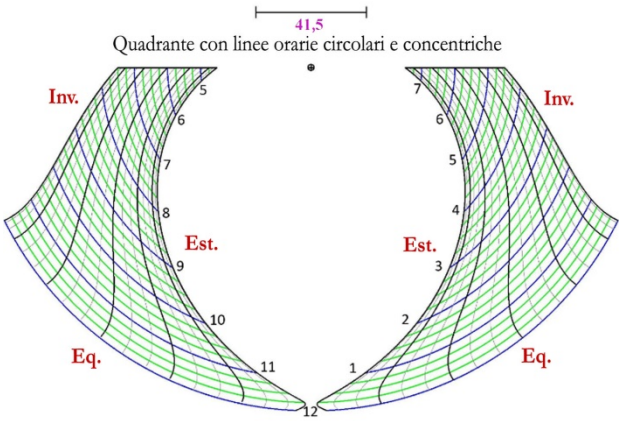


Fig. 22 – Orologio d'altezza declinante con archi orari circolari

Come sempre, iniziamo con l'*iperbole dell'ombra* e introduciamo l'equazione aggiuntiva $x^2 + y^2 = r_t^2$ dove r_t è il raggio del cerchio orario per il tempo t, con il centro nell'origine.

Le equazioni risultanti per le coordinate x e y dei punti del quadrante sono:

$$x = \pm\sqrt{r_t^2 - g^2 \tan^2 \alpha_\delta(t)} \cos \alpha_\delta(t) \qquad y = -\sqrt{g^2 + r_t^2} \sin \alpha_\delta(t)$$

Se desideriamo indicare il tempo medio modificando le curve di declinazione, le coordinate diventano:

$$x = \pm\sqrt{r_\tau^2 - g^2 \tan^2 \alpha_\delta(\tau - \varepsilon_\delta)} \cos \alpha_\delta(\tau - \varepsilon_\delta) \qquad y = -\sqrt{g^2 + r_\tau^2} \sin \alpha_\delta(\tau - \varepsilon_\delta)$$

Nella Fig. 23 vediamo questo quadrante con curve di declinazione standard (rosse) e modificate (nere). Il quadrante completo appare nella Fig. 24.

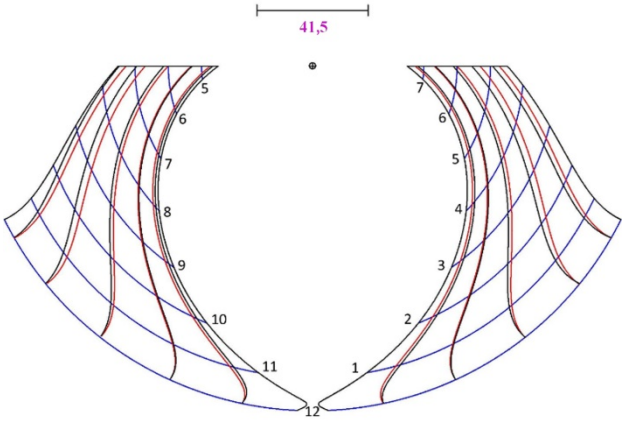


Fig. 23 – Curve di declinazione standard e modificate

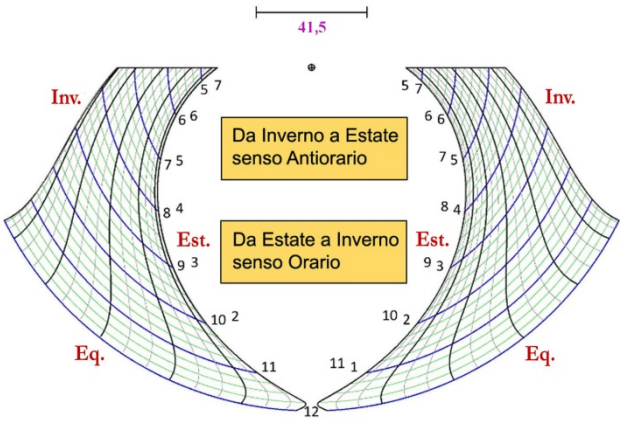


Fig. 24 – Orologio d'altezza declinante a tempo medio

Quadranti a singola falda

Si noti infine che in ciascuno dei quadranti che abbiamo considerato finora abbiamo ottenuto un disegno di base a due falde, simmetriche rispetto al punto di mezzogiorno o al meridiano. Abbiamo avuto bisogno di questa simmetria per poi introdurre le modifiche per il tempo medio.

Se tuttavia ora consideriamo solo la versione del quadrante a ora solare, possiamo comprimere il disegno ripiegandolo attorno al meridiano; il risultato sarà un quadrante a una sola falda; un esempio appare nella Fig. 25, ottenuta con il ripiegamento dell'ultimo quadrante che abbiamo visto.

In questo caso abbiamo un quadrante con curve di declinazione solare che vanno dal solstizio d'inverno in alto a destra, alla curva equinoziale in centro, al solstizio d'estate sull'estrema sinistra, quindi di nuovo all'equinoziale in centro e al solstizio d'inverno in alto a destra.

L'ora viene letta dall'alba, in cima alla griglia, a mezzogiorno, in fondo, e poi di nuovo verso la cima sino al tramonto.

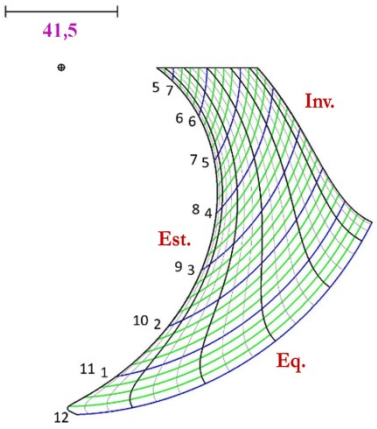


Fig. 25 – Un orologio a ora solare con quadrante a singola falda

Un invito alla sperimentazione

In questo articolo abbiamo introdotto una varietà di modelli di quadranti diversi, ma vorremmo conoscere qualsiasi ulteriore sperimentazione che i lettori vogliano intraprendere.

Helmut Sonderegger ha reso disponibili varie opzioni nel suo software *Sonne*.

Steve Lelievre ha pubblicato sul Compendium della NASS "*Un orologio d'altezza declinante, per le ore al tramonto, che utilizza uno specchio in una scatola*" [7]

L'autore sarebbe lieto di essere informato di altri sviluppi dell'idea dell'orologio d'altezza declinante.

[7] "*An Hours to Sunset, Solar Declining Dial Using A Mirror In A Box*", The Compendium, Giugno 2019, 26 (2): 14-18.

APPENDICE

Un orologio d'altezza declinante costruito con compasso, righello, goniometro e nessun calcolo

Gran parte del fascino della meridiana del 1600 di Erasmus Habermel (fig. 20 sopra) sta nell'essere composta solo con cerchi e linee rette; non sono però a conoscenza di alcuna descrizione esistente che dica come disegnare questo quadrante usando solo un compasso, un righello e un goniometro. Presento qui una tecnica che fornisce i cerchi di declinazione in modo esatto e un insieme di linee orarie rette che si avvicinano molto a quelle del quadrante tracciato secondo la teoria esatta.

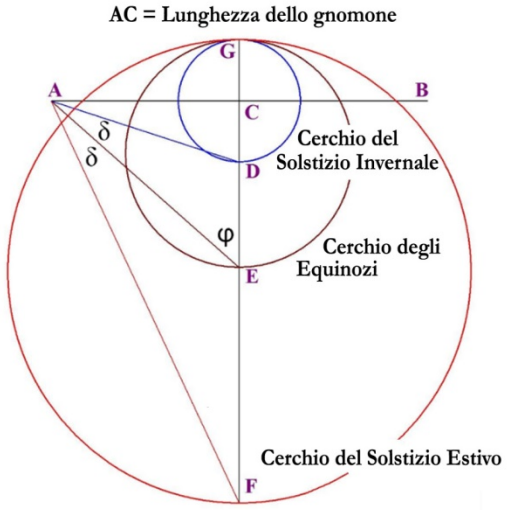


Fig. A1

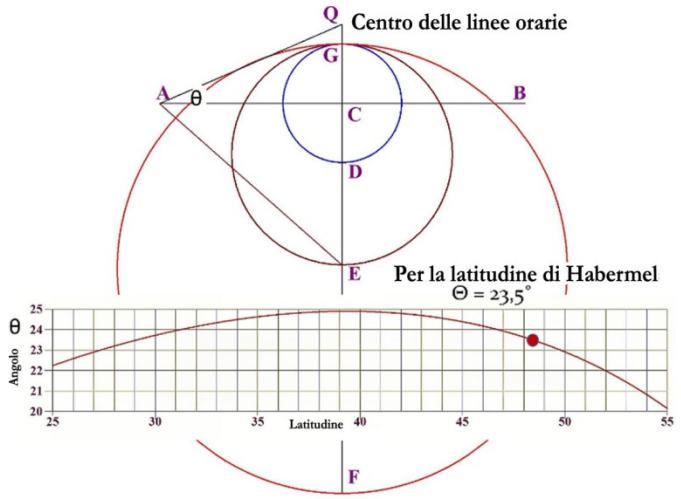


Fig. A2

Si considerino (Fig. A1) due linee perpendicolari ***ACB*** e ***CF*** in modo tale che il piede dello gnomone, ortogonale ai piano del quadrante, sia situato nel punto ***C*** e ***AC*** sia uguale alla lunghezza dello gnomone. Disegniamo la linea ***AE*** da ***A*** ad ***E***, su ***CF***, in modo tale che l'angolo ***CEA*** sia uguale alla latitudine del quadrante; ***E*** rappresenta l'equinoziale. Si traccino le linee ***AD*** e ***AF*** in modo tale che gli angoli ***EAC*** ed ***EAF*** equivalgano ciascuno alla declinazione solare ai solstizi; ***D*** rappresenta il solstizio d'inverno e ***F*** il solstizio d'estate.

In modo simile, si segni ciascun punto di declinazione aggiuntivo desiderato sulla linea ***CF***. Si estenda ***FC*** sino a ***G***, in modo tale che la lunghezza ***CG*** sia uguale alla lunghezza ***CD***. Disegniamo i cerchi di declinazione richiesti: il solstizio d'inverno con diametro ***GD***, l'equinoziale con diametro ***GE*** e il solstizio d'estate con diametro ***GF***. Continuare in questo modo per produrre tutti i cerchi di declinazione desiderati.

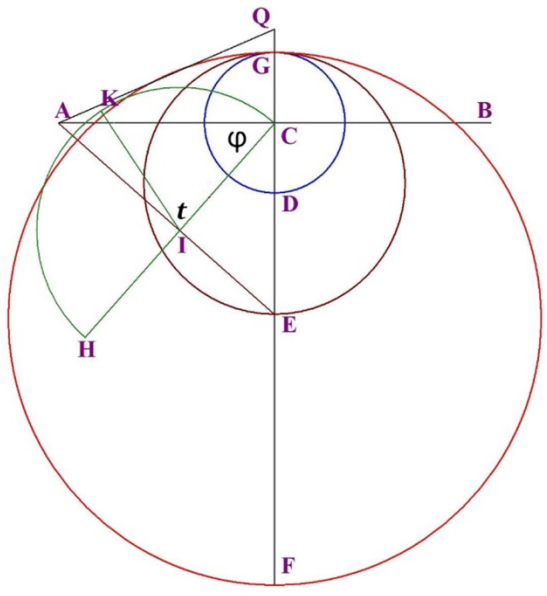


Fig. A3

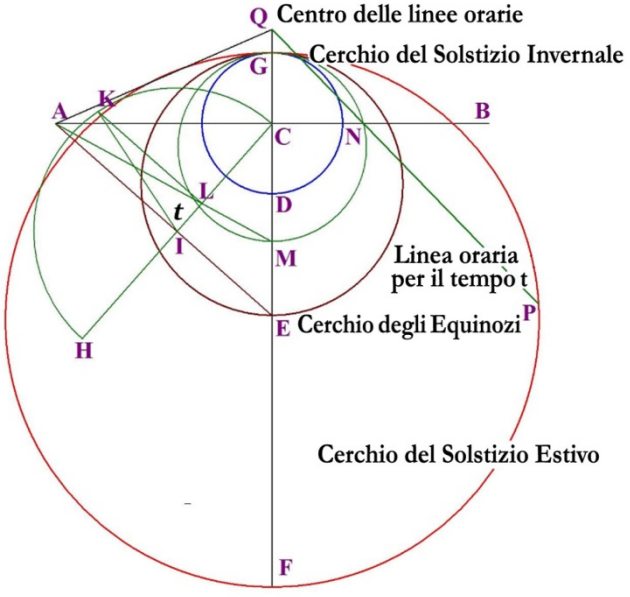


Fig. A4

Le linee orarie si intersecheranno in un singolo punto ***Q*** sulla estensione di ***FC***. Non ho ancora individuato un metodo geometrico per il posizionamento di ***Q***, ma un test al computer suggerisce che per le latitudini 25°-55° i risultati migliori si ottengono quando l'angolo ***CAQ*** è compreso tra 20° e 25° (Fig. A2); in effetti, per la latitudine adottata da Habermel, l'angolo migliore risulta essere uguale al valore attuale dell'obliquità dell'eclittica (potrebbe davvero essere solo una coincidenza?).

Si scelga quindi la posizione per il punto ***Q***.

Per disegnare la linea oraria per il tempo ***t***, si proceda come segue (Fig. A3). Si disegni ***CH*** in modo che l'angolo ***ACH*** sia uguale alla latitudine; questo segmento sarà ortogonale al segmento ***AE*** e lo taglierà in ***I***.

Con ***I*** come centro, si disegni il semicerchio ***CKH***. Il punto ***K*** va posto sul semicerchio in modo che l'angolo ***CIK*** sia uguale a ***t***.

Si disegni ***KL*** ortogonale a ***CH*** (Fig. A4) e passante per il punto ***L***.

Si estenda la linea ***AL*** fino alla sua intersezione ***M*** con la linea ***CF***. Si disegni il cerchio ***GNM*** con diametro ***GM*** e punto ***N*** sulla linea ***AB***. La linea oraria per il tempo ***t*** è ***QNP***, ovvero ***QN*** estesa al cerchio ***GPF*** del solstizio d'estate.

Il quadrante che si ottiene con questa costruzione può essere messo a confronto con il quadrante costruito secondo la teoria esatta, senza il vincolo delle linee orarie rette. La Fig. A5 li mostra sovrapposti l'uno all'altro. La coincidenza è abbastanza buona, con le curve di declinazione riprodotte esattamente e le curve orarie quasi coincidenti ai solstizi e solo leggermente sbagliate agli equinozi.

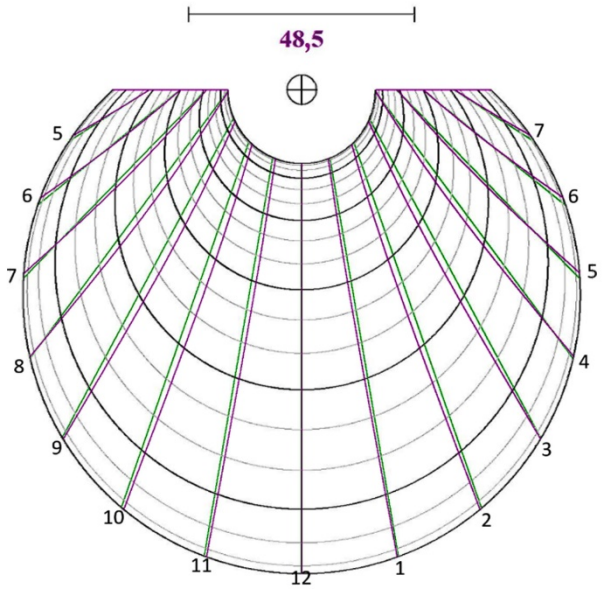


Fig. A5

Tra i Bonus del numero corrente è possibile scaricare la presentazione in formato PowerPoint che l'autore espose alla conferenza annuale del NASS a St. Louis nel 2017.

Sistemi orari a confronto

Il confronto tra il sistema orario moderno con quelli del passato (ore italiche, babiloniche e temporarie) è effettuato a scopo didattico con il software di geometria dinamica Geogebra. Lavorando sulla sfera, oppure sul piano con l'Analemma di Vitruvio, si possono far variare latitudine e declinazione del Sole, osservando in modo dinamico il loro effetto sui diversi generi di ora. Il confronto è poi effettuato anche con formule matematiche, usando Geogebra oppure un foglio Excel.

di Elsa Stocco (estocco2000@yahoo.it)

Le potenzialità dinamiche del software di geometria Geogebra[1] possono essere sfruttate a scopo didattico per analizzare in modo dinamico i rapporti reciproci tra le ore del sistema orario moderno e quelle dei sistemi del passato (ore italiche, babiloniche e temporarie). La cosa può essere fatta lavorando sulla sfera (sfruttando le capacità tridimensionali di Geogebra) oppure lavorando sul piano con l'ausilio dell'Analemma di Vitruvio, o ancora attraverso l'uso di formule (sfruttando le capacità analitiche di Geogebra). Una valutazione dinamica attraverso le formule può essere condotta anche mediante un foglio di calcolo, in particolare il noto Excel.
Il confronto dei diversi sistemi orari parte con la determinazione dell'arco diurno e delle ore di luce corrispondenti, sulla base di prescelte latitudine e declinazione solare (data). Questi valori, e tutto quanto necessario a fare i voluti confronti, vengono calcolati in tre modi diversi con l'uso di Geogebra o di un foglio di calcolo:

1. simulando il moto apparente del Sole sulla sfera celeste, con Geogebra
2. operando sul piano con l'uso dell'Analemma, con Geogebra
3. tramite il calcolo con l'uso di semplici formule in Geogebra e in Excel.

Figure e tabelle sono tratte dai relativi file, contenuti nei Bonus di questo numero. Nei primi due casi si è operato con una procedura quasi esclusivamente geometrica.

Simulazione del moto del Sole sulla sfera

Un primo semplice file introduttivo di Geogebra, 1_Moto_Sole_Sfera.ggb, consente di simulare il moto apparente del Sole nel suo percorso giornaliero. Muovendo i punti P e D si possono variare latitudine e declinazione solare, misurare l'ampiezza dell'arco diurno e le ore di luce corrispondenti; muovendo il Sole viene visualizzata l'ora astronomica corrente e quella in cui il Sole sorge e tramonta.

