

UNIONE ASTROFILI ITALIANI SEZIONE QUADRANTI SOLARI

IV Seminario di Gnomonica Atti



**Centro Incontri con la Natura «don Paolo Chiavacci»
Crespano del Grappa
10-12 aprile 1992**

INDICE:

- p. 3 Alberto Cintio: dimostrazione, calcolo e programma su PC per meridiana su superficie conica
- p. 6 Mario Salomone Morrone: esperienze di gnomonica pratica
- p. 13 Nicola Severino: gli strumenti per costruire orologi solari nel XVI secolo
- p. 27 Edmondo Marianeschi: metodologia di precisione per la determinazione della giacitura e della planarità di superfici piane destinate ad ospitare quadranti solari
- p. 36 Francesco Azzarita: l'Archivio Fotografico Nazionale della Sezione Quadranti Solari ed esperienze di catalogazione a confronto
- p. 39 Giovanni Paltrinieri: Il quarantale: uno sconosciuto strumento di Geminiano Montanari
- p. 49 Gabriele Vanin: bibliografia gnomonica disponibile presso la biblioteca universitaria di Padova
- p. 53 Nicola Severino: un antico orologio solare romano conservato al museo kircheriano
- p. 56 Antonio Rini: gnomonica «casalinga»: orologi solari con gnomone rettilineo parallelo al piano delle linee orarie

DIMOSTRAZIONE, CALCOLO E PROGRAMMA SU PC PER MERIDIANA SU SUPERFICIE CONICA

di Alberto Cintio

Con riferimento alla fig. 1:

Elementi noti:

α = altezza del Sole in una determinata ora

β = angolo orario del Sole in una determinata ora

ε = inclinazione dell'ipotenusa del cono

$R'A$ = raggio del cono nella sezione in cui è posizionato lo gnomone

$G'R'$ = gnomone

Elementi da calcolare:

$$G'G = GB \operatorname{tg} \alpha = R'R$$

$$BR = R'R \operatorname{tg} \varepsilon$$

sostituendo otteniamo:

$$BR = GB \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varepsilon \quad [1]$$

Calcolo di GB :

Teorema di Carnot applicato al triangolo di base GBA

$$BA^2 = GB^2 + GA^2 - 2 GB GA \cos \beta$$

ma

$$BA = BR + RA = GB \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varepsilon + RA;$$

sostituendo e sviluppando:

$$GB^2 (\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varepsilon)^2 + RA + 2 GB \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varepsilon = GB^2 + GA^2 - 2 GB GA \cos \beta$$
$$GB^2 [(\operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varepsilon)^2 - 1] + GB (2 \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varepsilon + 2 GA \cos \beta) + (RA^2 - GA^2) = 0$$

Ricordando che $GA = G'R' + R'A$ si calcolano i tre coefficienti di questa equazione di secondo grado e poi si risolve per GB assumendo la soluzione positiva. È facile poi calcolare:

$$BA = RA + BR \text{ (vedi [1])}$$

γ (col teorema dei seni)

l'arco CB (mediante una proporzione con γ e BA)

$$R'B = BR / \sin \varepsilon \text{ (ipotenusa del tronco)}$$

Con riferimento alla fig. 2:

Sviluppando la superficie conica su un piano cartesiano si calcolano:

$$ZR' = AR' / \sin \varepsilon \text{ (per } \varepsilon \text{ v. fig. 1)}$$

$$ZB = ZR' + R'B$$

$$\delta = CB \cdot 180 / ZB \cdot \pi$$

$$x = ZB \sin \delta$$

$$y = ZB \cos \delta - ZR'$$

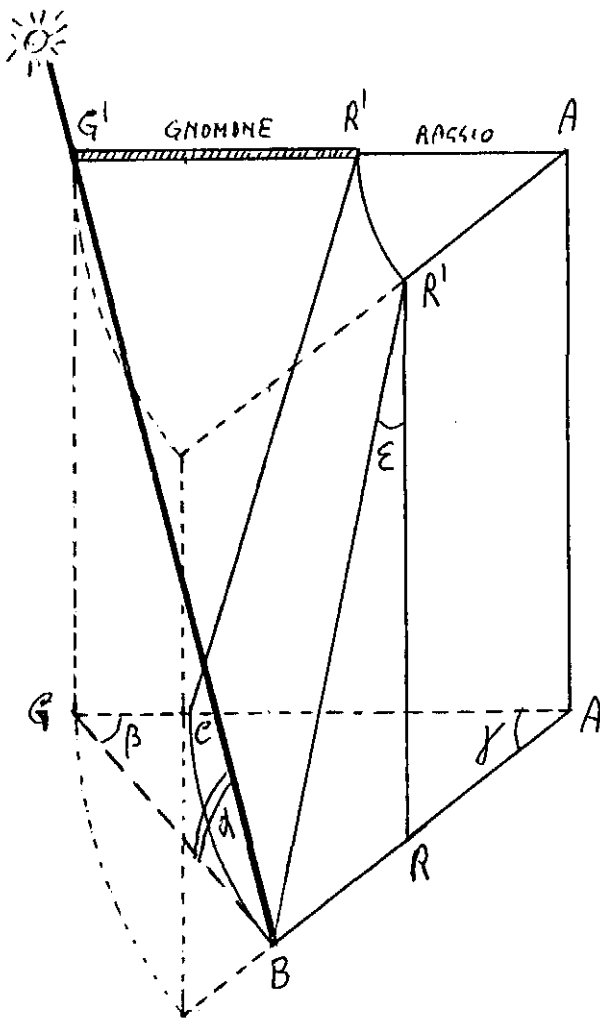
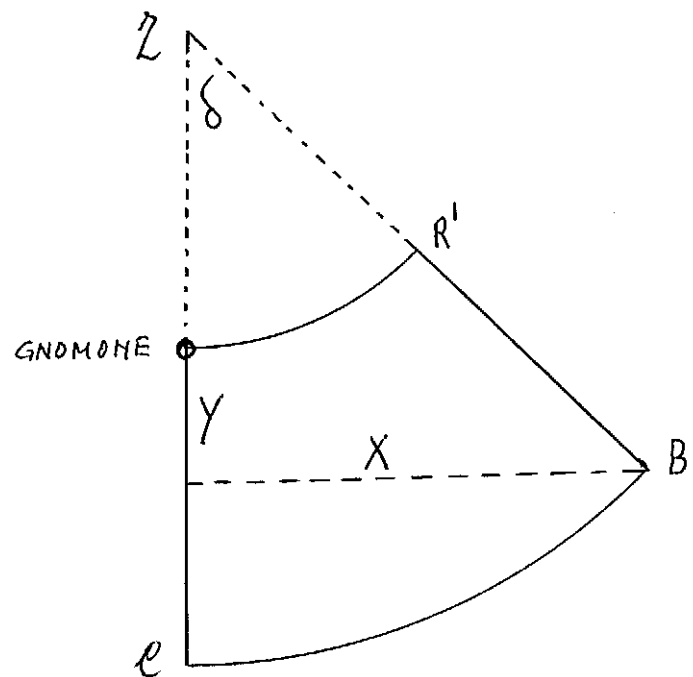