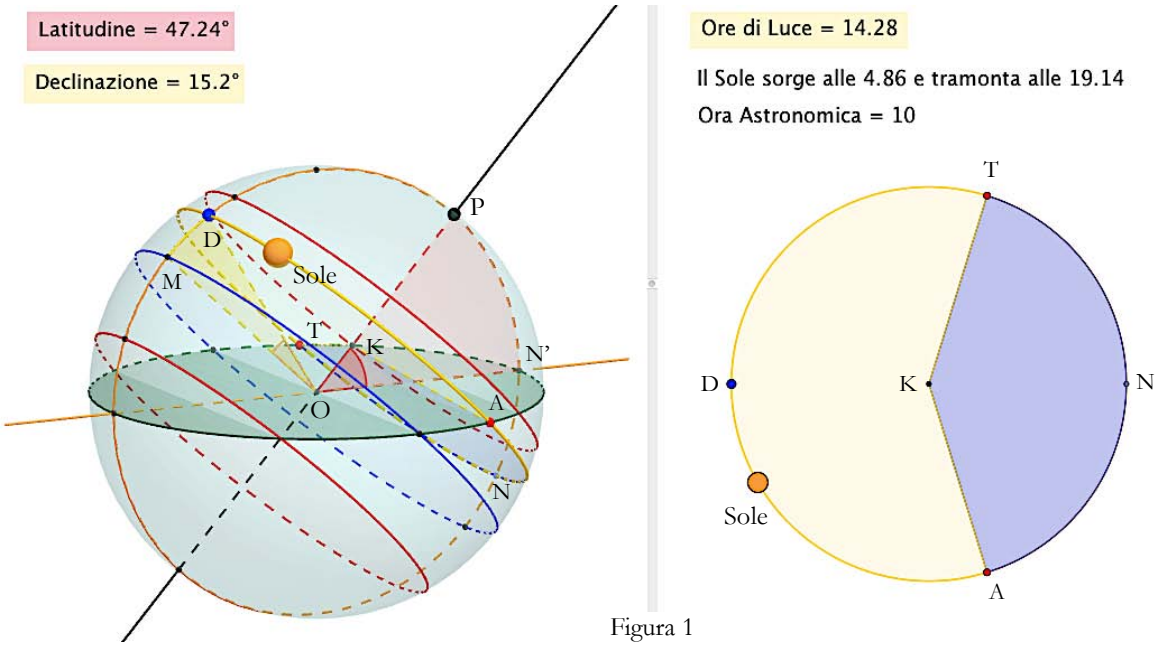


Figura 1

[1] Ricordo che Geogebra è un programma open source, progettato per l'apprendimento della geometria e dell'algebra scaricabile in https://www.geogebra.org/download?lang=it

Nella Figura 1 a sinistra, il Sole si sta muovendo sulla sfera celeste dove sono indicati l'angolo di latitudine PON' che l'asse polare forma con il piano dell'orizzonte, l'angolo di declinazione solare MOD, sul piano meridiano; a destra, sul piano passante per D e parallelo a quello equatoriale, il percorso del Sole mostra l'arco diurno e quello notturno.

L'intersezione del percorso solare con la linea dell'orizzonte definisce in A e T gli istanti del sorgere e del tramonto del Sole, mentre l'intersezione con il cerchio meridiano definisce in D ed N gli istanti del mezzodì locale e della mezzanotte.

Scelta la latitudine φ si può variare la declinazione δ muovendo il punto D e osservare come l'arco diurno raggiunga un massimo al solstizio estivo, un minimo a quello invernale e sia uguale a quello notturno solo agli equinozi per $\delta = 0$. Allo stesso modo si può tener fissa la declinazione δ e osservare come l'arco diurno varia con la latitudine φ. Si possono simulare situazioni particolari che riguardano la durata del dì e la visibilità del Sole per latitudini estreme come all'equatore o verso il polo sopra i 66.5° del circolo polare artico.

In Figura 2 la latitudine è 0, siamo all'equatore: risulta evidente che arco diurno e notturno sono sempre uguali tra loro per qualsiasi declinazione durante tutto l'anno.

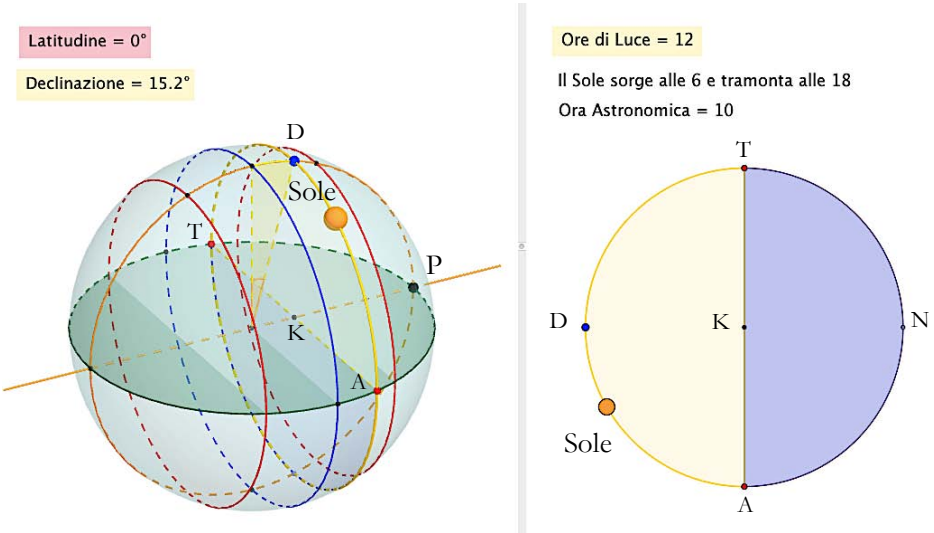


Figura 2

Può essere interessante anche vedere che per tutti i luoghi con latitudine $\varphi \geq 90° - \delta$, in primavera ed estate, l'arco diurno diventa di 24 ore: il Sole non sorge e non tramonta.

In Figura 3 siamo al polo, la declinazione è positiva, l'arco diurno dura 24 ore: il Sole resta sempre sopra l'orizzonte descrivendo cerchi ad esso paralleli e rimanendovi per 6 mesi, da equinozio ad equinozio.

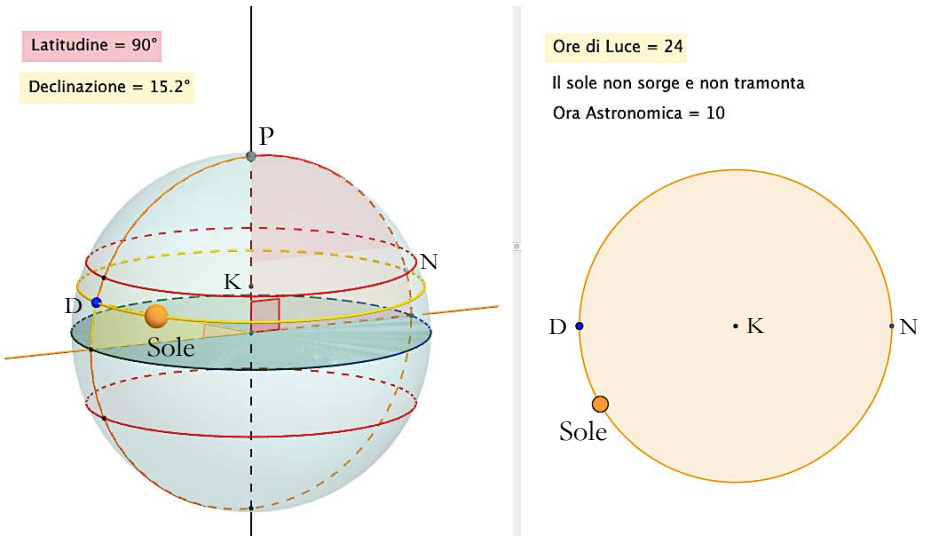


Figura 3

In un secondo file di Geogebra, 2_Ore_sfera.ggb, scelte la latitudine e la declinazione solare, si può simulare il moto diurno del Sole e vengono determinate e simultaneamente visualizzate, solo sulla base di dati ricavati dalla geometria delle figure, le ore di luce, l'ora astronomica, l'ora italica e l'ora antica. Per quest'ultima viene indicata anche la durata in minuti, che sappiamo variare nel corso dell'anno.

Ricordiamo che nel sistema orario ad **ore antiche**, in uso fino al XII secolo, durante tutto l'anno l'arco diurno e notturno vengono divisi ciascuno in 12 parti, per cui la durata delle ore diurne è generalmente diversa da quella delle ore notturne. Solo agli equinozi, quando arco diurno e notturno diventano uguali, tutte le ore hanno la stessa durata e si dicono per questo equinoziali: la loro durata coincide con quella dei sistemi cosiddetti ad ore uguali, come quello italico o moderno. In questo sistema detto anche ad ore ineguali (temporarie o stagionali) l'inizio della prima ora è fissato al sorgere del Sole, la dodicesima ora si chiude con il tramonto, il termine della sesta ora coincide col transito del Sole in meridiano.

Ricordiamo ancora, che in ciascuno dei sistemi orari ad ore uguali, come le **ore italiche, babiloniche, astronomiche**, l'intero giorno viene diviso in 24 ore uguali: la loro differenza sta nel diverso momento della giornata da cui comincia il loro conteggio.

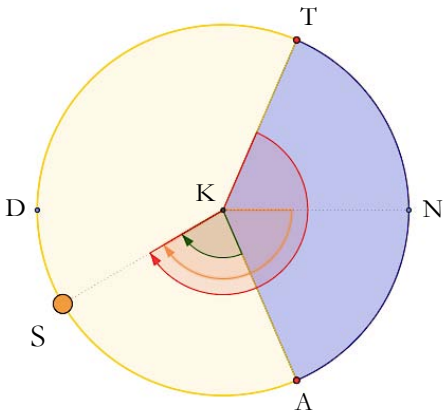


Figura 4

Nel sistema ad ore babiloniche l'inizio del computo coincide con il sorgere del Sole, in quello ad ore italiche con l'istante del tramonto, nel sistema ad ore astronomiche o moderne con la mezzanotte.

Nella figura 4, questi istanti sono indicati rispettivamente con i punti A, T, N.

Per determinare l'ora nei relativi sistemi, sempre per latitudine e declinazione scelti, l'angolo orario che il Sole in S forma con i rispettivi punti di riferimento viene tradotto in ore dividendo per l'ampiezza oraria di 15°.

Per le ore babiloniche si tratta dell'angolo $S\hat{K}A$, per quelle italiche $S\hat{K}T$, per quelle astronomiche $S\hat{K}N$.

Nel trattare le ore astronomiche, si farà sempre riferimento all'ora vera locale.

Nella scrittura delle ore uguali si è utilizzata la forma decimale: la parte decimale che indica la frazione di ora può essere facilmente convertita in minuti e secondi, tenendo conto che ogni decimo d'ora corrisponde a 6 minuti e ogni centesimo a 36 secondi.

Nel caso dell'ora antica viene visualizzato il numero cardinale dell'ora corrente per mantenere quella idea di base che vede le ore temporarie non come un istante puntiforme, ma un intervallo più o meno lungo a seconda della stagione (gli antichi non avevano bisogno come noi *di spaccare il secondo*...).

Tra parentesi, e solo nel file di Geogebra 2_Ore_Sfera.ggb, viene mostrata anche l'ora in forma decimale; naturalmente la frazione d'ora è commisurata alla sua mutevole durata.

Per una declinazione scelta, si suppone che essa resti costante nell'arco della giornata, approssimazione con effetto trascurabile soprattutto in prossimità dei solstizi; la declinazione massima è fissata a 23.5°.

In tutti i file di Geogebra il Sole può essere mosso spostando il suo simbolo oppure può essere animato con il comando "Animazione attiva" nel menu contestuale del simbolo. Lo stesso si potrebbe fare anche per i punti P e D che regolano la latitudine e la declinazione solare.

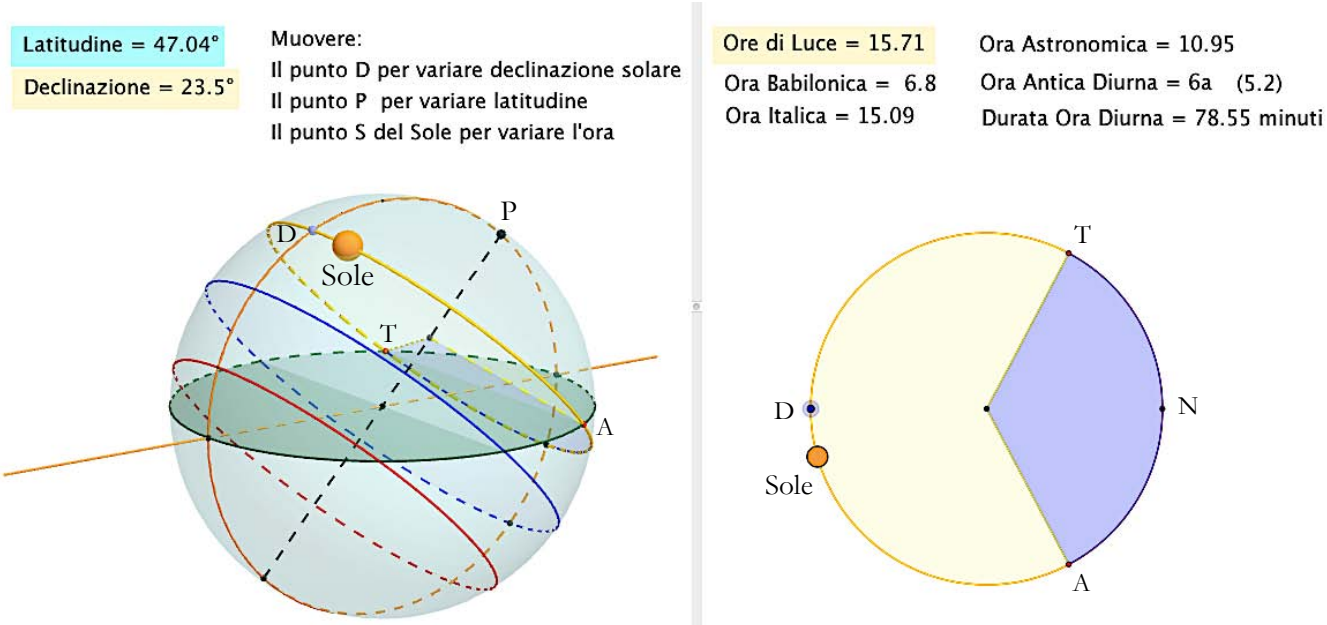


Figura 5

Nelle Figura 5 e 6, per la latitudine di 47.04° e declinazioni relative al solstizio estivo ed invernale, il Sole sta occupando una posizione sulla sfera prossima al passaggio in meridiano.

L'arco diurno e le corrispondenti ore di luce sono definiti dal suo percorso sopra l'orizzonte con l'arco ADT.

Notare come l'arco diurno e notturno e quindi la durata del dì e della notte si scambiano fra loro tra l'una e l'altra figura o ancora come la somma della durata dell'ora antica diurna estiva ed invernale diano per somma 120' = 2 ore: nel corso dell'anno l'incremento nella durata dell'ora diurna compensa la diminuzione nella durata di quella notturna.

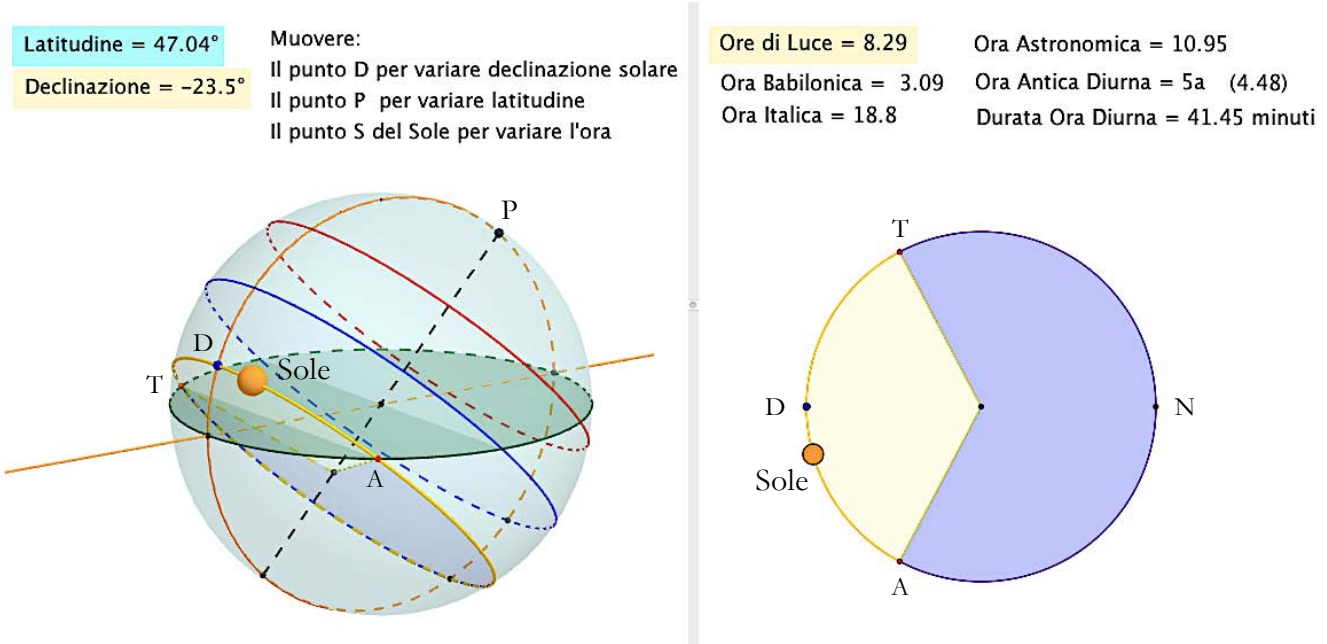


Figura 6

Nella Figura 7 la latitudine è ancora di 47.04°: siamo agli equinozi, il Sole sta occupando una posizione sulla sfera prossima al passaggio in meridiano. L'arco diurno è uguale a quello notturno, l'ora antica diurna dura esattamente 60 minuti, come quella notturna: sono le ore equinoziali.

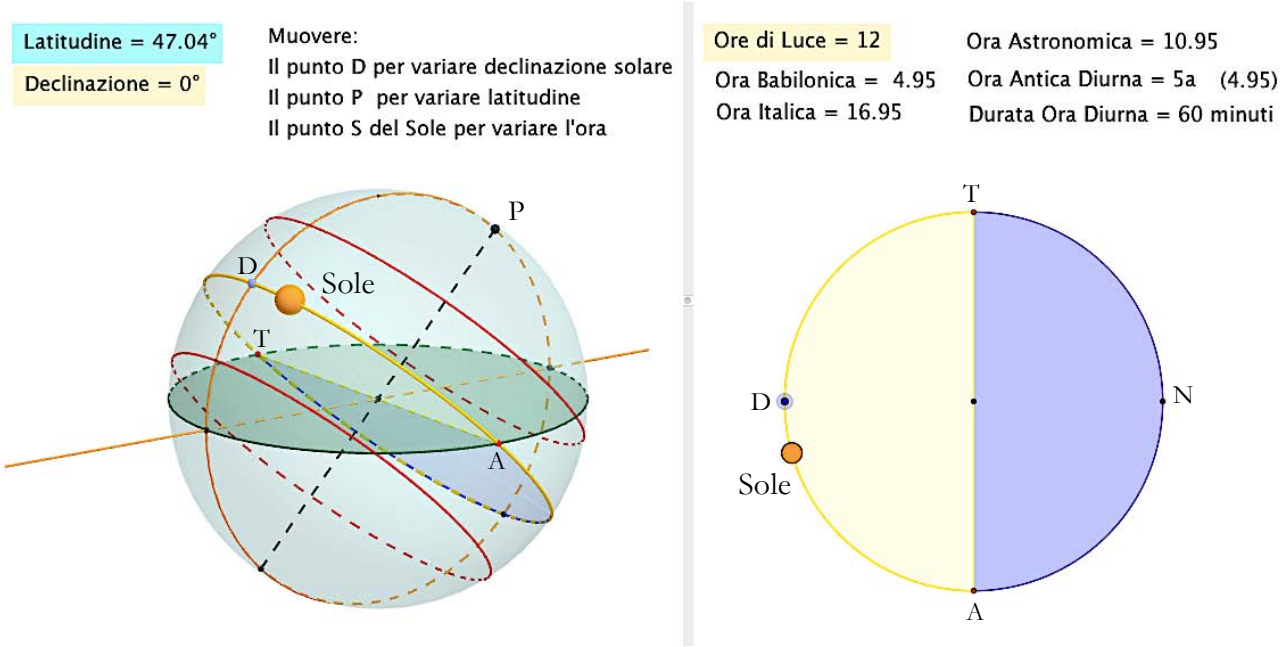


Figura 7

Simulazione del moto del Sole sul piano con l'Analemma

Con l'uso dell'analemma, si opera esclusivamente sul piano, seguendo quel metodo che la prodigiosa inventiva degli antichi ha escogitato per trasferire i moti solari (e le grandezze coinvolte) così come avvengono sulla sfera, sul piano e precisamente sul piano meridiano.

Nel file di Geogebra 1_Ore_Sfera.ggb, si può ottenere l'immagine classica dell'analemma con il comando "Vista frontale" della sfera sul piano meridiano.

In questo caso però, per ottenere il confronto fra i diversi sistemi orari, si è operato esclusivamente sul piano con l'analemma, secondo l'uso degli antichi e si è approntato il file di Geogebra 3_Ore_Piano.ggb

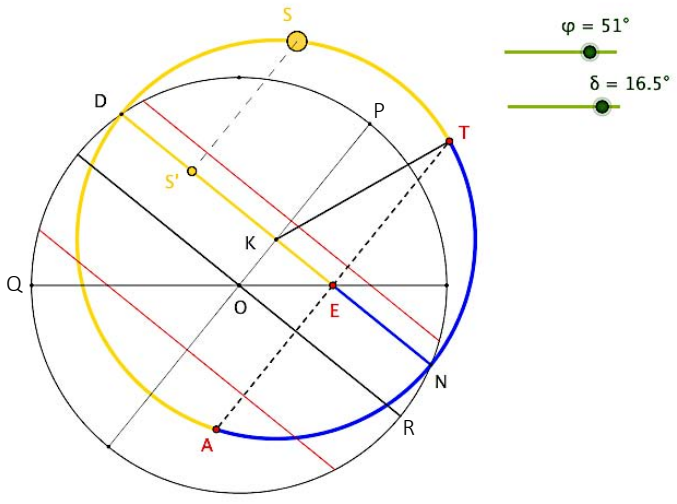


Figura 8

Nella Figura 8, sul piano del foglio, la circonferenza di centro O rappresenta il meridiano locale, e i suoi tre diametri per O indicano l'orizzonte locale OQ, l'equatore OR e l'asse celeste OP; in rosso sono indicate le proiezioni sul piano meridiano dei tropici. La circonferenza di centro K è il ribaltamento del cerchio descritto dal Sole nel suo percorso apparente diurno sulla sfera (per una latitudine e declinazione che nel caso sono rispettivamente 51° e 16.5°).

Il diametro DN è la vista di tale percorso sul piano meridiano, S' il punto che rappresenta la posizione del Sole sull'analemma per quella latitudine, per quella data e per quell'ora particolare. Notiamo che S' rappresenta al

contempo il Sole S di un'ora pomeridiana, come in figura, e quello dell'ora antimeridiana, simmetrica rispetto al mezzodì.

Le figure che seguono, tratte dal file 3_Ore_Piano.ggb, riportano quanto visualizzato in termini di ore nei differenti sistemi per prescelte latitudine e declinazione.

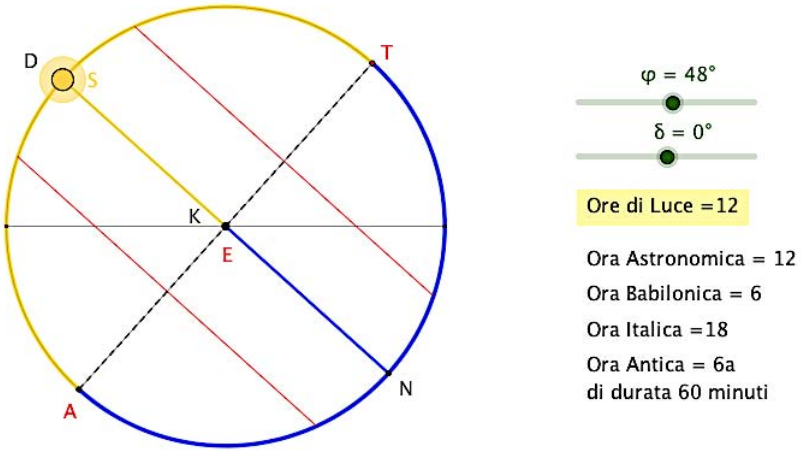


Figura 9

Nella Figura 9, la latitudine è di 48° e la declinazione di 0°. Siamo all'equinozio, l'arco diurno $A\hat{D}T$ e notturno $T\hat{N}A$ sono uguali. Il Sole, a metà del suo percorso diurno, sta culminando sul meridiano locale: è l'ora astronomica 12, sono le 6 babiloniche (sono passate 6 ora dall'alba), le 18 italiche (sono passate 18 ore dal tramonto e ne mancano 6 al tramonto successivo). È finita la 6a ora temporaria, che dura esattamente 60 minuti.

In Figura 10, l'ora è sempre quella della 12 astronomiche, la declinazione di 23.5° indica che siamo al solstizio estivo. La lunghezza del dì è di quasi 16 ore, il Sole è sorto da quasi 8 ore e ne mancano (24-16.07) quasi 8 al tramonto. È finita la 6a ora temporaria, che dura quasi 80 minuti.

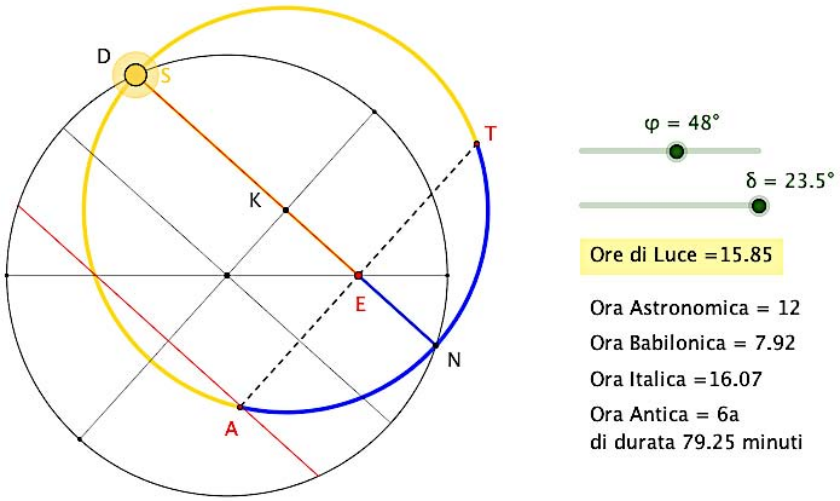


Figura 10

In Figura 11 la declinazione negativa di -23.5° indica che siamo al solstizio invernale e che le ore di luce sono poco più di 8.

La posizione del Sole indica il mezzodì, le ore 12 astronomiche; il Sole è sorto da circa 4 ore e ne mancano poco più di 4 al tramonto (24-19,92 = 4,08). L'ora temporaria ha una durata di circa 40 minuti.

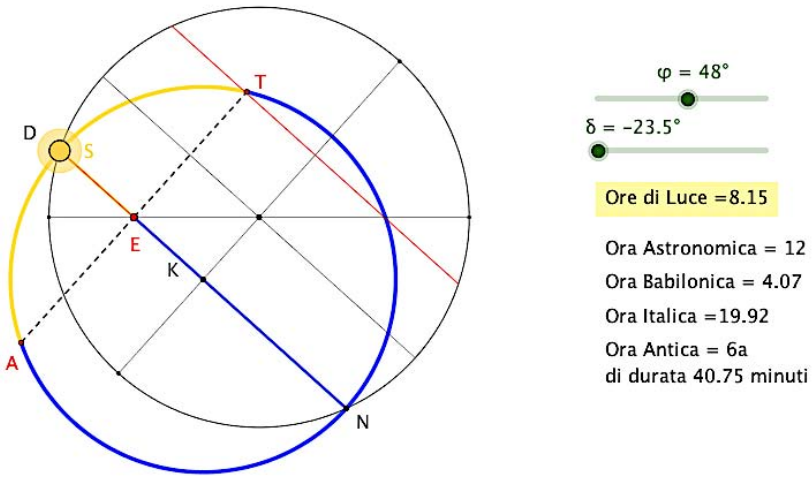


Figura 11

In Figura 12, ho mantenuto la stessa latitudine e scelto la declinazione di 14°: le ore di luce risultano poco più di 14. La posizione del Sole sul suo percorso diurno indica l'ora astronomica delle 10.2. L'ora 5.27 babilonica indica che sono passate 5.27 ore dall'alba, mentre l'ora 15.12 italica, indica che ne mancano 8.88 (24-15.12) al tramonto. È la 5a ora temporaria che dura circa 70 minuti.

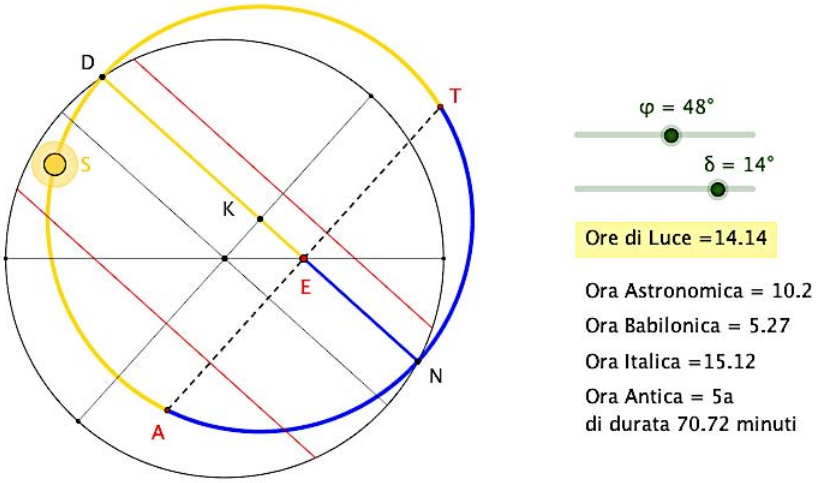


Figura 12

Ore a confronto con il calcolo: uso di Geogebra e foglio Excel

In questo caso il calcolo dei diversi generi di ore non è fatto con una costruzione grafica, ma con il calcolo.

Due le formule di partenza usate:

$\text{sen}(\delta) = \text{sen}(23.5°) \cdot \text{sen}(\alpha)$ (1) che determina la declinazione solare δ sulla base della longitudine eclittica α

$\cos(\omega) = -\tan(\delta) \cdot \tan(\varphi)$ (2) che calcola l'ampiezza ω del semiarco diurno a partire dalla latitudine φ e dalla declinazione solare δ.

In entrambi i metodi di calcolo si è usata la longitudine eclittica per calcolare la conseguente declinazione solare cui far corrispondere una data particolare. S indica il Sole.

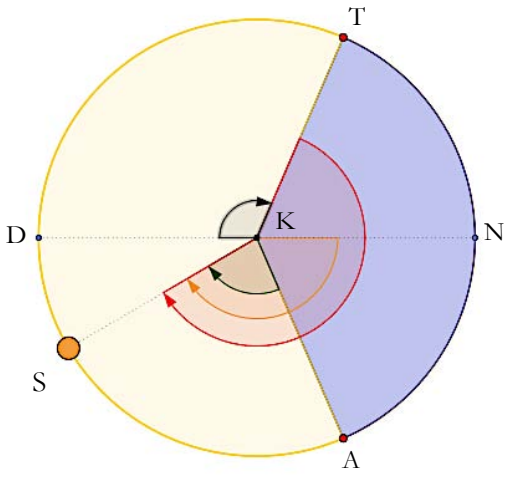


Figura 13

Nella Figura 13 sono evidenziati:

$D\hat{K}T = \omega$ semiarco diurno

$N\hat{K}S = \omega N$ angolo orario del Sole dalla mezzanotte N

$A\hat{K}S = \omega A$ angolo orario del Sole dal sorgere A

$T\hat{K}S = \omega T$ angolo orario del Sole dal Tramonto T

e chiamati con:

H_{Ast} l'ora astronomica (di tempo vero)

H_{Bab} l'ora babilonica

H_{It} l'ora italica

Supposto noto l'angolo orario del Sole ωN si possono calcolare:

$\omega A = \omega N - (180° - \omega) = \omega N + \omega - 180°$

$\omega T = \omega N + (180° - \omega) = \omega N - \omega + 180°$

e tradurre gli angoli in ore dividendo per 15°, per cui

$Ore\ di\ Luce\ = 2\omega/15°$

$H_{Ast} = \omega N/15°$

$H_{Bab} = \omega A/15° = (\omega N + \omega - 180°)/15°$

$H_{It} = \omega T/15° = (\omega N - \omega + 180°)/15°$

Per le ore temporarie si determina

$\Delta\omega D = \omega/6$	l'angolo che corrisponde ad una ora temporaria diurna
$\Delta\omega N = (180° - \omega)/6$	l'angolo che corrisponde ad una ora temporaria notturna
$\Delta TempD = \Delta\omega D/15°$	la durata di un'ora temporaria diurna
$\Delta TempN = \Delta\omega N/15°$	la durata di un'ora temporaria notturna
$H_{Temp}D = int\ (\omega A/\Delta\omega D) + 1$	l'ora temporaria diurna

ottenuta dividendo l'angolo orario dall'alba per l'angolo che corrisponde ad un'ora temporaria diurna e prendendone la parte intera per eccesso, con $\omega A \leq \omega$

$H_{Temp}N = int\ (\omega T/\Delta\omega N) + 1$ l'ora temporaria notturna

ottenuta dividendo l'angolo orario dal tramonto per l'angolo che corrisponde ad un'ora temporaria notturna, sempre prendendone la parte intera per eccesso e con $\omega T \leq 2(180° - \omega)$

Uso di Geogebra

Geogebra consente di inserire nella vista Algebra formule ed espressioni algebriche il cui risultato può essere opportunamente usato e visualizzato nella vista grafici, quando il programma non lo faccia automaticamente e in tempo reale. Tutti gli altri angoli di interesse, nonché le ore da poter usare nei diversi sistemi orari, sono stati calcolati e poi visualizzati nella vista grafici seguendo le indicazioni su riportate.

Il file di Geogebra 4_Ore_Geogebra.ggb (Fig.14) effettua i calcoli di cui sopra

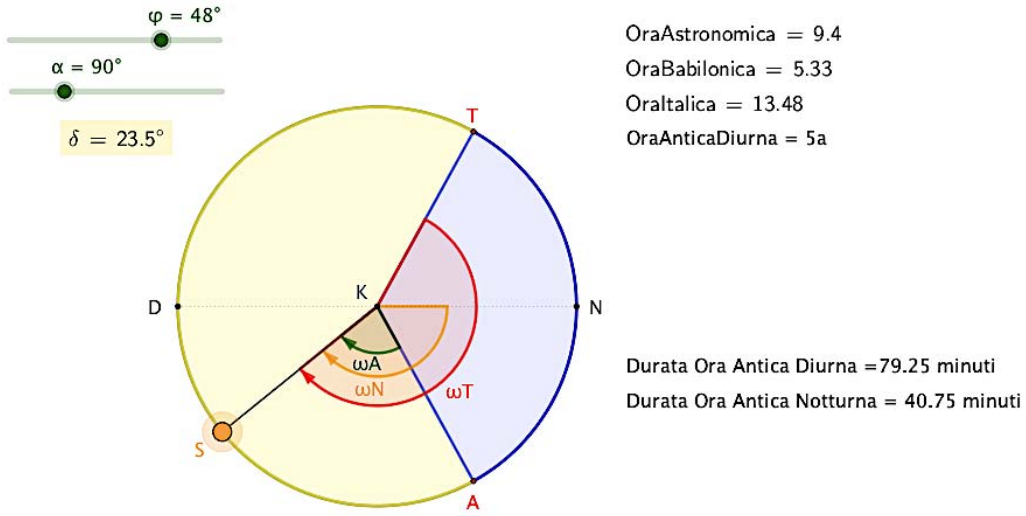


Figura 14

Posizionati gli slider per la latitudine φ e per la longitudine eclittica α, la corrispondente declinazione solare δ viene calcolata e visualizzata nella vista grafici con la formula (1), mentre il semiarco diurno ω viene determinato con la formula (2).

Uso di un foglio Excel

Le tabelle 1 e 2 si sono ottenute con il foglio di calcolo 5_Ore_Excel.xlsx, che permette di ottenere gli stessi risultati.

Nelle celle verdi vanno inserite la latitudine φ e l'ora astronomica H_{Astr}, e sono le variabili sulle quali si può agire; la longitudine eclittica e la corrispondente declinazione è assegnata per l'ingresso del Sole nei 12 segni dello zodiaco ogni 30°, tutte le altre celle sono automaticamente calcolate. Il colore delle celle dell'ora temporaria risulta giallo se l'ora è diurna, verde se notturna.