Fig. 1

Fig. 2



PROGRAMMA:

```

10 CLEAR: CLS: KEY OFF: I$="#####.###" :REM MERIDIANA CONICA
20 INPUT " * LATITUDINE in gradi e frazioni decimali = ";L1
30 INPUT " * LONGITUDINE in gradi e frazioni decimali W- E+ = ";G
40 INPUT " * DECLINAZIONE in gradi e frazioni decimali W+ E- = ";W1
50 INPUT " * GNOMONE parallelo all'orizzonte in cm = ";GN
60 INPUT " * RAGGIO della sez. ove è lo gnomone in cm = ";RA
70 INPUT " * ALTEZZA del cono dallo gnomone alla cima in cm = ";H1
80 PI=3.1416: P=PI/180: L=L1*P: W=W1*P: AN=ATN(RA/H1): AA=H1/GN: RR=RA/GN
90 A(0)=-23.45:A(1)=-20.15:A(2)=-11.47:A(3)=0:A(4)=11.47:A(5)=20.15:A(6)=23.45
100 PRINT :PRINT TAB(9): FOR X=0 TO 6: PRINT USING I$;A(X);: NEXT
110 FOR H=10 TO 14: PRINT : PRINT H; TAB(8)"x";
120 FOR J=0 TO 6: GOSUB 150: PRINT USING I$;X*GN;:NEXT J:PRINT TAB(8)"y";
130 FOR J=0 TO 6: GOSUB 150: PRINT USING I$;Y*GN;:NEXT J:PRINT
140 NEXT H: END
150 ON ERROR GOTO 280
160 R1=6+15*(H-13): R=R1*P: D=A(J)*P
170 A1= COS(D)*COS(L)*COS(R)+SIN(D)*SIN(L): A1=ATN(A1/SQR(1-A1^2)):REM ALT
180 A2=(COS(D)*SIN(L)*COS(R)-SIN(D)*COS(L))/COS(A1)
190 IF R1=0 THEN A2=0 ELSE A2=PI/2-ATN(A2/SQR(1-A2^2)) :REM AZ
200 A2=A2*SGN(R)-W
210 Z=TAN(AN)*TAN(A1): P0=1+RR
220 BA=Z*Z-1: BB=2*Z*RR+2*P0*COS(A2): BC=RR^2-P0^2
230 A3=(-BB+SQR(BB^2-4*BA*BC))/2/BA: A4=A3*Z+RR
240 A5=A3/A4*SIN(A2): A5=ATN(A5/SQR(1-A5^2))
250 X=A4*A5: Y=-A3*Z/SIN(AN) :REM COORDINATE SU RETICOLO CURVO
260 I1=SQR(AA^2+RR^2): I2=I1-Y: AL=X/I2
270 X=I2*SIN(AL): Y=I1-I2*COS(AL) :REM COORDINATE SU RETICOLO ORTOGONALE
280 IF (ERR=5)AND(ERL=230) THEN X=0: Y=0: RESUME 290
290 RETURN

```

```

* LATITUDINE in gradi e frazioni decimali = ? 44
* LONGITUDINE in gradi e frazioni decimali W- E+ = ? 11
* DECLINAZIONE in gradi e frazioni decimali W+ E- = ? -8
* GNOMONE parallelo all'orizzonte in cm = ? 10
* RAGGIO della sez. ove è lo gnomone in cm = ? 10
* ALTEZZA del cono dallo gnomone alla cima in cm = ? 120