Tab.1	LATIT.	Long. Eclittica	Declin.	Arco SemiDiurno in ore	Ora Alba	Ora Tram.	ITAL	BAB	Durata Temp. D	Durata Temp. N	TEMP
φ	48	α	δ				H_{It}	H_{Bab}	$\Delta TempD$	$\Delta TempN$	H_{Tem}
H_{Astr}	9,06								in minuti	in minuti	
Marzo	Equinozio	0	0,00	6,00	6,00	18,00	15,06	3,06	60,00	60,00	4
Aprile		30	11,50	6,87	5,13	18,87	14,19	3,93	68,71	51,29	4
Maggio		60	20,20	7,61	4,39	19,61	13,45	4,67	76,08	43,92	4
Giugno	Solstizio	90	23,50	7,93	4,07	19,93	13,13	4,99	79,25	40,75	4
Luglio		120	20,20	7,61	4,39	19,61	13,45	4,67	76,08	43,92	4
Agosto		150	11,50	6,87	5,13	18,87	14,19	3,93	68,71	51,29	4
Settembre	Equinozio	180	0,00	6,00	6,00	18,00	15,06	3,06	60,00	60,00	4
Ottobre		210	-11,50	5,13	6,87	17,13	15,93	2,19	51,29	68,71	3
Novembre		240	-20,20	4,39	7,61	16,39	16,67	1,45	43,92	76,08	2
Dicembre	Solstizio	270	-23,50	4,07	7,93	16,07	16,99	1,13	40,75	79,25	2
Gennaio		300	-20,20	4,39	7,61	16,39	16,67	1,45	43,92	76,08	2
Febbraio		330	-11,50	5,13	6,87	17,13	15,93	2,19	51,29	68,71	3
Marzo	Primavera	360	0,00	6,00	6,00	18,00	15,06	3,06	60,00	60,00	4

Tab.2	LATIT.	Long. Eclittica	Declin.	Arco SemiDiurno in ore	Ora Alba	Ora Tram.	ITAL	BAB	Durata Temp.D	Durata Temp.N	TEMP
φ	48	α	δ				H_{It}	H_{Bab}	$\Delta TempD$	$\Delta TempN$	H_{Tem}
H_{Astr}	19,00								in minuti	in minuti	
Marzo	Equinozio	0	0,00	6,00	6,00	18,00	1,00	13,00	60,00	60,00	2
Aprile		30	11,50	6,87	5,13	18,87	0,13	13,87	68,71	51,29	1
Maggio		60	20,20	7,61	4,39	19,61	23,39	14,61	76,08	43,92	12
Giugno	Solstizio	90	23,50	7,93	4,07	19,93	23,07	14,93	79,25	40,75	12
Luglio		120	20,20	7,61	4,39	19,61	23,39	14,61	76,08	43,92	12
Agosto		150	11,50	6,87	5,13	18,87	0,13	13,87	68,71	51,29	1
Settembre	Equinozio	180	0,00	6,00	6,00	18,00	1,00	13,00	60,00	60,00	2
Ottobre		210	-11,50	5,13	6,87	17,13	1,87	12,13	51,29	68,71	2
Novembre		240	-20,20	4,39	7,61	16,39	2,61	11,39	43,92	76,08	3
Dicembre	Solstizio	270	-23,50	4,07	7,93	16,07	2,93	11,07	40,75	79,25	3
Gennaio		300	-20,20	4,39	7,61	16,39	2,61	11,39	43,92	76,08	3
Febbraio		330	-11,50	5,13	6,87	17,13	1,87	12,13	51,29	68,71	2
Marzo	Primavera	360	0,00	6,00	6,00	18,00	1,00	13,00	60,00	60,00	2

Bibliografia

[1] Ferrari Gianni - "Formule e Metodi per lo studio degli orologi solari" - Youcanprint 2015
[2] Stocco Elsa - "L'analemma di Vitruvio con Geogebra" - Atti del XXII Seminario Nazionale di Gnomonica Loreto - 2018

Tra i Bonus del numero corrente si trovano i 4 file di Geogebra e il file di Excel citati nell'articolo.

Contributi brevi

a cura della Redazione (redazione@orologisolari.eu)

Le buse de San Giacom

di Mauro Giongo (maurogiongo@virgilio.it)

Sono nato nel 1953 in un maso di nome Tratta, sulla collina sinistra del fiume Adige, dove mio nonno Bepi e lo zio Elio facevano i contadini a mezzadria. La campagna che lavoravano era in piccoli appezzamenti, che a quei tempi mi sembravano distanti tra loro, essendo divisi da vallette, dossi e boschi.

La nonna Nilda prima di partire ci diceva che dovevamo venire a pranzo a mezzogiorno. Il pranzo era l'unico divertimento concessomi (ero dai nonni per quel motivo). L'orologio il nonno non lo aveva e lo zio lo metteva solo alla domenica per andare in chiesa al paesino di Pressano dove andavo all'asilo accompagnato dal mio cane Lessi.

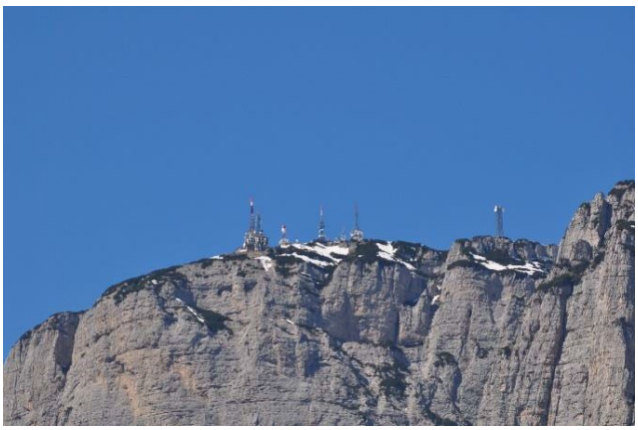


Figura 1- Cima della Paganella

Una di queste "Buse" era quella che guardavo con più interesse, al mattino sempre in piena di luce, ma ad un certo punto cominciava a oscurarsi; era il momento che aspettavo, sapevo che quando sarebbe stata completamente in ombra, il pranzo era pronto, e avremo dovuto essere a tavola.

La parete della Paganella di fronte al maso è alta 2000 metri, esposta ad Est, quindi a mezzogiorno locale (a quel tempo non c'era l'ora legale) le "Buse" sono in ombra.

A rendere le buse un Orologio Solare molto "preciso", oltre al fatto di trovarsi dentro una parete verticale, contribuisce la presenza di uno sperone di roccia a sud, distante un centinaio di metri, un vero gnomone naturale.

Figura 4 - Ombra di Mezzogiorno

Le campane del paese erano troppo lontane per sentirle, ma una cosa si vedeva da qualunque parte si fosse, la Paganella, la montagna dalla parte opposta della valle.

A metà della grande parete a 1500 metri di quota ci sono alcune grandi nicchie delle dimensioni di alcune decine di metri, chiamate le "Buse de San Giacomo". Nelle vicinanze passa anche il sentiero della "Cordina" frequentato quasi esclusivamente da camosci.

Figura 2 - Ombra delle ore 11

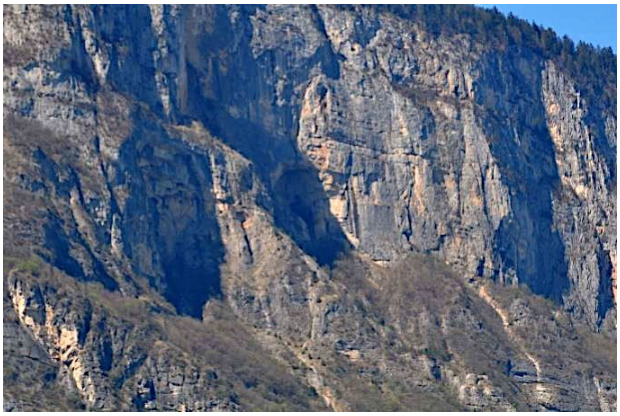


Figura 3 - Ombra delle ore 11,30

Attorno alle "Buse de san Giacom" ci sono molte altre narrazioni, soprattutto di alpinisti e cacciatori, che testimoniano il fascino di questi luoghi.

Trentino, aprile 2020

Itinerari gnomonici

Orologi solari a Torino (Parte 4, i quartieri della zona Ovest)

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

Nella terza puntata di questo itinerario torinese abbiamo presentato gli orologi solari della zona Sud di Torino. In questa quarta puntata ci occupiamo invece dei quartieri della zona Ovest della città moderna: da Mirafiori Nord sino a San Donato; in questa zona i quadranti solari sono relativamente pochi, tanto che in alcuni dei quartieri sono del tutto assenti. Come annunciato nella parte introduttiva di questo itinerario, scegliamo come punto di partenza un bell'orologio che si trova presso un importante monumento un poco oltre i confini della città di Torino: la Palazzina di Caccia di Stupinigi, nel comune di Nichelino a Sud-Ovest di Torino.

La Palazzina di Caccia di Stupinigi

Nel 1729 il re sabaudo Vittorio Amedeo II commissionò a Filippo Juvarra un padiglione per la caccia da costruirsi sui terreni di Stupinigi, acquistati da Emanuele Filiberto nel 1564 e poi ceduti all'Ordine Mauriziano (1573). Lo Juvarra, ispirandosi alla tradizione architettonica romana appresa alla scuola di Carlo Fontana e a quella di Fischer Von Erlach, realizzò una palazzina al cui centro pose il salone ellittico a doppia altezza, con maniche laterali disposte come le rotte di caccia, a croce di Sant'Andrea (Fig. 54).

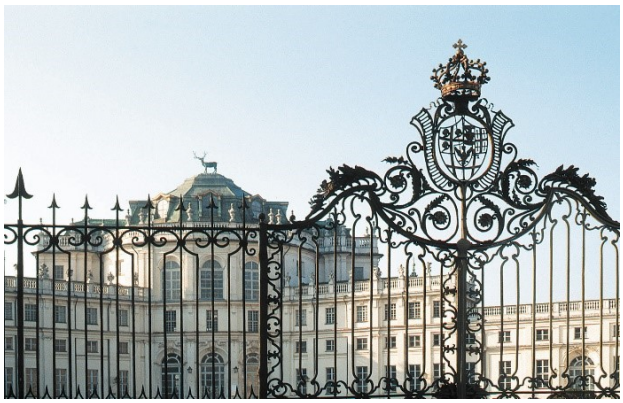


Fig. 54 – NICHELINO, Stupinigi. Il corpo centrale della Palazzina di caccia sabauda.

Il complesso, ultimato e ampliato nel corso del Settecento da Benedetto Alfieri, Giovanni Tommaso Prunotto e Ludovico Bo, testimonia la felice intuizione compositiva del progetto juvarriano. Dal 1919 ospita il Museo di Arte e Ammobiliamento, che raccoglie mobili provenienti dalle residenze sabaude e da altre corti italiane pre-unitarie [1].

Ai lati del viale che da Torino conduce a Stupinigi sorgono le cascine juvarriane. Sul lato sinistro, nell'esedra presso la palazzina, la fila delle cascine termina con la chiesa parrocchiale della Visitazione di Maria Vergine realizzata tra il 1738 e il 1739. La parrocchiale e l'abitazione del curato furono deliberate nel piano urbanistico di Juvarra nel 1729, al quale è da attribuire anche il progetto esecutivo e lo schema complessivo della chiesa.

Fig. 55 – NICHELINO, Stupinigi. Chiesa parrocchiale della visitazione di Maria, inserita nelle costruzioni rurali che precedono la palazzina di caccia.

La chiesa (Fig. 55) è arretrata rispetto al filo dei porticati, così da creare una sorta di anti-ingresso, dinanzi al quale si potevano radunare, prima e dopo le funzioni, i contadini che lavoravano nel complesso, per i quali la chiesa aveva funzione di parrocchia. Nel 1782 Vittorio Amedeo III incaricò l'architetto Ludovico Bo di intervenire per ampliarla spostando l'altare maggiore, formando un coro rettangolare oppure circolare e ingrandendo la sacrestia [2].

Sul lato esterno destro della chiesa, orientato a Sud-Ovest, possiamo ammirare un grande orologio solare (Fig. 56) che riporta due motti: *Deus, Deus, meus: ad te de luce vigilo* (Bibbia, Salmi, 62) e *Umbra urget et urna,* che significano rispettivamente "O Dio, Dio, mio: ti attendo durante il giorno" e "L'ombra incalza, come l'urna (sepolcrale)".

E' quasi certo che si trattasse di un "orologio solare universale", un genere di quadrante molto in voga verso la metà dell'800, con l'indicazione del mezzogiorno vero in numerose città del mondo [3]. Probabilmente, in fase di restauro (il più recente è del 2011) non si è voluto o potuto recuperare questa funzione gnomonica.

Il quadrante ha stilo polare e linee orarie francesi, con suddivisione dell'Ora Vera Locale in quarti d'ora e ulteriore suddivisione ogni 5 minuti.

Certamente, per la gestione delle aziende agricole annesse alla Palazzina di Caccia era importante la conoscenza dell'ora durante la giornata; infatti sulla parete Sud-Ovest del caseggiato del vicino Podere S. Umberto (via Torino 5) possiamo ancora vedere i resti di quello che quasi certamente era un grande orologio solare: essenzialmente la parte superiore della cornice, poiché buona parte dell'intonaco è caduta (Sundial Atlas IT018803) [4].

Poco a Nord dalla Palazzina di Caccia troviamo l'abitato della frazione Borgaretto di Beinasco; qui, come testimonia il Sundial Atlas, possiamo vedere una decina di orologi solari, che non descriviamo perché fuori dalla zona urbana di Torino.

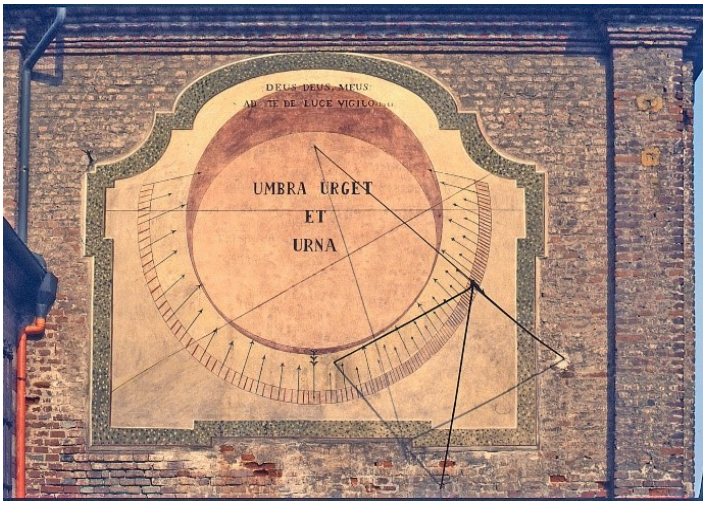


Fig. 56 – NICHELINO, Stupinigi. Quadrante solare con stilo polare e linee orarie francesi. (Sundial Atlas IT004979).

Quartiere Mirafiori Nord e dintorni

Spostandoci verso la città ci dirigiamo verso il quartiere Mirafiori Nord. Lungo questo percorso possiamo vedere un orologio solare particolare: un grande orologio orizzontale installato in un'aiuola del Cimitero Parco, ancora nel quartiere Mirafiori Sud (Fig. 57). Poco distante, in strada del Portone 75-77, il Sundial Atlas segnala un altro quadrante (Sundial Atlas IT006467) qui non rappresentato e del quale restano solo più una debole traccia e lo gnomone.

I successivi tre orologi li troviamo in una zona che per la verità appartiene al comune di Grugliasco: in località Gerbido, in una periferia dove le linee di confine tra Torino e comuni limitrofi appaiono indefinite per effetto della continuità urbana.

Il primo lo vediamo sulla Chiesa Parrocchiale del Gerbido, dedicata allo Spirito Santo, le cui origini risalgono a una cappella del 1675, rifatta nelle forme attuali negli anni 1820-1830. Si tratta di un semplice ma elegante quadrante inserito in una ellisse (Fig. 58) restaurato da Mario Tebenghi nel 1995. Il motto in latino *Sic mea vita fugit*, significa: "Così (come l'ombra) fugge la mia vita".

Fig. 57 – Cimitero Parco, Campo 35. Grande aiuola trasformata in orologio solare. I vialetti segnano le linee orarie. (Sundial Altlas IT018804).

Fig. 58 – GRUGLIASCO, località Gerbido. Via Moncalieri n. 79, angolo via Don Borio. Chiesa dello Spirito Santo. Orologio che segna le Ore Vere del fuso dell'Europa. Centrale (Sundial Atlas IT006772).

Troviamo un secondo orologio (Fig. 59) in strada Barocchio 25, su un edificio dalle apparenze ottocentesche, che ora è sede di una comunità terapeutica.

Il terzo orologio lo vediamo poco distante dal precedente, in strada Barocchio 27, dipinto su un basso edificio annesso a una cappella sconsacrata dalla facciata neogotica. Il piccolo complesso è dagli anni '90 occupato e utilizzato come centro di ritrovo (*Barocchio Squat Garden)*. L'orologio è stato tracciato da Cristiano d'Innocenti [5] nel 2016 ed è caratterizzato da un'originale gnomone (Fig. 60).

Fig. 59 – GRUGLIASCO, Gerbido. Strada Barocchio n. 25, orologio solare spettacolare, ma dal tracciato incerto, sulla facciata di un edificio utilizzato per una comunità terapeutica della Azienda Sanitaria Locale. (Sundial Altlas IT018800).

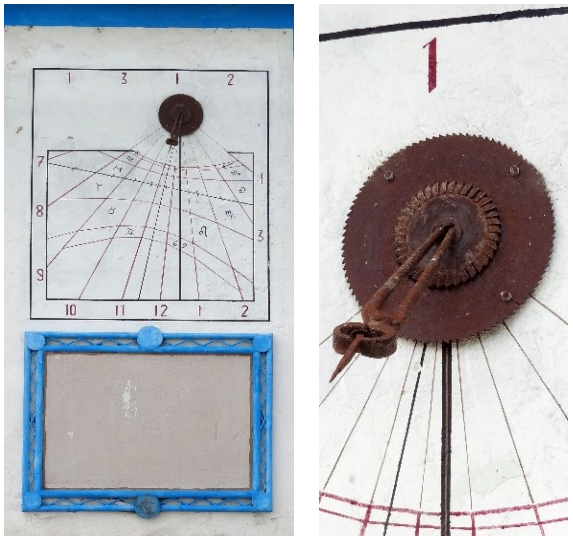


Fig. 60 – GRUGLIASCO, Gerbido. Strada Barocchio n. 27, orologio sulla facciata di un basso edificio oggi usato come centro d'incontro. Sulla destra, lo gnomone: una tenaglia con un chiodo (Sundial Altlas IT018801).