```

		-23.45	-20.15	-11.47	0.00	11.47	20.15	23.45
10	x	-5.15	-5.62	-7.41	0.00	0.00	0.00	0.00
	y	-3.29	-4.07	-6.66	0.00	0.00	0.00	0.00
11	x	-1.85	-2.01	-2.47	-3.27	-4.55	-6.44	-7.79
	y	-3.72	-4.37	-6.26	-9.48	-14.43	-21.31	-25.88
12	x	0.68	0.65	0.54	0.36	0.11	-0.18	-0.34
	y	-4.03	-4.67	-6.52	-9.53	-13.83	-18.93	-21.68
13	x	3.57	3.68	3.98	4.51	5.34	6.51	7.25
	y	-4.30	-5.03	-7.18	-10.86	-16.51	-24.04	-28.61
14	x	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ESPERIENZE DI GNOMONICA PRATICA

di Mario Salomone Morrone

Introduzione

Non mi si poteva presentare migliore occasione per far conoscere in sede adeguata le mie esperienze in materia di orologi solari. Esperienze caratterizzate da una situazione di fatto costante: come ideatore e costruttore sono sempre stato solo. Li pensai e calcolai da solo, e avendone voglia e tempo, e concorrendo le necessarie circostanze favorevoli, li trasferii dalla carta al luogo per il quale erano stati calcolati. In tutto questo processo nessuno era venuto a darmi una mano, salvo mia moglie, che aveva affettuosamente apportato il proprio buon senso nelle situazioni difficili... Mi domando se l'inserzione nel programma di questo IV Seminario della pratica gnomonica di un paragrafo dedicato ai «metodi materiali di tracciamento dei quadranti solari» non sia dovuto al disagio provocato dalla stessa circostanza di solitudine che sto denunciando.

Mi propongo di presentare due grandi orologi solari: *Tinguaro* (fig. 1), costruito su cinque lamine di alluminio di 2 x 1 m, disposto su un piano inclinato di 45° e volto a levante ($\Omega = -137^\circ$) e *Guajara* (fig. 2), simile a Tinguaro, ma su sette lamine, delle stesse dimensioni, e volto a ponente ($\Omega = 103^\circ$). Tinguaro e Guajara sono nomi della toponomastica locale che assegnai ai due orologi. Essi mi furono ordinati dall'Istituto de Astrofisica de Canarias, e saranno collocati sul tetto piramidale con falde inclinate di 45° di un edificio del locale osservatorio astrofisico di Izaña, destinato ad osservazioni solari (fig. 3).

Parlerò di questi due orologi perché anch'essi furono da me calcolati e costruiti da solo. Naturalmente l'Istituto mise a mia disposizione le proprie installazioni, ma in quanto a collaborazione potei contare solo su un giovane astronomo esperto nel maneggio delle macchine della sala di calcolo. I due orologi hanno per motto (pensato dallo scrivente) *Hic stantibus aeternum temporis iter sequimur*.

La tecnica del tracciamento

Mi rendo conto che se affrontassi la struttura dell'orologio solare l'argomento mi porterebbe troppo lontano. Rimando pertanto il lettore al testo del Cicconetti *Trattato di geodesia e topografia*, vol. II, Vallardi, Milano, 1938, che tratta ampiamente della materia. Su questo testo lavorai allo scopo di informatizzarlo in modo da ricavare col calcolo tutti i vari organi dell'orologio. Ne è risultato un programma che ho denominato COSTRUTT.IVO dal quale si ottengono risultati che sono introdotti come dati in un secondo programma, chiamato OPERAT.IVO, che ci forniscono i dati necessari alla costruzione dell'orologio. Fra gli organi calcolati dal programma costruttivo vi è l'angolo $CP'H$ che nel nostro caso riveste grande importanza (fig. 4).

La figura mostra lo schema di Tinguaro: orologio su di un piano comunque inclinato ed orientato. La retta $P'H$ è la linea di massima pendenza del piano dell'orologio. La retta KK' è la linea equinoziale ee. La retta $CP'Pe$ è l'asse

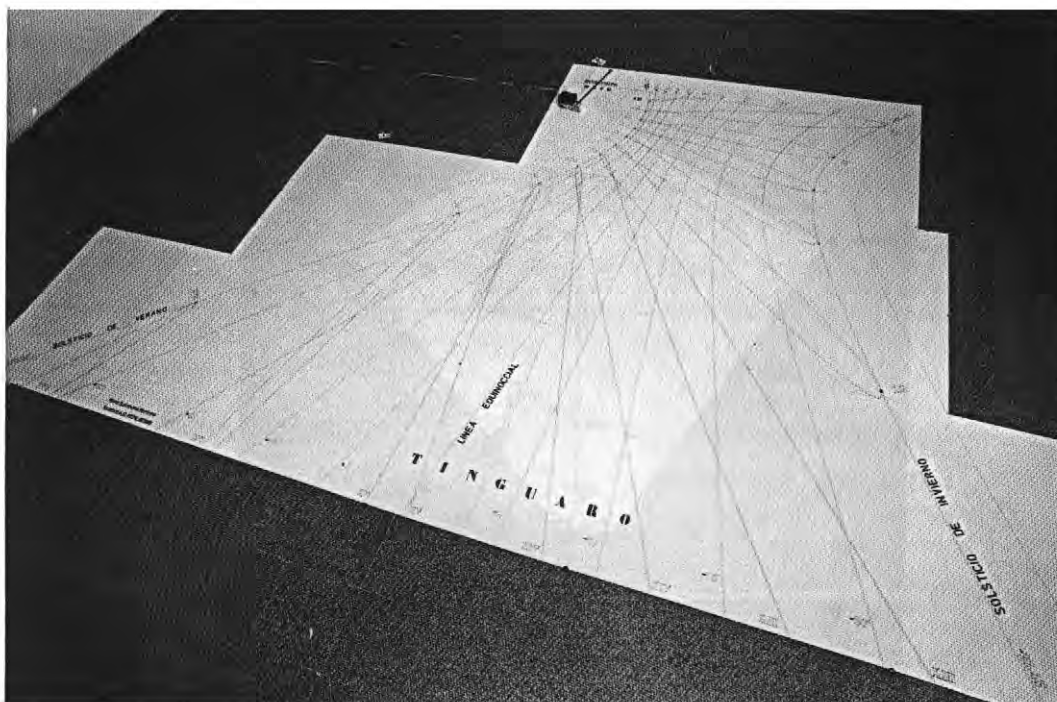


Fig. 1: Tinguaro. Si osservino le lemniscate orarie e le coniche di declinazione. Lo gnomone è indicativo. L'orologio è collocato con le lamine situate nella posizione definitiva. I vertici di tracciamento furono due, fissati sul pavimento, esternamente alle lastre.

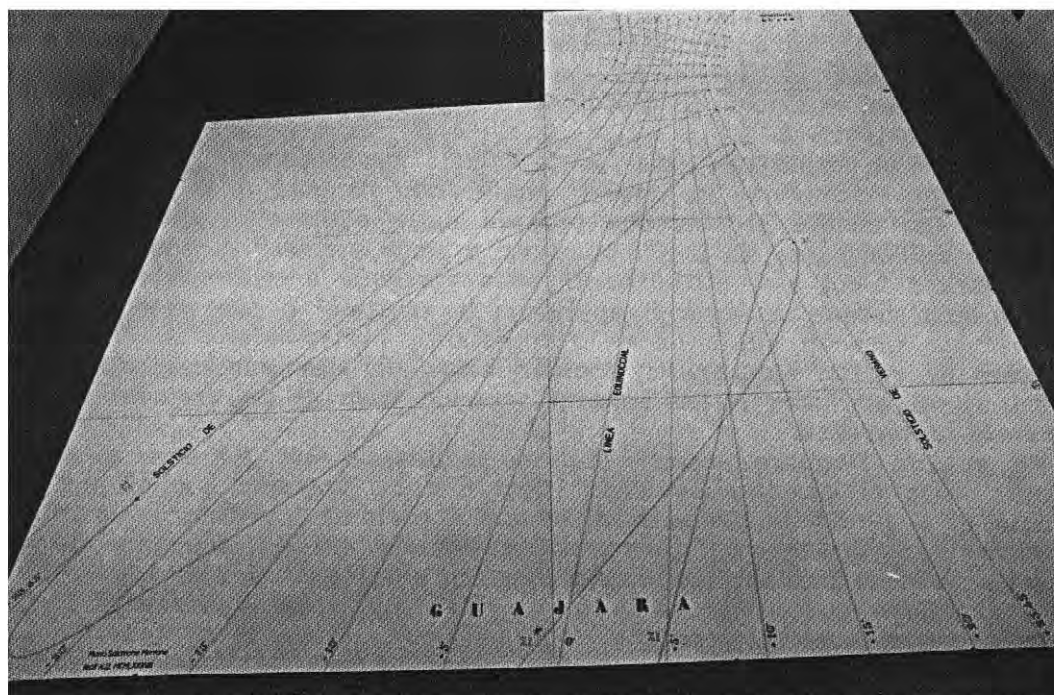


Fig. 2: Guajara. Mancano i vertici di tracciamento perché le lamine furono disegnate a tavolino.