Rientrati nel comune di Torino, all'interno del cortile di via Veglia 69 (ma visibile dal cancello o dal giardino retrostante l'edificio) troviamo una sfera armillare (Fig. 61): un tipo di orologio comune nei giardini delle città nordiche, ma relativamente raro da noi. Realizzato da Ugo Colombano nel 1996, porta scale per l'Ora Vera Locale e del Fuso e la lemniscata per il Mezzogiorno Medio; una terza scala può essere posizionata per indicare l'Ora Media.

Sulla facciata dell'edificio di corso Siracusa 66 troviamo un quadrante solare dipinto su una antenna per ricezione televisiva (Fig. 62). La descrizione di questo originale orologio-antenna è riportata in un documento allegato alla sua scheda sul Sundial Atlas: la superficie riflettente è quasi piana, per l'elevata lunghezza focale, e l'unità ricevente è sistemata nella fioriera antistante.

Fig. 61 – Via Veglia n. 69. Grande orologio solare armillare nel cortile dell'edificio. (Sundial Altlas IT006132).

Fig. 62 – Corso Siracusa n. 66. Quadrante solare dipinto sul pannello di un'antenna per ricezione TV. Il pannello appare oggi assai deteriorato e parzialmente nascosto dalla piata ornamentale. (Sundial Altlas IT006111).

Quartiere San Paolo

Risalendo verso Nord arriviamo al quartiere San Paolo, dove possiamo vedere due orologi solari. (Negli adiacenti quartieri di Santa Rita, Pozzo Strada e Cenisia non sembrano invece esservi orologi solari degni di nota).

Il primo orologio, moderno e di notevoli dimensioni (Fig. 63) con la semplice indicazione delle Ore Vere Locali, è sulla parte alta di un edificio di costruzione relativamente recente in via Isonzo n. 123/4.

Il secondo è un piccolo quadrante con un insolito e gradevole disegno "decò" che ne testimonia la data di origine: 1938 (Fig. 64). Posto sulla parete di una palazzina di via Borg Pisani n. 7, oggi manca dello stilo e mostra la linea del Mezzogiorno stranamente inclinata.

Fig. 63 – Via Isonzo n. 123/4. Orologio solare sulla parte alta del prospetto di un edificio. Porta il motto "Se il Sol mi guarda le ore ti dico".(Sundial Atlas IT006423).

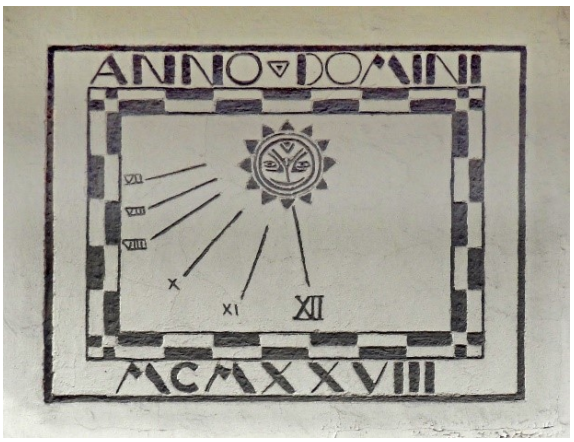


Fig. 64 – Via Borg Pisani n.7, angolo via Tolmino. Orologio solare dal disegno "decò"; lo stilo manca. (Sundial Atlas IT005574).

Quartieri Parrella e S. Donato

Nel quartiere Parrella, più a Nord, troviamo diversi orologi solari; altri due li troviamo nell'adiacente quartiere S. Donato.

Il primo orologio solare che possiamo vedere è quello sulla villa Tesoriera (Fig. 65): una delle molte meridiane che ornavano le belle "Ville" e cascine nei dintorni della città vecchia.

La villa Tesoriera, in corso Francia n. 186, con un imponente giardino, fiancheggia quello che un tempo era lo stradone per Rivoli. Essa fu costruita sul luogo dove fin dal XVII secolo esisteva una cascina passata in eredità nel 1713 al Consigliere e Tesoriere Generale di Vittorio Amedeo II, Aymo Ferrero di Borgaro, Signore di Cocconato. Secondo la tradizione, in quello stesso anno il Cocconato diede incarico a Padre Jacopo Maggi di edificare la Villa; essa fu terminata nel 1715 e inaugurata con la partecipazione del Re unitamente alla Corte.

Il Cocconato morì nel 1718 lasciando alla moglie in eredità la casa e i debiti; la nobile Clara Teresa Gay dovette allora mettere la villa all'incanto per pagare le pendenze del marito. La villa cambiò più volte di proprietario e negli anni del governo francese fu ridotta ad alloggiamento per le truppe.

Verso la metà dell'Ottocento passò al marchese Ferdinando Arboreo di Gattinara e Breme, duca di Sartirana, senatore del Regno e famoso entomologo.

In quegli anni iniziò l'allestimento del giardino secondo diversi impianti progettuali; si costruirono due grandi serre, nella zona a Sud, e l'ala Est della villa. In questo spazio si raccolse una biblioteca di oltre 1500 volumi.

Nel 1934 l'edificio divenne di proprietà di Amedeo di Savoia, duca d'Aosta e subì ulteriori modifiche a opera dell'ingegnere Gianni Ricci.

Nel 1962 passò ai Gesuiti, che la usarono come scuola.

Fig. 65 – La villa Tesoriera, in corso Francia n. 186.

Infine, dal 1971 è proprietà del Comune di Torino, che ha fatto del giardino un parco pubblico.

Le sale riccamente affrescate, presentano temi mitologici, allegorici e floreali; al piano terreno interessante è la piccola sala detta "delle chiacchere".

Al primo piano della Villa il grande salone affrescato e decorato a *trompe l'oeil* presenta, ai lati del soffitto, le allegorie di matematica, architettura, astronomia e pittura; sulle pareti, personaggi appoggiati alla balaustra dipinta sembrano discutere e leggere antichi libri [6].

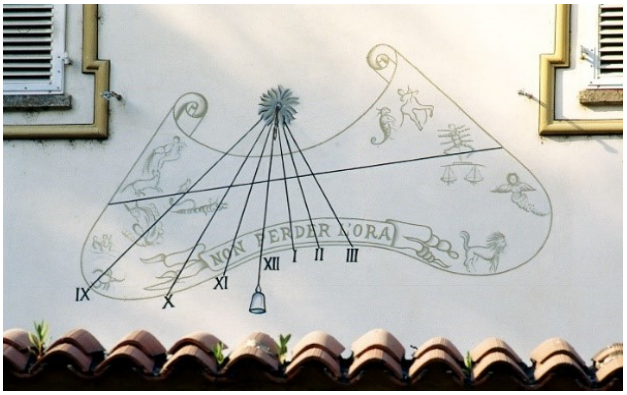


Fig. 66 – Corso Francia 186. Villa Tesoriera (Sundial Atlas IT006340)

Su un fabbricato di servizio adiacente a corso Francia è visibile, anche dall'esterno del recinto, un orologio solare per l'Ora Vera Locale, con lo stilo polare, la linea del Mezzogiorno con la campanella e la linea equinoziale.

Poco distante dalla villa Tesoriera, al numero 13 di via Millaures, troviamo una villetta con un orologio solare scolpito nel marmo (Fig. 67): un bel manufatto, ma purtroppo solo una pseudomeridiana, come si deduce facilmente dallo stilo e dal punto di convergenza delle linee orarie. Porta il motto *Tempus Fugit*.

Una pseudomeridiana è anche quella che troviamo in via Scapacino n. 15, su un edificio identificato sul quadrante come "Villa Anna": Esposta a Est, ha linee orarie fantasiose; la data 1935 sembra riferirsi più alla casa che alla meridiana.

Fig. 67 – Via Millaures n. 13. Pseudomeridiana in marmo. (Sundial Atlas IT006466)

Fig. 68 – Via Scapacino n. 15. Bel quadrante esposto a Est, con linee orarie inadeguate. (Sundial Atlas IT006420).

L'edificio "Il Gibellino", situato in via Angelo Sismonda n. 18/10, s'inserisce anch'esso nel panorama delle "Ville" della pianura torinese di origine settecentesca. Fu utilizzato come postazione difensiva dalle truppe sabaude durante l'assedio alla città di Torino del 1706. La cascina, danneggiata, è stata ricostruita negli anni seguenti.

La planimetria attuale a "C", risultante dalla demolizione dell'avancorpo d'ingresso avvenuta nel 1926, mette in evidenza i giardini al centro della corte; il notevole disegno barocco del complesso è indubbiamente opera di un architetto, rimasto sconosciuto [6]. Sulla villa vediamo un frontone dotato di un orologio solare del 1791, restaurato di recente, con i numeri delle ore scritti su una banda orizzontale e il classico motto: *Sine Sole Sileo*.

Fig. 69 – Via Sismonda n. 18/10. Villa "Il Gibellino". È visibile il frontone con la meridiana.

Fig. 70 – Via Sismonda n. 18/10. Villa "Il Gibellino". Frontone con la merdiana. (Sundial Atlas IT006402)

Poco distante dalla villa della quale abbiamo parlato, troviamo la traccia di un orologio solare di notevoli dimensioni sul muro dell'edificio di via Sismonda n. 20 (Fig. 71). Le linee orarie sono completamente sparite, ma resta lo stilo, di tipo polare, correttamente installato con elevazione molto bassa sulla superficie, poiché la parete ha orientamento decisamente verso Est.

Poco distante, in corso Lecce n. 79a il Sundial Altlas segnala un altro orologio solare, qui non rappresentato; si tratta di un piccolo quadrante del tipo fabbricato in serie, installato però con orientamento decisamente errato (Sundial Atlas IT006464).

Su una moderna chiesa del quartiere S. Donato, la parrocchiale dedicata alla Trasfigurazione di Gesù, in via Spoleto al n. 12, all'angolo con via delle Ghiacciaie, possiamo vedere un orologio su lastra di marmo (Fig. 72). La sua declinazione gnomonica è di ben 116° verso Ovest, e il quadrante è tracciato correttamente per l'Ora Vera del Fuso; sulla curva delle 3 pomeridiane è riportata la lemniscata per l'Equazione del Tempo. Il motto recita "in Dio ogni ora è serena".

Non molto distante, in via Pistoia n. 24, possiamo vedere un quadrante solare con linee per l'Ora Vera del Fuso segnate con tondini metallici e contrassegnate da cifre orarie dorate. L'orologio è montato sulle finestre delle scale di un moderno codominio (Fig 73).

Fig. 71 – Via Sismonda n. 20. Le linee orarie di questo grande quadrante sono competamente sparite, ma resta lo gnomone. (Sundial Atlas IT006403).

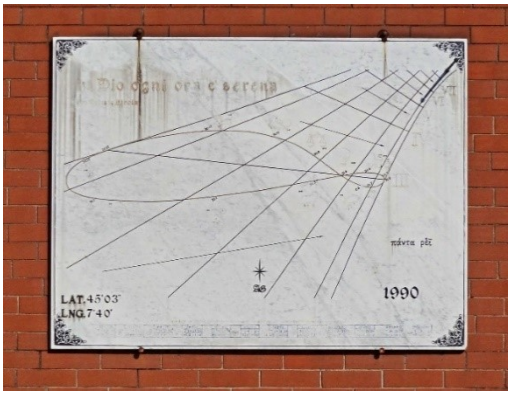


Fig. 72 – Via Spoleto n. 12, Chiesa della Trasfigurazione di Gesù. Quadrante molto declinante verso Ovest, con la lemniscata per l'Ora Media sulla linea oraria delle 3 pomeridiane.
(Sundial Atlas IT006519).

Fig. 73 – Via Pistoia n. 24. Orologio solare realizzato con tondini metallici. Sulla finestra inferiore si riflette il cupolino della vicina chiesa dedicata alle Stimmate di San Francesco d'Assisi.
(Sundial Atlas IT018802).

Per concludere

Esplorata la zona Ovest della città, nella prossima puntata ci sposteremo nei quartieri della zona Nord, dove le meridiane sono numerose, come testimoniano il Sundial Atlas e quanto riportato sulla pagina del sito Web "Museo Torino" dedicata alle meridiane torinesi, aperta di recente [7].

Le fotografie di questa puntata sono: di Giovanni Bosca (Figg. 54-56, 58, 65-66 , scattate negli anni intorno al 2005) e di Francesco Caviglia (Figg. 59-64, 67-73, scattate nel 2020); la fotografie di Fig. 57 è tratta dal sito [7].

Bibliografia

[1] A. Griseri, "La palazzina di Stupinigi", Istituto Geografico De Agostini, Novara, 1982.

[2] G. Gritella, P. Robino, "Stupinigi - Dal progetto Juvarra alle premesse neoclassiche", Ed. Panini, Modena, 1987.

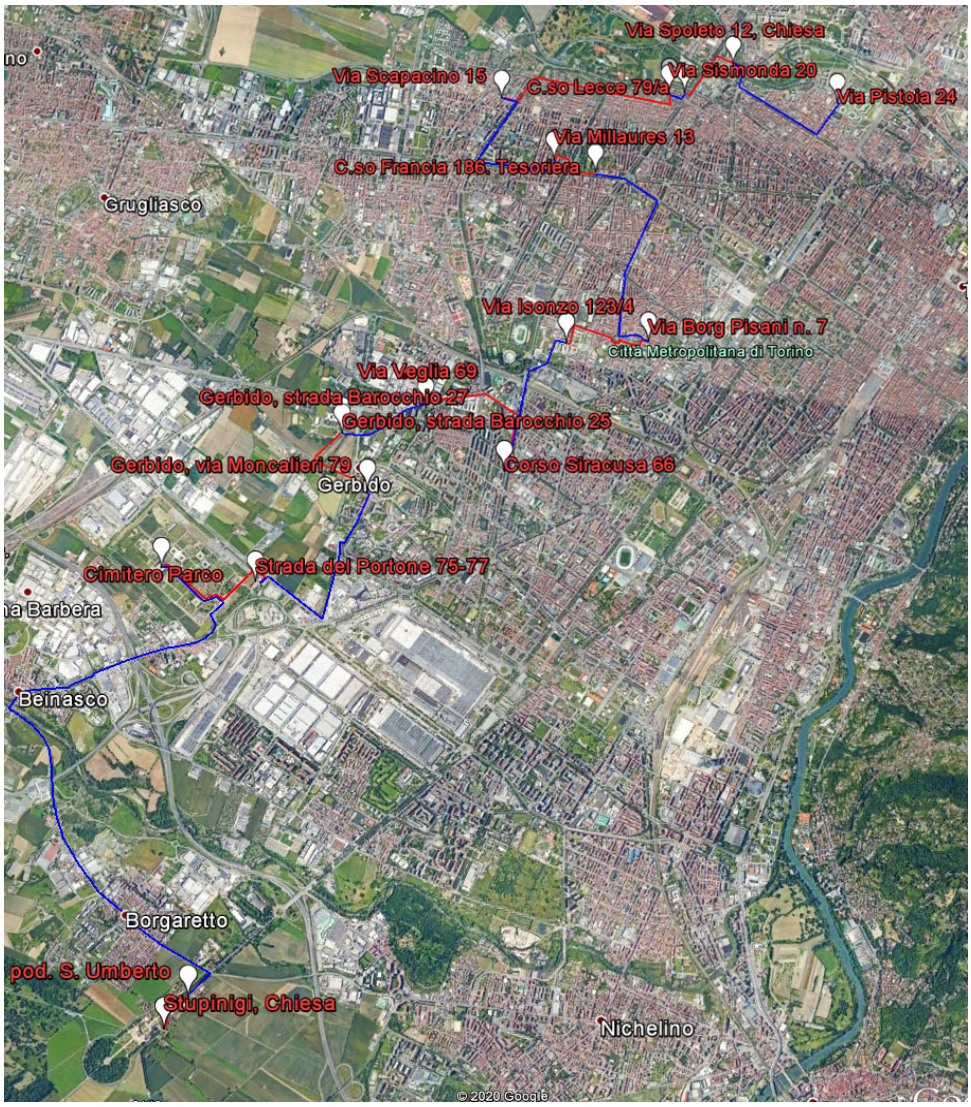
[3] F. Caviglia, "Meridiane Universali", XVI Seminario Nazionale di Gnomonica, S. Felice Circeo, 9-11 ottobre 2009.

[4] Sito web del Sundial Atlas, atlante degli orologi solari sundialatlas.net

[5] https://cristianodinnocentimeridiane.blogspot.com/2016/11/m-e-r-i-d-i-n-e.html

[6] G. Ronchetta, L. Palmucci L. (a cura di), "*Cascine a Torino – La più bella prospettiva d'Europa per l'occhio del coltivatore*", EDIFIR – Edizioni Firenze 1996.

[7] La pagina http://www.museotorino.it/view/s/ec2721883dcd49ababad15ae5e9ef013 del sito di Museo Torino elenca una sessantina di meridiane dell'area torinese.



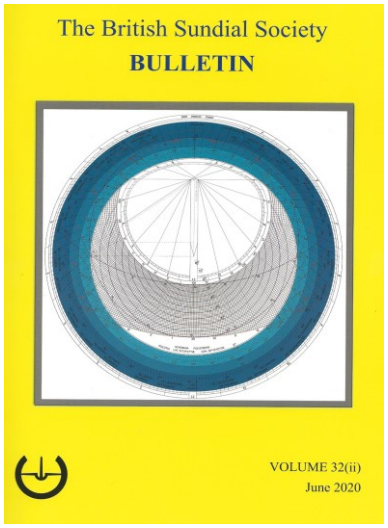
La zona Ovest di Torino.

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

Rassegna riviste di Gnomonica

"Bulletin" della British Sundial Society (BSS) ***Recensione a cura di Francesco Caviglia (francesco.caviglia@tin.it)***

Vol. 32 (ii) Giugno 2020



Editoriale	
Thomas e Joshua Mann: Incisori e "Virtuosi" di York	John Davis
Scatti dalle vacanze	J.D.
Un'insegna di villaggio e una meridiana nel Lancashire	Irene Brightmer
Restauro dell'orologio solare a obelisco del Drummond Castle.	Alastair Hunter
Parte 2: Lavori di conservazione e restauro	James Tate, Graciela Ainsworth
Meridiane aggiunte all'Inventario nel 2019	John Foad
Uno gnomone su una Bentley	J.D.
Sulle orme di Thomas Ross. Parte 31: Obelischi della costa orientale	Dennis Cowan
Rassegna di cartoline 51: Priorato di Butley, Sufolk	Peter Ransom
Lettere dei lettori	Le Conte
Chi era EC?	J.D.
Due doppie meridiane orizzontali costruite nell'Accademia di Gesuiti a Polotsk, Belarus	Maciek Lose
Nuovi libri	J. D.
Un'antica meridiana appena dissepolta in Turchia	John Davis

Questo numero, di 44 pagine, realizzato con qualche difficoltà per la pandemia, contiene 6 articoli di almeno due pagine e alcuni contributi minori; molto del materiale è dovuto a John Davis, che talvolta si è firmato solo J. D.