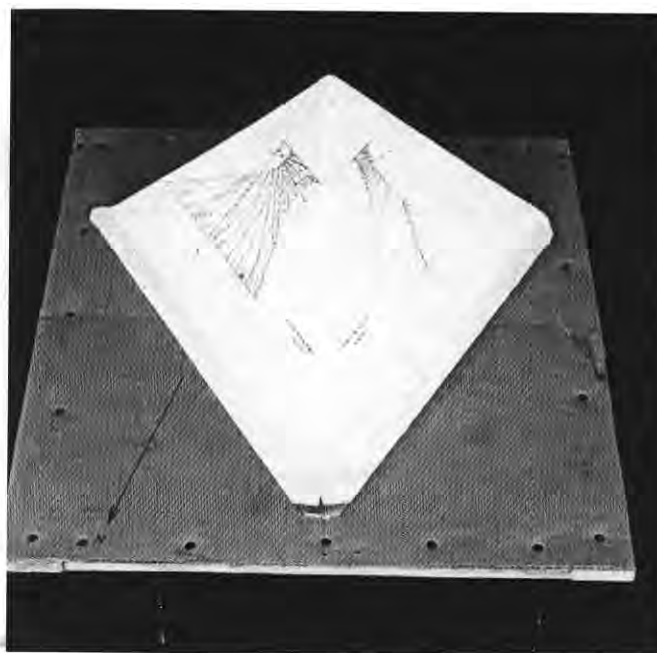


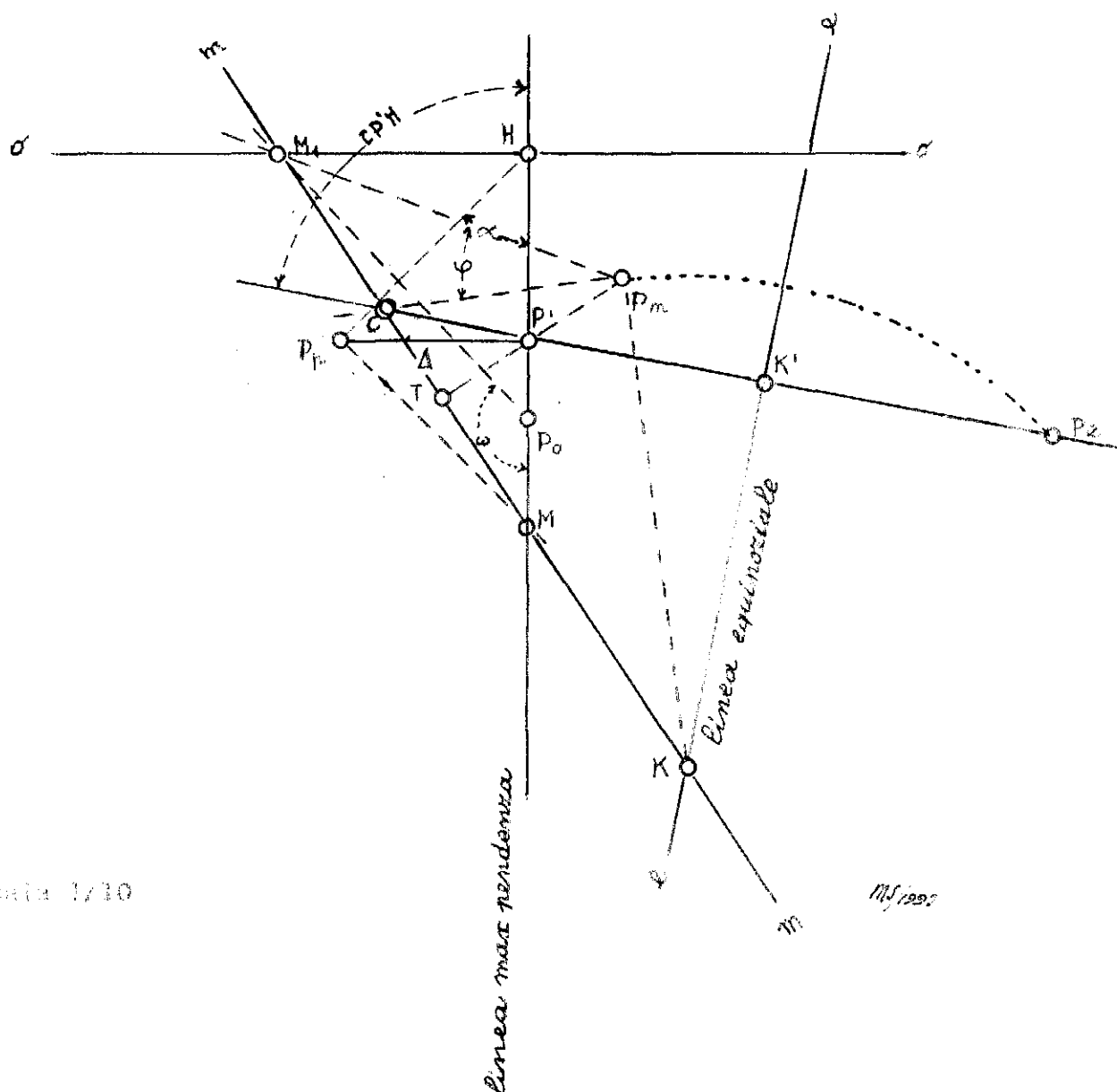
Fig. 3: Bozzetto del tetto della piramide di Izaña dove saranno installati Tinguaro (il più tozzo) e Guajara (più agile).

dell'orologio. Pe è il ribaltamento di P per rotazione intorno alla linea equinoziale. Il punto C è la traccia, sul piano dell'orologio, della parallela all'asse terrestre condotta per P . Inoltre C sta all'origine di due sistemi di coordinate: equinoziali e zenitali. Le equinoziali sono orientate secondo la linea equinoziale ee , le zenitali secondo la linea di massima pendenza. Fra i due ordini di coordinate intercorre una relazione costante, dovuta proprio all'angolo $CP'H$, calcolato col programma costruttivo.

Il programma operativo, una volta calcole le coordinate equinoziali del punto-ombra Pu , le converte in zenitali, applicando l'angolo $CP'H$. Perché questa conversione? Certamente si potrebbe passare dalle equinoziali direttamente al tracciamento dell'orologio. Ma è più laborioso e meno preciso, in quanto si tratta di coordinate i cui assi difficilmente sono verticale e orizzontale, mentre le zenitali lo sono sempre. E come si applicano le zenitali? Il mio metodo consiste nell'individuare ciascun punto-ombra Pu mediante l'intersezione di due vettori che partono da vertici prestabiliti, disposti sopra un asse verticale. Questo sistema mi aveva già dato ottimi risultati quando costruii un orologio verticale sulla parete in terrazza.

Nel caso di Tinguaro, essendo il piano inclinato a 45° , i vertici si dispongono sulla linea di massima pendenza (figg. 5 e 6). Partendo dall'origine delle coordinate C , si fissano a distanze opportune e costanti i vertici dai quali, per intersezione, si determinerà il punto-ombra. Per far ciò il programma entra in un *loop* che per ciascun vertice calcola il vettore relativo al punto-ombra considerato. Il lavoro può essere eseguito da una sola persona. Tinguaro è stato costruito seguendo questo sistema.

È notevole la possibilità di spostare parallelamente a se stesso uno degli assi delle coordinate, o entrambi, inserendo nel *loop* opportune variazioni. Ciò mi ha permesso di tracciare Guajara stando a tavolino, avendo spostato gli assi zenitali singolarmente su ciascuna delle lastre. Tinguaro invece è stato tracciato con tutte le lastre fissate al pavimento, disposte come se già stessero sul



Scia 1/10

MS/129.7

Fig. 4: Schema di Tinguaro tracciato in base al Cicconetti. Si osservi l'angolo $CP'H$ che l'asse CPe dell'orologio forma con la linea di massima pendenza.

Dati per il programma «COSTRUTT.IVO»:

A = Longitudine = $16^{\circ}31' W$

B = Latitudine = $28^{\circ}17' N$

C = Delta = 30 cm

D = Inclinazione (α) = -45°

E = Orientamento (Ω) = -137° (a est)

F = Differenza oraria ufficiale = 0

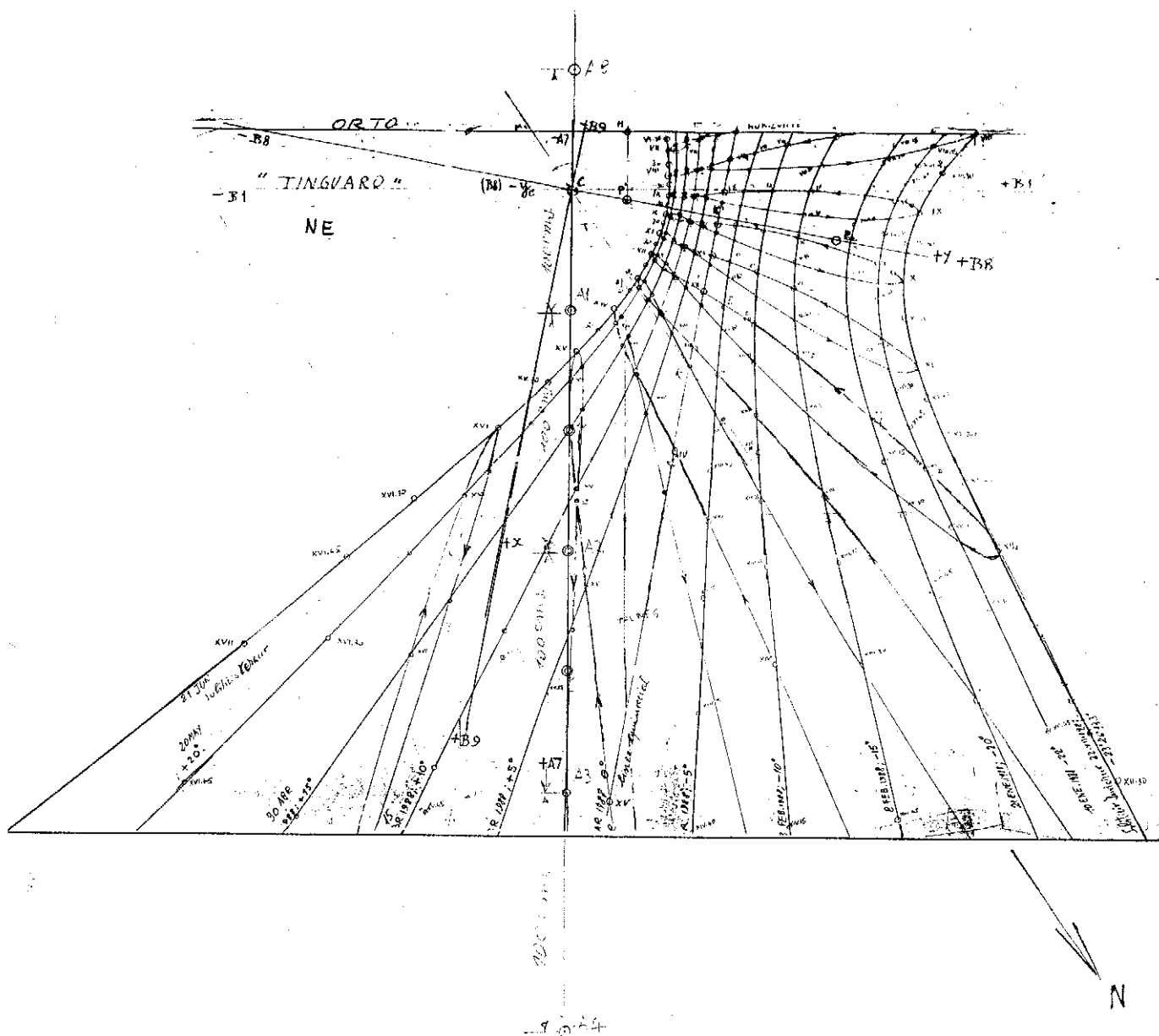


Fig. 5: Tinguaro. Si osservi l'asse sulla linea di massima pendenza, con cinque vertici, dei quali si utilizzarono A0 e A4, già fuori dalle lamine, fissati sul pavimento.

tetto piramidale.

Il cambio di sistema fu escogitato dopo l'esperienza fatta con il tracciamento di Tinguaro, che risultò molto penoso. Una cosa è lavorare stando sul pavimento, un'altra stando a tavolino. Naturalmente venne anche per Guajara il momento di disporre le lamine sul pavimento, ma il più era già stato fatto.