Il primo articolo di *J. Davis* (6 pagg.) riguarda due fratelli incisori e costruttori di meridiane, vissuti a York verso la metà del '600: Thomas e Joshua Mann. I due fratelli facevano parte, pur forse marginalmente, del gruppo di artigiani e artisti noto come "York Virtuosi". Sono date notizie biografiche e sono presentate alcune realizzazioni.

Il piccolo riquadro di *J.D.* dedicato agli "Scatti dalle vacanze" mostra la meridiana a ore italiche della chiesa di Ragusa, in Sicilia, e cita la sua apparizione sullo sfondo della scena in una puntata della fiction televisiva "Montalbano".

L'articolo di *Irene Brightmer* (2 pagg.) descrive una modesta meridiana orizzontale su colonna inserita nel logo di un paese presso Liverpool: Thornton. Nonostante ciò essa appare oggi trascurata e installata in modo poco visibile.

Un articolo a più nomi, *J. Tate, G. Ainsworth, e A. Hunter* (8 pagg.) prosegue e conclude il discorso, già iniziato nel numero precedente, sul restauro dell'importante meridiana a obelisco del Drummond Castle (25 Km a Est di Perth, in Scozia). Questa seconda parte è specificatamente dedicata alla descrizione dei lavori di ripristino della struttura portante, delle superfici e degli gnomoni.

J. Foad (6 pagg.) riporta la descrizione e le fotografie di 24 meridiane aggiunte nel 2019 all'Inventario della BSS, scelte tra quelle giudicate più interessanti: 16 verticali, una orizzontale, 3 analemmatiche, 2 armillari, una multipla su colonna e infine un cronometro di Pilkington e Gibbs. Per la maggior parte, ma non tutte, sono di nuova realizzazione.

In una breve nota *J. D.* mostra il supporto per il lunotto di un'antica auto Bentley, con forma simile a uno gnomone.

Sulle orme di T. Ross, *D. Cowan* descrive (6 pagg.) tre delle dieci meridiane a obelisco elencate da Ross per la parte orientale della Scozia (di 4 ha già parlato in precedenza) presentando il loro stato attuale. Descrive anche una nuova (pseudo) meridiana a obelisco installata presso Leven.

Un riquadro di mezza pagina discute l'identità dell'autore di diverse meridiane orizzontali seicentesche firmate "EC". L'ipotesi che sia Edmund Culpeper (1660-1738) risulta smentita dalla data di costruzione di alcuni degli strumenti.

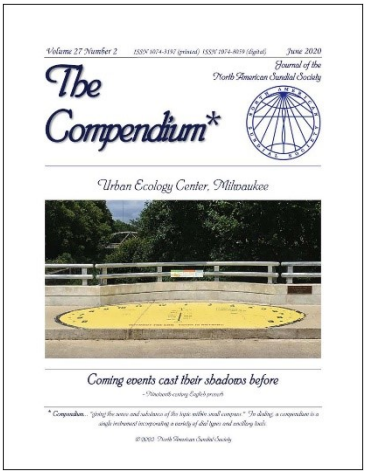
Il lungo articolo di *Maciek Lose* (12 pagg.) ci parla di due meridiane orizzontali a doppio tracciato (uno normale e uno alla Oughtred) costruite a inizio Ottocento nell'Accademia dei Gesuiti a Polotsk (Polonia) una delle quali dal tracciato complesso (immagine di copertina). Descrive anche l'ambiente in cui sono nate e l'origine di questo tipo di meridiana.

In una mezza pagina dedicata alla recensione di libri, è dapprima descritto il già noto libro di Sara J. Schechner, "Sundial of the Adler Planetarium", contenente le schede di 500 strumenti e diversi saggi. È poi descritto il libro di Antony Turner e altri, "Mathematical Instruments in the Collections of the Bibliotèque Nationale del France".

In una nota finale, J. Davis descrive brevemente (1 pag.) l'orologio solare a forma di emiscafo ritrovato recentemente a Denizli in Turchia. L'orologio è stato giudicato da esperti locali di epoca ellenistica, ma K. Schaldach ritiene meglio datarlo all'epoca romana, 200-400 D.C.

"The Compendium" – Journal of the NASS (North American Sundial Society)
Vol. 27 – N° 2 - Giugno 2020

recensione a cura di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)



Gnomonica per principianti: Qualche allineamento solare	Robert L. Kellogg
Separare il tempo dalla geometria con l'uso dei numeri complessi, per un'ampia classe di orologi solari.	D. B. Nguyen
Meridiane ottomane	Gianni Ferrari
Esercitazioni di OpenSCAD - Modelli che fanno uso di piani orari	Steve Lelievre
Un avvistamento: una meridiana nella storica Bryan Mullanphy School	Don Snyder
Versi scritti su una meridiana nel portico della Gainsford Church	William Lamb
Meridiana declinante su piano verticale ripiegato: un genere degno di nota	Ortwin Fuestel
Bonus digitale	
The Tove's Nest (Notizie brevi)	

Il Notiziario è caratterizzato dalla rilevanza di tre articoli (direi meglio Saggi, data la loro estensione) che si servono degli sviluppi moderni della Matematica e Informatica, e dalla presenza di un Saggio del compianto collega Gianni Ferrari.

La puntata "per principianti" di R. Kellog si occupa di particolari allineamenti "gnomonici". L'autore cita il sorgere del Sole a Manhattan in due date particolari, in cui le vie sono illuminate per un tempo molto breve: allineamento che ha creato il termine *Manhattan Henge,* che paragona idealmente Manhattan con Stonehenge, di cui è noto l'allineamento solstiziale. L'Autore generalizza poi l'argomento citando un fenomeno analogo che si manifesta ad Alessandria d'Egitto, e menzionando edifici e tombe antiche, in cui avviene l'illuminamento del corridoio d'ingresso in date particolari (probabilmente volute dai costruttori) facendo presente la stretta connessione fra date e declinazione solare.

Segue una elaborata relazione (D.B. Nguyen) in cui l'autore presenta un metodo per il calcolo delle meridiane "ellittiche", cioè le meridiane analemmatiche generalizzate, con orientamenti del quadrante e dello gnomone qualsiasi (che includono le meridiane ordinarie, quando lo gnomone è posto parallelo all'asse terrestre). Il metodo matematico usato, esposto in modo conciso e con un testo di non facile lettura, usa matrici e numeri complessi.

Un lungo articolo di G. Ferrari (già pubblicato nel 2009 su Gnomonica Italiana) illustra le meridiane ottomane con grafici e fotografie di quelle storicamente più importanti, e si sofferma sulle indicazioni di carattere religioso, assai rilevanti in questi reperti. La pubblicazione, con la sua rilevanza, vuole essere anche un commosso ricordo del collega.

S. Lelievre prosegue il suo studio degli orologi solari con il software di modellazione 3D OpenSCAD, iniziando con un esempio di applicazione all'orologio orizzontale; applica poi lo stesso metodo alle meridiane con "gnomone a inviluppo polare" proposte con sviluppi matematici da F. Sawyer nel numero di Dic. 2019 del Compendium, evidenziando gli inviluppi grafici dei piani che caratterizzano lo gnomone e le linee orarie.

Un breve rapporto illustra una meridiana, molto semplice, vista in un'antica scuola di St. Louis, nel Missouri.

Una brevissima parentesi poetica riporta i versi (del 1829) scritti su una meridiana nel portico della Gainsford Church.

Infine un lungo rapporto (O. Fuestel) esamina due antiche meridiane a doppia faccia: una proveniente da Delos, e una sita a Nemi; entrambe sono esposte nei musei senza tener conto dell'orientamento e della reciproca posizione delle facce. L'esame, che ha lo scopo di individuare i dati relativi alle posizioni originali, è condotto con applicazioni matematiche che vanno, forse inutilmente, oltre il livello di precisione delle linee tracciate dai costruttori, che non disponevano di simili supporti teorici, ma al massimo potevano servirsi dell'Analemma illustrato da Vitruvio e Tolomeo.

Tra le notizie varie: la segnalazione di come raggiungere sul sito della NASS le pagine della visita virtuale al grande e famoso osservatorio di Jaipur: sundials.org/index.php/all-things-sundial/old-and-historic-sundials/320-virtual-tour-of-jantar-mantar-solar-observatory.html

Nel Bonus digitale troviamo: un file Excel per il calcolo della declinazione solare e dell'equazione del tempo, i file di OpenSCAD associati all'articolo di Lelievre e una presentazione di F. Sawyer sugli gnomoni a inviluppo polare.

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie - Associazione tedesca per la Cronometria
Estate 2020 – n. 162 *(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 due.

Karlheinz Schaldach

La misura del tempo nell'Europa Latina alla fine del primo millennio
(Zur Zeitmessung im lateinischen Europa um die Jahrtausendwende)

Nell'articolo viene descritto il ruolo di *Gerberto d'Aurillac* (poi Pontefice come Silvestro 2°) nello sviluppo della cronometria nel 10° secolo. Gli orologi solari vennero studiati anche dal canonico *Ermanno il Contratto* nel 11° secolo. I manoscritti originali vengono qui esaminati con l'aiuto di *Alfons Klier*.

Karlheinz Schaldach

Il più antico testo sull'Orologio Solare cilindrico nel 11° secolo
(Der früheste Text zur Zilindersonnenuhr aus dem 11. Jahrhundert)

Un manoscritto dell' undicesimo secolo, proveniente da Bamberg e conservato a Karlsruhe nella Badische Landesbibliothek, tradotto in tedesco nel 2016, descrive in modo dettagliato come si debba procedere per costruire un orologio solare d'altezza, portatile, di forma cilindrica. Con errori modesti, con riferimento alla latitudine (48°) di Reichenau (lago di Costanza), nel manoscritto sono riportate le altezze angolari del Sole alle varie ore (antiche) e nelle varie stagioni. La traduzione in tedesco viene riportata per intero e commentata.

L'autore non è definibile in modo univoco, ma, secondo i commenti citati potrebbe trattarsi di *Ermanno il Contratto* (*Hermannus Contractus*). Il testo fa riferimento a questo autore anche per la misura di altezza degli edifici tramite l'ombra.

Deutsche Gesellschaft für Chronometrie, della Associazione tedesca per la Cronometria
Volume annuale 2018, N. 57 *(Contributi di argomento gnomonico)*

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

Il volume annuale della DGC, come sempre in veste tipografica veramente lussuosa, riporta molti articoli di orologeria meccanica. Anche la gnomonica ha il suo spazio in questo volume annuale: tre sono gli articoli di due noti gnomonisti.

Ortwin Feustel

Analisi dell'Orologio Solare antico a semisfera vuota conservato ai Musei Vaticani

Un'associazione tedesca di studiosi (Excellence Cluster Topoi) ha messo in rete, oltre ad altri soggetti, un catalogo aggiornato di orologi solari antichi. Alcuni di questi orologi sono descritti con dettaglio in 3D, grazie alle nuove tecnologie, in particolare l'orologio semisferico conservato presso i Musei Vaticani (Catalogo Gibbs 1068G). L'autore dispone così dei dati antichi estremamente accurati, tali da poterli confrontare, nel dettaglio, con il calcolo moderno. L'orologio è una vera rarità: esso dimostra la mano di un vero calcolatore e non di un tracciato ricopiato.
Sulla semisfera, oltre alle linee diurne per i segni zodiacali e le linee orarie (antiche) anche due dettagli gnomonici estremamente rari da riscontrare: 1) il cosiddetto "triangolo della luce diurna" e 2) il cerchio delle declinazioni detto "Manaeus" (Vitruvio), un cerchio che siamo abituati a ritrovare sul piano meridiano (Analemma) ma qui è ribaltato sul piano ruotato di 90°. Gli accurati confronti numerici permettono all'autore di concludere, giustamente, asserendo che "*L'analisi documenta in modo impressionante quali conoscenze astronomiche possedeva il costruttore dell'orologio 2000 anni fa...*".

Ortwin Feustel

Ricostruzione di un O.S. costituito da 3 cilindri cavi verticali

Quasi tutti gli orologi solari antichi sono progettati per fornire l'ora in tutte le posizioni azimutali del Sole durante la giornata (N.d.R.): persino i più economici orologi piani verticali (SE) sono disposti in coppia con un orologio orientato a SO (Pelecinum). L'autore sottolinea questo fatto estremamente interessante: la determinazione dell'*hora* è resa possibile in qualsiasi momento della giornata dall'orologio a tre tracciati verticali cilindrici. Anche qui si tratta di un orologio conservato presso i Musei Vaticani (Catalogo Gibbs 7006G). Naturalmente, così fa notare l'autore, gli orologi laterali (E e O) sono in parte (la metà del tracciato, ovviamente, non tutto) identici all'orologio rivolto a Sud, salvo però (e stranamente N.d.R.) un fattore di scala. Anche qui, l'accurato confronto dei dati calcolati con quelli disponibili sul sito web dell'associazione tedesca sopra citata, permette di concludere che l'oggetto venne calcolato da persona molto esperta.

Ralf Lempken

L'Orologio Solare Universale di J.F. Penther

Il testo di *J. P. Stengel* "Gnomonica Universalis" (1675) è stato già commentato dall'autore nel fascicolo annuale precedente (2017). Qui veniamo messi al corrente che circa 80 anni dopo, un altro autore, *Johann Friedrich Penther*, ha pubblicato il libro "Gnomonica Fundamentalis" (1760) che ripete grosso modo la parte generale del libro di *Stengel*, ma si sofferma poi anche sulla realizzazione pratica di alcuni tipi di orologi solari. Il più interessante è un orologio equatoriale con un supporto rotante per la regolazione della latitudine, che lo rende così uno strumento universale. L'autore si sofferma sul funzionamento in generale dello strumento con ogni dettaglio. Il libro di *Penther* può venir consultato in rete dal sito: http://digi.ub.uni-heidelberg.de/diglit/penther1760

"Zon&Tijd" della Netherlands' Sundial Society e della Flemish Sundial Society
Bulletin 2020.2 – nr 133

Recensione a cura di Francesco Caviglia (francesco.caviglia@tin.it)

Editoriale - Estate	Redazione
Dal Consiglio Direttivo olandese	Segretariato
Rinascita della meridiana di Voorschoten	Franz Maes
Biglietto pubblicitario del XIX secolo	André Reekmans
con riportata l'equazione del tempo	Paul De Paepe
Escursione estiva 2020-21 -	Astrid van der Werff
Una visita virtuale alle meridiane del centro di Utrecht	Hans Stikkelbroeck
Il software SunCalc	Hans Schipper
Una meridiana dai vivaci colori a Oosterbeek	Redazione
Ancora sul tempo dell'Europa	Franz Maes
Una nuova sfera armillare installata a Berg en Dal	Redazione
Una seconda vita per una meridiana a Burcht (Belgio)	Patric Oyen
Finalmente una meridiana personale	Gerard van den Braak
Gnomonica e filatelia - Parte 2: Germania	Eric Daled
Quiz: Ore di illuminazione per una meridiana verticale volta a Sud	Frans Maes
Un'originale meridiana bifilare con fili elicoidali	Francesco Baggio
Proiezione di una meridiana equatoriale su un piano orizzontale	Han Hoogenraad
Ritrovamento di un'antica meridiana a scafo	Franz Maes

● Il fascicolo inizia con l'editoriale, dedicato a considerazioni sull'estate. Seguono alcune notizie dal Consiglio Direttivo dell'associazione Olandese, in particolare la conferma (per il momento) dell'incontro previsto a Tricht il 26 settembre.

● Due articoli trattano la rinascita di due meridiane: la prima (*Frans Maes*) moderna e orizzontale a Voorschoten, già distrutta in un incendio; la seconda (*Patric Oyen*) verticale e seicentesca, sparita con l'abbattimento dell'edificio.

● *Paul de Pape* presenta un elegante biglietto pubblicitario per la bottega di un orologiaio, del XIX secolo e delle dimensioni di 95 x 58 mm, che riporta nella cornice i valori dell'equazione del tempo.

● L'escursione alle meridiane di Utrecht, prevista per il 4 luglio, è stata rinviata al 2021. Con il loro articolo, *Astrid van der Werff* e *Hans Stikkelbroeck* l'anticipano con una visita virtuale, descrivendo aspetto e storia delle varie meridiane.

● *Hans Schipper* descrive il software SunCalc, che permette di visualizzare sulle mappe la posizione del Sole e delle ombre. Il software può essere liberamente usato on-line dal PC o scaricato come App per Android. (www.suncalc.org).

● Due note della *Redazione* presentano realizzazioni gnomoniche nel cuore dell'Olanda: una meridiana verticale dominata da una vivace immagine del Sole, a Oosterbeek (Arnhem) e una bella sfera armillare a Berg en Dal (Nimega).

● *Frans Maes* torna sulla questione dell'ora da adottare per l'Europa, già discussa nel numero precedente da Willy Leenders (che propone di riferirsi ai 10° di longitudine). In particolare presenta una vecchia proposta di George van den Bergh (1890-1966) basata sull'adozione di una transizione graduale, anziché brusca, tra ora solare e ora legale estiva.

● In un breve articolo corredato da numerose fotografie, *Gerard van den Braak* descrive come si è progettata e costruita una meridiana per la sua casa, dopo anni passati ad osservare quelle degli altri.

● *Eric Daled* continua la sua rassegna di francobolli dedicati alla gnomonica e strumenti correlati. La seconda puntata è dedicata alla Germania, e descrive la serie di francobolli emessa nel 1983 dall'allora Repubblica Democratica Tedesca e dedicata agli strumenti scientifici del Mathematisch-Physiskalischer Salon di Dresda.

● *Frans Maes* presenta anzitutto la soluzione del precedente Quiz (relativo all'eliostato del Deutsches Museum di Monaco di Baviera); propone poi il nuovo Quiz, sulle ore di illuminazione dei quadranti solari a Sud, a diverse latitudini.