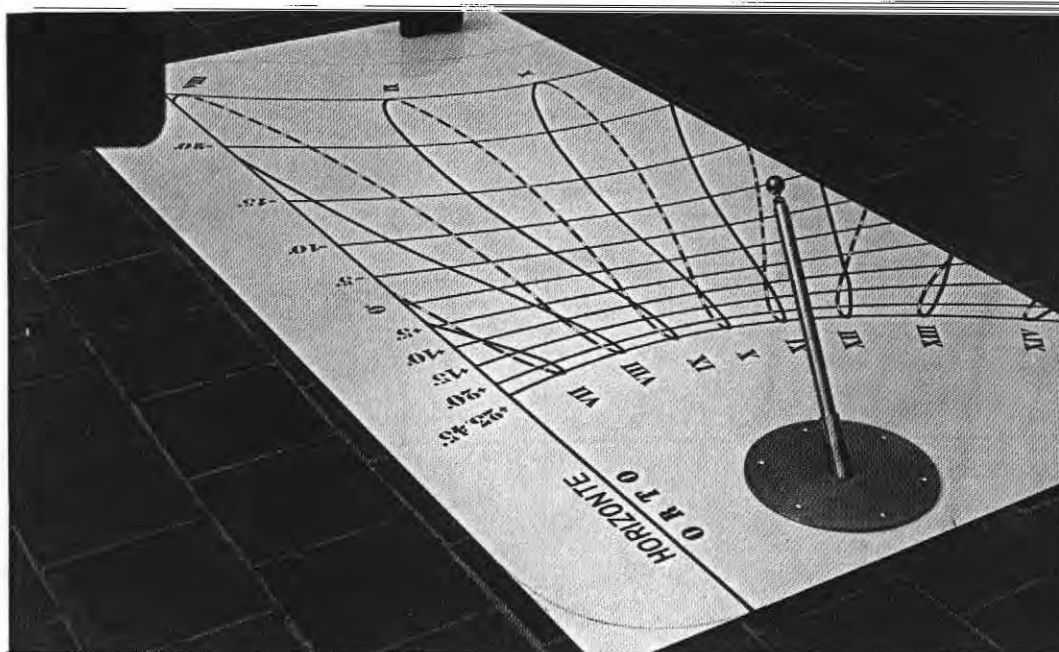


Fig. 7: Tinguaro. Particolare della lamina superiore sulla quale è fissato lo gnomone. Il centro della pallina finale si eleva di 30 cm sulla lamina. Le linee orarie sono tracciate in nero, quelle di declinazione in rosso. Lo gnomone fu costruito, su disegno dell'autore, nell'officina dell'Istituto de Astrofisica.

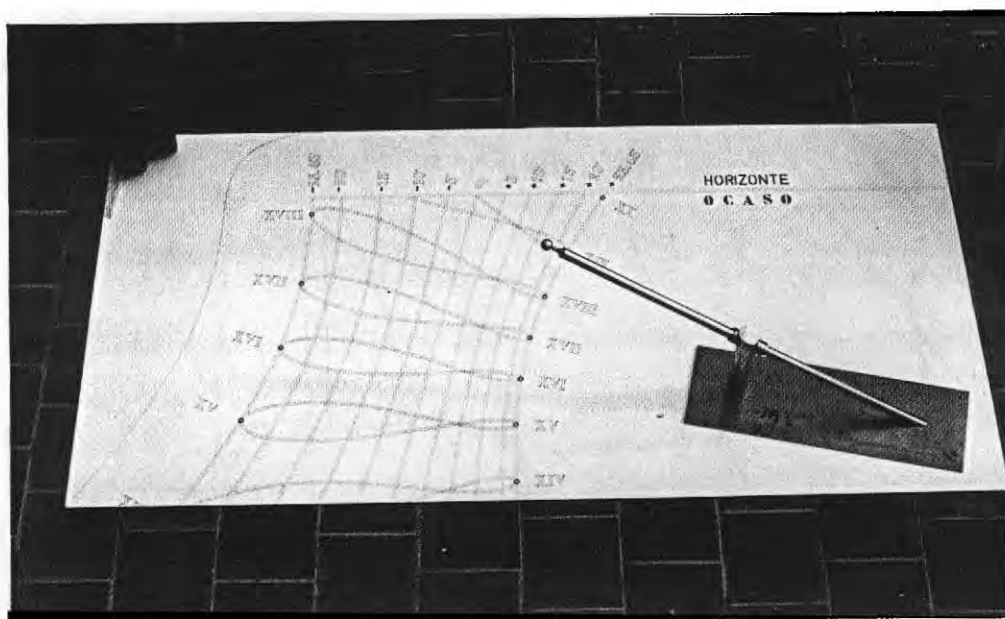


Fig. 8: Guajara. Particolare della lamina superiore sulla quale è fissato lo gnomone che, essendo più lungo, reca un supporto intermedio. Il centro della pallina finale si eleva di 45 cm sulla lamina. La foto fu scattata quando le linee non erano ancora state colorate. Lo gnomone fu costruito, su disegno dell'autore, nell'officina dell'Istituto de Astrofisica.

GLI STRUMENTI PER COSTRUIRE OROLOGI SOLARI NEL XVI SECOLO

di Nicola Severino

Tra gli interessi principali degli studiosi di gnomonica del XVI secolo un posto di sicuro rilievo spettava al problema di trovare sempre metodi e strumenti ausiliari di nuova concezione, al fine di semplificare al massimo le lunghe e laboriose operazioni pratiche implicite, non tanto nel progettare, quanto nel disegnare o riportare su un altro piano da un progetto su carta, tutta la ragnatela di linee che caratterizzano un orologio solare. E questa difficoltà era tanto più sentita, quanto più grandi si sceglievano le dimensioni dell'orologio. Giorno per giorno si ricercavano metodi e strumenti per semplificare la tracciatura di un orologio murale, cercando di restare sempre, però, nei limiti di una buona precisione. Chi si occupa di questi problemi sa già cosa vuol dire ottenere una certa precisione adottando i famosi metodi geometrici nelle operazioni pratiche, ovvero quando si segna l'orologio al muro. Tanto è vero che da molto tempo i meridianisti hanno adottato la tecnica dello *spolvero*, trasportando il tracciato dell'orologio sul muro, già disegnato prima su un cartoncino, in dimensioni reali, e traforato lungo tutte le linee; spruzzando un colore lungo i fori si ottiene lo «scheletro» dell'orologio, da ricalcare, abbellire e scorniciare. Si pensi poi a quando si deve realizzare un orologio monumentale, dell'ordine di 5-6 m di lunghezza per 4-5 m di altezza: le operazioni geometriche sono impossibili.