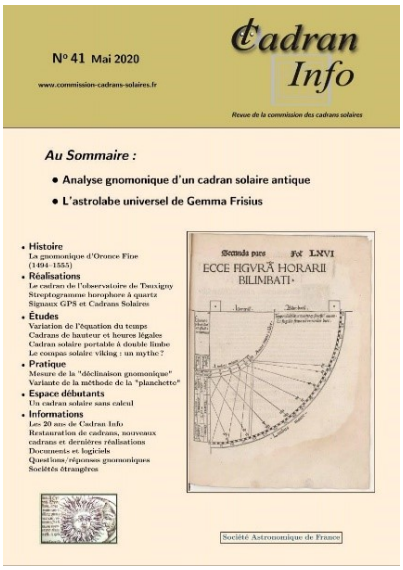
● L'articolo di *Francesco Baggio* che presenta un'originale meridiana bifilare a forma di Galletto, con i "fili" costituiti da fessure elicoidali (immagini di copertina) è la traduzione di quello pubblicato su Orologi Solari n. 15 del dicembre 2017.

● L'articolo di *Han Hoogenraad* presenta un orologio orizzontale ottenuto come proiezione, in direzione normale all'asse terreste, di una meridiana equatoriale. Il risultato è una meridiana analemmatica con l'ellisse degenerata in una retta. Descrive anche un "trucco" per leggere con questo orologio l'ora pure nei giorni di equinozio.

● In una breve nota *Frans Maes* dà notizia del ritrovamento a Denizli (Turchia) di una meridiana a scafo ellenistica.

"Cadran Info" – Revue de la commissions des cadrans solaires (Société Astronomique de France)
N° 41 maggio 2020

Recensione a cura di Francesco Caviglia (francesco.caviglia@tin.it)



I 20 anni di Cadran Info	Philippe Sauvageot
Costruzione e uso dell'astrolabio universale di Gemma Frisius	Sébastien Berriot
Il quadrante abbandonato dell'Osservatorio di Tauxigny	Derouet & Doucet
"Streptogramme orophore" al quarzo a ore ibride	Derouet & Doucet
Visualizzatore numerico di informazioni temporali dai segnali GPS	Christian Druon
Quadranti d'altezza Ore Civili	Henri Gagnaire & Paul Gagnaire
Variazioni nell'equazione del tempo	Guy Grasica
La gnomonica di Oronzo Fineo (1494 - 1555)	Éric Mercier
Orientamento - Declinazione gnomonica	Philippe Sauvageot
Su una variante del metodo della Tavoletta	Dominique Collin
L'angolo dei principianti (3): Costruisco la mia meridiana	Gérard Oudenot
Meridiana portatile a doppio lembo	Denis Savoie
Analisi gnomonica di una meridiana antica	Denis Savoie
La bussola solare dei Vichinghi: un mito?	Roger Torrenti
Informazioni varie	

Questo numero, di 221 pagine contiene 13 articoli principali, come sempre dedicati ad argomenti eterogenei, accompagnati da varie informazioni e da allegati digitali per circa 70 Mbyte.

L'editoriale ricorda il compiersi dei 20 anni di pubblicazione della rivista "Cadran Info" e presenta la sua evoluzione grafica nel corso degli anni; formula poi programmi e intenti per il futuro.

Nel trattato pubblicato dal francese Nicolas Bion, nel 1702, sono descritti diversi tipi di astrolabio; l'articolo di *Sébastien Berriot* prende in considerazione l'astrolabio universale che prende il nome dal matematico olandese Gemma Frisius (1508-1555) e, seguendo le tracce di Bion, procede a descrivere come costruirlo e come utilizzarlo. Tra gli allegati numerici a questo numero della rivista si trovano un manuale di 150 pagine su come risolvere con questo astrolabio 36 problemi astronomici, nonché alcuni altri documenti connessi a questo articolo.

Nei depositi dell'osservatorio di Tauxigny (dipartimento Indre-et-Loire) si trovava un quadrante solare verticale, di aspetto vetusto ma ancora leggibile, su una tavola di scisto avente la forma di un quarto di cerchio. L'articolo di *Derouet & Doucet* ha lo scopo di descriverlo e di indagare sulla sua origine. Il quadrante, che è risultato settecentesco e nato per un palazzo del poco distante paese di Saint-Jean-Saint-Germain, è stato restaurato e installato sullo stesso palazzo.

Il successivo articolo di *Derouet & Doucet* descrive un elegante quadrante solare verticale moderno, chiamato in modo originale "Streptogramme orophore" (Intreccio di linee che porta le ore). Lo stilo polare è costituito da un lungo cristallo di quarzo e le ore sono contrassegnate da varietà ibride di fiori.

L'articolo di *Christian Druot* è più di elettronica-informatica che di gnomonica: descrive la costruzione di un semplice cronometro ottenuto mettendo insieme un modulo GPS, un micro-calcolatore del tipo Arduino e un visualizzatore a cristalli liquidi. Il cronometro mostra l'ora del Tempo Universale (ottenuto con grande precisione dal GPS), l'ora Vera Locale, l'ora Siderale e l'Equazione del Tempo (queste ultime ottenute dal calcolatore). Tra gli allegati numerici si trova il listato del software per il processore.

Henry e Paul Gagnaire nel loro articolo presentano due tipi quadranti d'altezza progettati per indicare l'ora media del fuso. In entrambi, per evitare reticoli troppo complicati, il quadrante deve comprendere 4 settori, per coprire non solo le differenze tra inverno-primavera e estate-autunno, ma anche quelle tra mattina e pomeriggio. I due quadranti presentati sono una variante del quadrante di Jamnitzer, con scale orarie circolari, e una variante dell'orologio del pastore su quadrante piano. In questo secondo tipo di quadrante, lo gnomone ad asta mobile è sostituito da una tavoletta sagomata a V, che simula uno gnomone di lunghezza variabile con la data, così da poter aumentare il distanziamento tra le linee orarie presso il solstizio d'inverno.

L'articolo di *Guy Grasica* analizza le variazioni dell'Equazione del Tempo, sia negli anni, per il gioco degli anni bisestili, sia nei secoli per la variazione dei parametri orbitali. Discute anche come questa variazioni si riflettono sulla curva lemniscata che su un quadrante solare rappresenta il mezzogiorno del tempo medio.

I contemporanei di Oronzo Fineo e alcuni storici della scienza hanno espresso opinioni assai contrastanti sul suo lavoro scientifico. Nel campo della gnomonica, l'attacco principale è di un contemporaneo: Pedro Nunes (1502-1578) considerato uno dei più grandi scienziati portoghesi della storia. L'articolo di *Éric Mercier* ha lo scopo di valutare la qualità scientifica del primo Libro della sezione dedicata alla gnomonica nella "Protomathesis", l'opera principale di Fineo. L'autore conclude che si tratta di un'opera originale e di buona qualità scientifica, che ha influenzato notevolmente i successori; le critiche di Nunes appaiono talvolta giustificate, ma più in generale la sua buona fede può essere sicuramente messa in discussione.

Philippe Sauvageot nel suo articolo presenta una rassegna dei metodi per rilevare la declinazione di una parete: partendo dalla bussola e dal cerchio Indù e arrivando alla tavoletta orizzontale. Confronta la difficoltà e la precisione dei vari metodi e offre consigli pratici. Presenta poi gli articoli sull'argomento apparsi su Cadran Info, alcuni esempi di dispositivi nati allo scopo e i software di aiuto in queste operazioni. L'argomento è ripreso anche negli allegati numerici.

Il successivo articolo, di *Dominique Collin*, tratta ancora del rilievo della declinazione di una parete, presentando in dettaglio e con esempi pratici una particolare procedura per l'applicazione del metodo della tavoletta. Il metodo presentato è particolarmente conveniente quando i raggi solari hanno una direzione sostanzialmente diversa da quella normale alla parete, arrivando ad essere quasi paralleli ad essa.

Nella terza puntata della rubrica dedicata ai principianti, *Gérard Oudenot* descrive la realizzazione di un orologio solare su superficie cilindrica polare, costruito utilizzando del cartoncino. Seguono alcune semplici nozioni di astronomia relative al moto orbitale della Terra intorno al Sole. Tra gli allegati numerici il testo originale di Oudenot, del 1970.

Nella vasta famiglia dei quadranti solari di altezza portatili, uno dei più semplici da tracciare è quella pubblicato nel 1513 da Stöffler, dove le linee orarie (per le ore uguali) sono rette che uniscono due lembi ad arco di cerchio (immagine di copertina). Nel suo articolo *Denis Savoie* conduce un'analisi dettagliata di questo quadrante, osservando in particolare che esso è basato su un metodo approssimato e valutando l'errore che ciò comporta.

Il secondo articolo di *Denis Savoie* riproduce il capitolo III.2.1 del libro di Jérôme Bonnin "La mesure du temps dans l'Antiquité" (Les belles lettres, 2015) dedicato ai metodi per l'analisi degli antichi orologi solari. Sono però corretti i molti errori tipografici presenti nel testo originale, soprattutto nelle formule e negli esempi.

Nel suo articolo, *Roger Torrent* mette in dubbio l'assunto, ampiamente accettato, secondo cui i Vichinghi intorno al X secolo usarono una bussola solare e una "pietra del Sole" come aiuto per la navigazione nelle loro spedizioni in Islanda, Groenlandia e America. L'autore analizza le principali pubblicazioni scientifiche degli ultimi decenni e invita a considerarle con rigore critico. Arriva infine alla conclusione che questa ipotesi sembra più un mito che una realtà storica, ma riconosce che il mito è attraente e che può servire come filo conduttore per impostare un programma educativo per parlare, nelle classi della scuola media, di Vichinghi, di navigazione, di astronomia ecc…In questa attività invita gli insegnanti a basarsi, oltre che sul presente articolo, sul MOOC (Massive Open Online Course) dedicato agli orologi solari, da lui creato e accessibile all'indirizzo http://www.cadrans-solaires.info

Nella sezione finale della rivista (Informazioni varie) sono presentati:
- sette originali orologi solari-scultura di Claude Gahon;
- il restauro dell'importante meridiana del Municipio di Rouen (l'argomento è approfondito in uno degli allegati digitali);
- il resoconto di una giornata didattica tenutasi nel 2004 ad Alessandria d'Egitto, nel corso della quale si è inaugurata una meridiana realizzata da Denis Savoie e si è ripetuta l'esperienza di Eratostene sulla circonferenza terrestre;
- risposta ad alcuni lettori che hanno chiesto informazioni su antiche meridiane in loro possesso;
- due software di Yvon Massé per correggere la distorsione sulle fotografie di quadranti solari;
- una nota su come la ricerca per immagini di Google possa essere utile per trovare notizie su orologi solari;
- la fotografia della realizzazione di un lettore di un quadrante universale descritto da Ozanam.

Seguono le segnalazioni di tre libri e di diversi numeri di riviste, tra i quali il n. 20 di Orologi Solari.

Negli allegati digitali, oltre a quanto sopra segnalato, vi è la soluzione di un Quiz presentato sul testo stampato e relativo al determinare la data e l'ora di scatto di una fotografia nella quale compare l'ombra della torre Eiffel su Parigi.

"La Busca de Paper" della Societat Catalana de Gnomònica (SCG)
N° 95 Primavera 2020

Recensione a cura di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

Riflessioni	Anna Gual
Orologio del "Manicomi de Jesús"	M. Rosa Boyer
La "Casa del Rellotge de Sol" (Oliva)	José Fenollar
Intervista al Dr. Agustí Serés	
L'angolo della poesia: "Solstizi"	Miquel Martí i Pol
Orologi solari sulla Luna	Eduard Farré.
L'orologio solare del Sucre (Vic)	Gabriel Guix
Tre planetari catalani (1835, Ca. l880 e 1989)	Eduard Farré
A Toni Garriga	Conxita Bou
Laboratorio di "bricolage" (15)	Francesc Clarà
Gli orologi di Jarafuel (Valencia)	M. Rosa Boyer
L'orologio solare multiplo di Renieblas	Pedro Novella
Un nuovo orologio solare a Barcellona	Vicent Aragonès

La Rivista mette giustamente in evidenza le opere e il territorio che le è proprio, la Catalogna: quasi per intero si occupa delle sue peculiarità e dei suoi pregi.

Così i primi due Articoli si riferiscono a Valencia: il primo (*M. R. Boyer*) prende lo spunto da un orologio meccanico ottocentesco per una lunga relazione sulle vicende storiche di un edificio in passato destinato a Ospedale psichiatrico, e oggi ad Archivio Generale di un ente pubblico; il secondo (*J. Fenollar*) illustra un semplice orologio solare ottocentesco, esistente in un cascinale (detto "Casa del Rellotge de Sol") situato in una zona particolarmente apprezzata per il panorama. L'autore estende le sue considerazioni ad altri orologi simili esistenti nella zona, e della stessa epoca.

L'Autrice del primo articolo (*M. R. Boyer*) ne pubblica un secondo, in cui illustra le caratteristiche del territorio di Jarafuel, sempre nei dintorni di Valencia, citando la presenza di orologi solari, in particolare di un piccolo orologio costruito per regolare un orologio da torre meccanico.

Segue una piacevole intervista al *Dr. Serés*: uno specialista in genetica che, da pensionato, ha costruito un certo numero di orologi solari nelle aziende olearie della zona, cominciando da quella di famiglia, ora adattata a museo. Nell'intervista Serés presenta diversi orologi da lui realizzati, in particolare un orologio sulla parete verticale di una casa nel Messico, in un luogo dove latitudine è tale che l'orologio non può segnare le ore al solstizio del Cancro poiché il Sole si trova dietro alla parete; originale è anche e l'orologio "cromosomico" (i cromosomi umani sono 24, come le ore) da lui progettato a Monterrey, ancora in Messico, per pubblicizzare l'opera della locale Associazione per la Sindrome di Down.

Gli articoli di *E. Farré*, specializzato nella storia dell'orologeria, sono ad alto contenuto tecnico: questa volta un primo articolo riguarda gli strumenti, simili a meridiane, di cui erano dotati i veicoli lunari del progetto Apollo; un secondo si occupa di tre Planetari meccanici costruiti fra il 1835 e il 1989, esistenti in vari musei catalani, con adeguati commenti tecnici e confronti storici.

L'Orologio della fabbrica dello Zucchero (autore e relatore *G. Guix*) è in orologio Equinoziale, con i segni orari che permettono di passare dall'ora solare (l'ora "vera") all'ora civile.

Particolare menzione merita (*P. Novella*) l'illustrazione dell'orologio multiplo di Renieblas, tagliato in un blocco di pietra, con le varie superfici a fare da Gnomone reciproco, costruito da J. de Vera nel secolo scorso. L'articolo cita la possibilità di ammirare altri orologi dello stesso Autore.

Merita una citazione l'ennesima puntata sul "bricolage" (*F. Clarà*) che questa volta propone un pannello con orologi solari che indicano l'ora delle varie città capitali del Mondo, in analogia con quanto fanno i pannelli con orologi meccanici che si vedono negli aeroporti.

La rivista si completa con l'illustrazione di un orologio costruito recentemente a Barcellona (*V. Aragonés*) e con un commosso ricordo (*C. Bou*) di Toni Garriga, membro della giunta direttiva della SCG (Societat Catalana de Gnomònica) deceduto il 15 febbraio 2020.

Gnomonica nel Web a cura di Gian Casalegno

(gian.casalegno@gmail.com)

I grandi inventari di Pedro Novella

Molti gnomonisti hanno interesse per le raccolte (o "inventari") di orologi solari delle varie zone geografiche, sia per programmare viaggi, sia per studiare l'evoluzione dell'arte gnomonica nello spazio e nel tempo.

Queste raccolte si trovano normalmente pubblicate in volumi, spesso molto belli e ben commentati, ma anche costosi e non sempre facili da acquisire. Oppure si trovano sui siti Web dedicati alla gnomonica: in questo caso si tratta in genere di un insieme di pagine Web, con fotografie e notizie, non previste per essere stampate in un volume.

In questa puntata della rubrica vogliamo parlarvi di qualcosa che è una via di mezzo: inventari scaricabili dal Web in formato pdf e adatti a essere consultati come e-book o stampati in un volume, sia pur senza la lussuosa grafica di alcuni libri in commercio. Si tratta della poderosa raccolta messa insieme da Pedro J. Novella, uno studioso dei paesi Baschi che si è dedicato a lungo alla ricerca e alla catalogazione di meridiane nella parte settentrionale della penisola iberica. I molti quadranti che ha inventariato sono stati da lui raccolti in monografie: 66 volumi, per quasi 20.000 pagine, con tante immagini e informazioni.

Molti degli orologi solari elencati nei suoi inventari sono stati da lui stesso caricati sul Sundial Atlas, e rappresentano più delle metà degli oltre 2000 quadranti che il Sundial Atlas elenca per la Spagna.

Dal 2017, P. Novella ha iniziato a rendere disponibili in modo gratuito le sue monografie, prima offrendole come omaggio ai soci NASS e poi caricandole sui siti Web di diverse associazioni gnomoniche.

La raccolta più completa e aggiornata di questi inventari si può trovare all'indirizzo

http://relojandalusi.org

nel sito "Reloj Andalusi", creato da un gruppo di appassionati di gnomonica dell'Andalusia. All'interno di questo sito le monografie delle quali parliamo si raggiungono attraverso la voce di menu: Bibliografia/Biblioteca Novella, e sono organizzate nelle cinque sezioni indicate nel seguito.

Autori

Questa sezione comprende anzitutto 10 volumi dedicati a una dozzina di costruttori di orologi solari: diversi scalpellini, due pittori e un ceramista.

Segue un volume dedicato al quadrante solare di Sant Cristòfol de Vespella, un tempo ricco di informazioni tecniche e di motti, ma ormai quasi del tutto perduto.

L'ultimo volume è dedicato a due particolari tipi di orologio: quello con un ometto con i baffi (Bigotes) che regge il quadrante e quello "a stella", con sommaria disposizione circolare delle ore.

Generi di quadranti

Questa sezione comprende anzitutto 5 volumi sulle antiche meridiane a ore canoniche, tema per il quale l'autore nutre uno specifico interesse. L'ultimo di questi volumi tratta anche delle "Tavole delle ombre".

Seguono ben 4 volumi (per 1600 pagine) dedicati a un argomento assai particolare: le *meridiane a cannoncino*. L'interesse che l'autore ha per questo genere di meridiane lo ha portato a dedicare 3 di questi volumi a meridiane che sono al di fuori della Spagna.

Vi è poi un volume sulle antiche meridiane orizzontali: quelle che su ogni campanile premettevano di tenere sul giusto tempo l'orologio meccanico.

Il successivo volume parla di meridiane che, per qualche motivo, sono progettate o installate in modo non adeguato (noi le chiamiamo spesso "pseudemeridiane").

L'ultimo volume di questa sezione è dedicato agli orologi solari con giaciture del quadrante relativamente insolite: polari, equatoriali, sferiche.

Inventari

Nei 25 volumi di questa sezione sono raccolti moltissimi quadranti solari in base alla regione geografica di appartenenza: Aragona (5 vol.), Biscaglia, Burgos (2 vol.), Calahorra e Logroño, Catalogna (6 vol.), Gipuzkoa, numerosi palazzi reali, Leon, Navarra (2 vol.), Osma Soria, Palencia, Vitoria-Gasteiz (3 vol.)

Ubicazione

In questa sezione si trovano anzitutto 3 volumi dedicati agli orologi solari esistenti presso monasteri e conventi.

Un quarto volume è dedicato ai quadrati solari "riutilizzati" cioè impiegati in un modo diverso da quello per cui sono nati.

Caratteristiche

Il primo dei 13 volumi della sezione è dedicato alle indicazioni di latitudine che si trovano sugli antichi orologi solari.

Il successivi 7 volumi trattano delle scritte, in particolare le date, poste sui quadranti.

Il successivo volume è dedicato alle operazioni per il tracciamento della linea meridiana in diverse città.

Seguono 2 volumi che trattano dei diversi aspetti delle cifre orarie sui quadranti.

Un volume discute le cifre pagate nel passato ai costruttori di orologi solari.

L'ultimo volume è dedicato ai motti e ai brevi componimenti poetici che compaiono sui quadranti o che accompagnano gli antichi disegni di orologi solari.

Per concludere: Pedro Novella ci offre un vero compendio di informazioni assai preziose per il ricercatore oppure per l'appassionato che, viaggiando in Spagna, voglia seguire le strade delle meridiane.

Pubblicazioni

Recensione a cura di Alessandro Gunella (agunellamagun@virgilio.it)

LAURA FARRONI
L'ARTE DEL DISEGNO A PALAZZO SPADA -
L'Astrolabium Catoptrico-Gnomonicum di Emmanuel Maignan
Con i contributi di M. F. Mancini, G. Tarei, M. L. Tuscano

Pubblicato: 2019
Lingua: Italiano
Formato: 24 x 21 cm, 143 pagine, copertina flessibile
Pubblicato da: De Luca Editori d'Arte - Roma
ISBN978-88-6557.410-2 Prezzo di copertina 40 Euro

La pubblicazione del libro è il rapporto conclusivo di una vasta operazione di rilevamento e di verifica relativa all'Orologio catottrico, giustamente famoso e unico al mondo, costruito negli anni 1644-45 dal P. Emmanuel Maignan nel Palazzo Spada di Roma; rilevamento e trattamento dei dati effettuato sotto la direzione della Autrice del libro, ricercatore del Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre. Il libro ospita, oltre alle Relazioni della dott.ssa Farroni, che ha diretto sia le opere connesse, sia la "regia" del libro, i saggi di altri Specialisti, e addirittura un Glossario per chi non è addentro nella Gnomonica.

La veste tipografica è eccellente, adeguata illustrazione del frutto della collaborazione fra Università e Consiglio di Stato, che ha appunto la sua sede nel suddetto Palazzo.

L'operazione ha comportato l'uso delle più moderne attrezzature topografiche (Fotogrammetria, Laser – scanner, ecc..), la verifica per via matematica della correttezza delle linee tracciate dall'Autore, la realizzazione di tavole grafiche sia di carattere strettamente tecnico, sia di carattere prevalentemente illustrativo (di cui il libro abbonda).

Di rilevanza fondamentale, la fortuna di possedere un termine di confronto unico e indispensabile: quanto l'Autore dell'Orologio catottrico ha lasciato scritto nel suo non meno celebre libro Perspectiva Horaria (in 4 Libri) pubblicato nel 1648.

Non ultimo l'ovvio valore didattico, per il suddetto Dipartimento di Architettura e quindi per gli studenti, sia in merito alle applicazioni delle tecniche di rilievo, sia per i successivi sviluppi grafici e analitici.

La dott.ssa Farroni (ricordiamolo: è specializzata nello studio delle macchine matematiche) e i collaboratori hanno insistito sui confronti con le strumentazioni impiegate all'epoca dal Maignan e puntualmente illustrate nella sua Perspectiva.

Quanto alla Gnomonica, nel 17° secolo, essa aveva assunto un assetto matematico e geometrico che poteva dirsi "definitivo". Non nomino i meritevoli, perché l'elenco sarebbe lungo, ad iniziare dal tardo medioevo. Ma un conto è l'assetto del 1650, un conto è la tecnica odierna di utilizzazione di tali premesse.

Inutile quindi elencare le ragioni per cui il libro è rilevante anche per il campo più strettamente gnomonico che interessa i lettori di questa rivista, anche se, lo si deve ammettere, il libro non è sempre di facile lettura, perché lo sfruttamento di tecnologie elettroniche in connessione con la Gnomonica non facilita certo il Lettore comune.

Tra i Saggi degli Specialisti, vorrei soffermarmi su quello della "nostra" Maria Luisa Tuscano, "Emmanuel Maignan e il progetto scientifico dell'Astrolabium Catoptrico-Gnomonicum".

Essa inquadra il periodo storico, il risvolto barocco che segue il Rinascimento, con l'instabilità politica europea, non ultime le vicende della riforma del Calendario.

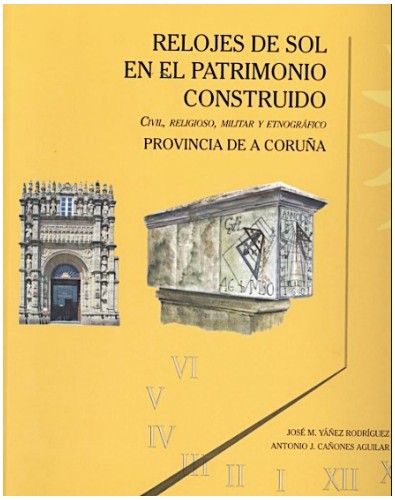
Si riferisce ai risvolti nelle Scienze, che avevano avuto una spinta notevole già nel 500, e che nei primi anni del 600 segnano vere rivoluzioni nelle Matematiche (Cartesio e non solo lui, gli studi ai fini della Navigazione…), nell'Astronomia (Copernico aveva pubblicato il suo libro già nel 1545, ma si deve passare attraverso Ticone, per arrivare a Galileo e Keppler per un salto di qualità che porterà a Newton), e nei primi passi decisivi nella Fisica.

E nell'Ambiente della Roma in cui operavano celebri Artisti, colloca sia le vicende dell'edificio di proprietà del Cardinale Spada, sia le attività dei Collegi: quello dei Gesuiti, in cui all'epoca primeggiava Kircher, e quello del Pincio, retto dai Minimi di Francesco da Paola, di cui il cardinale Spada era protettore. All'epoca fra i Minimi c'erano tre protagonisti delle Scienze seicentesche, che operavano fra Parigi e Roma: Maignan, Mersenne, e Nicéron (quest'ultimo purtroppo deceduto appena trentenne).

La sua trattazione si rivolge infine all'argomento specifico del Terzo Libro: l'orologio catottrico. Anche qui la sua documentazione si estende alla eredità del secolo precedente, a Copernico, a Kircher che sostiene di avere realizzato il primo catottrico in assoluto ad Avignone, ai successori, di cui ricorda il Bonfa, autore della Meridiana del Liceo Stendhal di Grenoble… Forse l'unico orologio catottrico a reggere il confronto con Palazzo Spada.

Analizza infine il testo della Perspectiva Horaria, cominciando dalla idea di Maignan di chiamare insolitamente Astrolabium l'Orologio realizzato, e analizzando i probabili motivi per cui l'Autore ha voluto quel termine. Si sofferma sul fatto che il libro deve avere avuto una lunga gestazione, molto precedente all'orologio di Palazzo Spada, per giustificare ben quattro "Libri" con argomenti diversi. Descrive i particolari relativi all'Astrolabium, evidenziati dal libro, la moltitudine delle linee e dei metodi adottati per distinguerle, e come la volta trasformata in orologio, con lo gnomone costituito da una sorta di riproduzione fotografica del Sole, riproduca il cielo sul soffitto, con l'Astro che gli è proprio.

A cura della Redazione si segnala anche la pubblicazione del testo di



JOSÉ M. JÁÑEZ RODRÍGUEZ, ANTONIO J. CAÑONES AGUILAR
RELOJES DE SOL EN EL PATRIMONIO CONSTRUIDO
CIVIL, RELIGIOSO, MILITAR, Y ETNOGRÁFICO
PROVINICUA DE A CORUÑA

Deputación Provincial da Coruña
Formato 24x28 cm 676 pagine
In vendita on line a circa 40 €
(in particolare su: www.libreriagaudi.com e www.torrelibros.com)

Questo nuovo volume amplia l'inventario già realizzato dagli stessi autori nei territori di Bisbarra do Eume e negli estuari di Ares e Ferrol, presentando un catalogo degli orologi solari esistenti nel territorio della provincia di Coruña.

Gli autori con questa opera, si rivolgono ad un pubblico "non specialistico", senza una conoscenza specifica della materia, con l'intento di far conoscere questi interessanti elementi dell'eredità galiziana e sensibilizzare alla loro difesa.

Prologo e prefazione del testo sono affidate a due nomi della gnomonica, Joan Serra Busquets e Jacinto del Buey, che introducono il neofita alla materia con una breve storia della gnomonica e della misurazione del tempo, illustrano i diversi tipi di meridiane in base al loro orientamento e alla loro forma, forniscono istruzioni sulla loro lettura. Allo stesso modo, scalpellini e fabbri galiziani sono indicati come i fabbricanti di orologi di pietra largamente presenti in questa terra.

Ma la maggior parte dell'opera è costituita dai quasi 600 orologi catalogati, con un'indicazione della loro esatta posizione, il tipo di quadrante, la tecnica utilizzata nella loro fabbricazione, la datazione e le caratteristiche dello gnomone: più di 600 pagine dedicate alla descrizione degli orologi, forse l'opera più ampia di catalogazione degli orologi solari pubblicata ad oggi sulla scena iberica.

Quiz a cura di Alberto Nicelli (a.nicelli@tiscali.it)

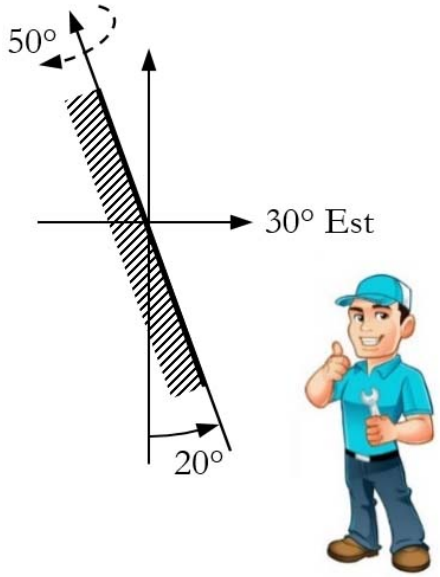
Inviare le soluzioni all'indirizzo di posta elettronica a.nicelli@tiscali.it oppure all'indirizzo di posta ordinaria: Alberto Nicelli Via Circonvallazione 59/E 10018 Pavone Canavese (TO). Le risposte saranno pubblicate nel prossimo numero della rivista insieme con l'elenco dei solutori.

Una rotazione malaccorta

Uno gnomonista deve disegnare un orologio solare su un pannello di una struttura in un quartiere fieristico. Fa i rilievi sul pannello e lo trova rivolto esattamente 30° a Est e con inclinazione di 20° rispetto alla verticale (vedi figura).

Poiché è interessato soprattutto all'indicazione delle ore pomeridiane, chiede che tutta la struttura sia ruotata di 50° verso Ovest, così da trovarsi con una superficie con declinazione gnomonica 20° Ovest e con la medesima inclinazione.

L'operaio che deve fare il lavoro, un po' perché non ha compreso bene cosa deve fare e un po' perché così gli viene più comodo per come è montato il pannello, fa ruotare il solo pannello di 50° precisi intorno alla sua linea di massima pendenza, invece che intorno alla verticale (il pannello è circolare, così che anche dopo questa operazione non appare storto alla vista).



Saputa la cosa, lo gnomonista capisce che si troverà davanti a un pannello con parametri di orientamento diversi da quelli previsti. Non vuole però recarsi sul posto a fare un nuovo rilievo; si propone perciò di determinare in qualche modo i nuovi paramenti del pannello.

Consulta alcuni colleghi ferrati in matematica, e quelli gli parlano di trigonometria sferica, di matrici di rotazione, ecc…; lui è però convinto che il problema sia risolvibile con un semplice procedimento grafico.

Vogliamo aiutare in nostro gnomonista a trovare questo procedimento, e soprattutto sappiamo dirgli per quale declinazione gnomonica e inclinazione della superfice deve progettare l'orologio?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]

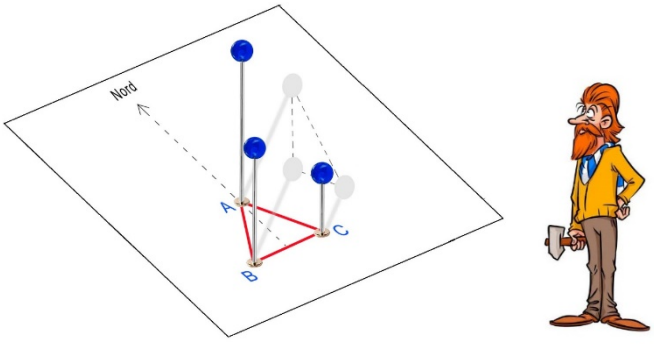
Soluzione del Quiz pubblicato nel N° 21 di Orologi Solari

Arte moderna

Un artista moderno vuole realizzare una scultura minimale composta da tre sfere poste in cima ad altrettante aste. Le tre aste sono infisse nel terreno, ben orizzontale, sui vertici di un triangolo equilatero con il lato di 1 metro e con una delle altezze allineata in direzione Nord-Sud (vedi figura).

L'artista vuole che tutti i giorni alle Ore 16:00 vere locali (l'artista è affascinato da queste ore che sono più "vere" di quelle illusorie dell'orologio) il triangolo formato dall'ombra delle tre sfere collassi in un semplice segmento, a indicare l'ora magica alla quale secondo lui: "Mente, Spirito e Anima si allineano su un'unica direzione".

L'artista, che ha già fissato la sfera in A con il centro all'altezza di 2 metri, si rivolge a uno gnomonista per sapere se è possibile ottenere ciò che vuole.



In caso affermativo, chiede a quale altezza dovrà sistemare i centri delle altre due sfere, e domanda anche se la direzione sulla quale andranno ad allinearsi le tre ombre sarà sempre la stessa o se varierà, e come, nel corso dell'anno.

Se voi foste lo gnomonista, cosa rispondereste all'artista?

[*Quiz proposto da Francesco Caviglia*]

Soluzione

Lo gnomonista parte dalla considerazione che, per ottenere quanto l'artista desidera, le tre sfere devono giacere sul piano orario delle 16 passante per la sfera con base in A, già collocata.

Informa anzitutto l'artista che la soluzione esiste, ma lo avverte che l'altezza a cui vanno fissate le altre due sfere dipende dalla latitudine del luogo, e che quindi se esporrà la sua opera in luoghi diversi dovrà regolare le altezze di conseguenza. Lo informa anche che la direzione alla quale punteranno le tre ombre allineate sarà sempre la stessa nel corso dell'anno, ma cambierà anch'essa con la latitudine.

Per il calcolo delle altezze a cui sistemare le altre due sfere, parte dalla Fig. 1, che mostra una sezione nel piano meridiano passante per il punto A, e determina l'altezza del punto D, dove una retta parallela all'asse terrestre e passante per la sfera su A incontra il piano passante per i supporti delle sfere su B e C, con la formula:

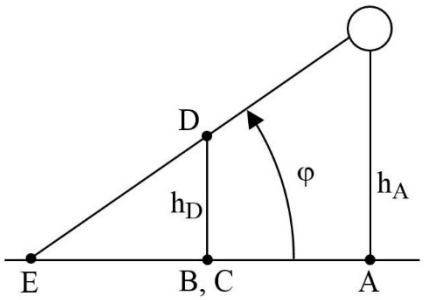


Fig. 1

$$h_D = h_A - L \cos(30°) \tan(\varphi)$$

dove L è il lato del triangolo e φ è la latitudine del luogo.

Considera poi il piano verticale passante per B e C, in Fig. 2 visto da Sud. L'intersezione del piano orario delle 16 con questo piano è la retta delle ore 16 per una meridiana verticale tracciata su questo piano; l'angolo ω di questa retta rispetto alla verticale è dato dalla classica formula:

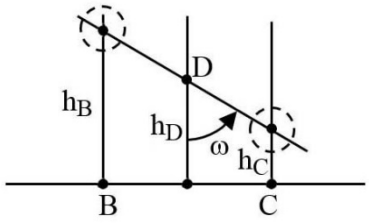


Fig. 2

$$\omega = \arctan(\cos\varphi \ \tan H)$$

Dove H è l'angolo orario, che per le ore 16 vale 60°.

Le intersezioni di questa retta con le verticali sui punti B e C indicano le altezze alle quali sistemare le altre due sfere; si ha:

$$h_B = h_D + (L/2)/\tan\omega = h_A - L\cos(30°)\tan(\varphi) + (L/2)/(\cos\varphi \ \tan H)$$

$$h_C = h_D + (L/2)/\tan\omega = h_A - L\cos(30°)\tan(\varphi) - (L/2)/(\cos\varphi \ \tan H)$$

La retta sulla quale le tre ombre si allineano è la retta oraria delle 16 per l'orologio orizzontale con base dello gnomone nel punto E di Fig. 1, la cui distanza d dal punto A è data dalla formula:

$$d = h_A/\tan\varphi$$

questa retta forma con la direzione Sud-Nord un angolo pari a:

$$\eta = \arctan(\sin\varphi \ \tan H)$$

Ad esempio, per L = 1 m e h_A = 2 m, come nel testo del nostro Quiz:

nel caso particolare di φ = 37° si ha h_B = 1,71 m h_C = 0,99 m η = 46,2° d = 2,65 m

nel caso particolare di φ = 42° si ha h_B = 1,61 m h_C = 0,83 m η = 49,2° d = 2,22 m

nel caso particolare di φ = 47° si ha h_B = 1,49 m h_C = 0,65 m η = 51,7° d = 1,87 m

Solutori

- Paolo Gallo ha inviato alcune immagini, costruite per la latitudine di 37°, dove le sfere compaiono nella giusta posizione; non ha però indicato il procedimento seguito per costruirle.

TYPVS GEOMETRIE