Col tempo, si andarono affermando i nuovi metodi matematici per tracciare le linee orarie degli orologi solari, chiamati all'epoca, semplicemente, «metodi per via di numeri». E tra i primi a mettere a punto questi metodi fu senz'altro il gesuita Cristoforo Clavio, probabilmente il più grande gnomonista del suo tempo (fu soprannominato l'Euclide del XVI secolo). La sua opera monumentale *Gnomonices libri octo* fornisce un saggio della sua immensa sapienza matematica: essa contiene i metodi della gnomonica da lui trovati sulla base delle antiche dottrine di Euclide, Apollonio, Teodosio, Tolomeo e dei suoi grandi contemporanei Giovanni Battista Benedetto, Andreas Schöner, Giovanni Campano, Giovanni Regiomontano, ed altri. Ed è nella sua opera del 1599, *Horologium nova descriptio*, che si trovano i primi metodi col «concorso delle tangenti», per disegnare orologi solari. In realtà egli detta, in questo libro, le regole delle proporzioni, altrimenti dette «analogie», che verranno poi riprese da tutti gli altri studiosi.

Sembra che il problema di tracciare orologi solari monumentali sia stato definitivamente risolto, come si legge in alcuni testi del 1700, con la pubblicazione del libro di Picard e de la Hire, che contiene i metodi di tracciamento delle linee orarie per punti, come si fa oggi.

Vediamo ora, in breve, di riordinare le scarse e frammentarie notizie che ci sono pervenute su qualcuno di quegli strumenti ausiliari che furono di grande comodità per gli gnomonisti del XVI secolo, nel tracciare orologi solari murali e orizzontali. In particolare ne vediamo uno che, attraverso tutte le varianti apportate in più di un secolo, portò alla realizzazione dello *sciatere* e del *trigono*. Un fatto molto singolare è che lo strumento di cui parlerò, stranamente, non ha un nome, o meglio, gli studiosi dell'epoca lo chiamarono semplicemente *strumento*. Con questo nome fu divulgato per la prima volta nella storia della

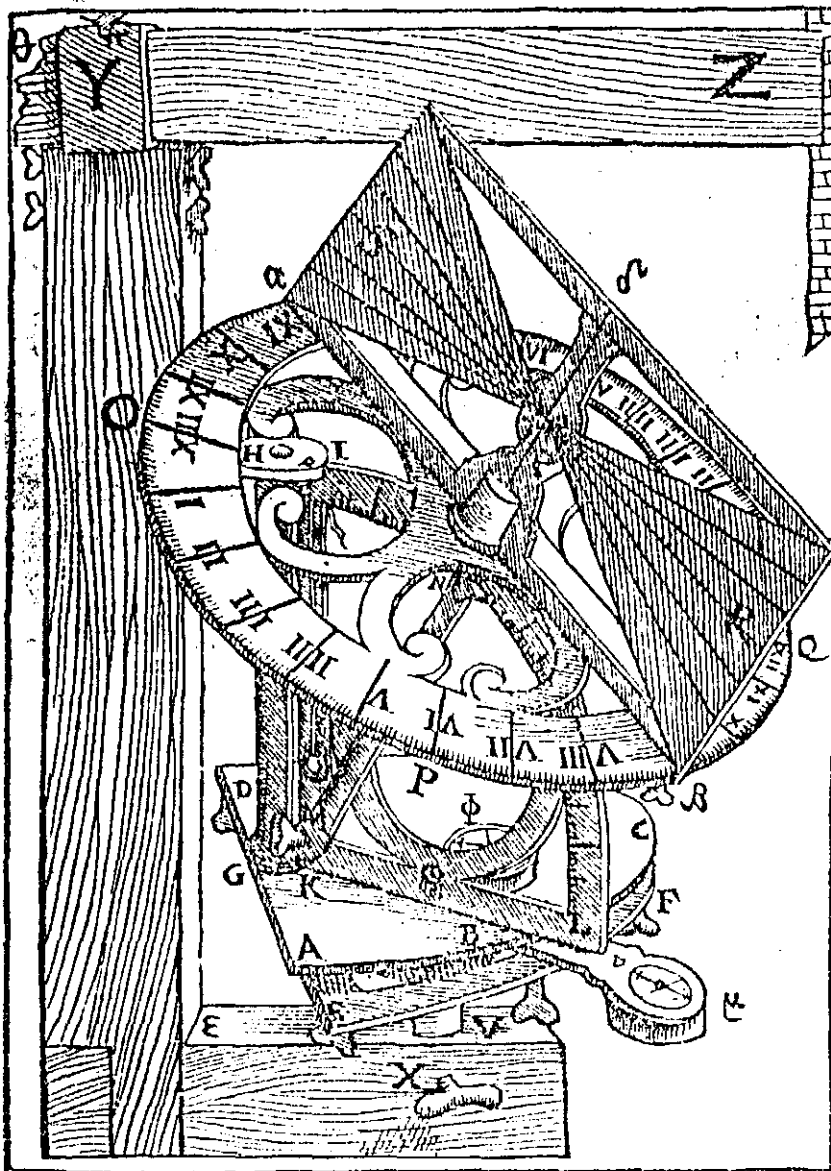


Fig. 1

gnomonica italiana da Clavio. Egli descrisse questo strumento, la sua realizzazione ed il suo mirabile uso nell'opera *Fabrica et usus instrumenti ad horologiorum descriptionem horarum a meridine e media nocte exquisitissima, e nunquam ante hac in lucem edita* (Roma, 1586). Che sia un metodo inedito fino ad allora possiamo esserne certi, poiché non venne incluso, appena cinque anni prima, nella *Gnomonices*.

Clavio attribuisce l'invenzione di questo strumento a un certo Giovanni Ferrerio spagnolo, come si può leggere nella prefazione della *Fabrica*...: «Inventor primus huius rationis, quae praeclarissima est, Hispanus, quida dicitur, nomine Joannes Ferrerius, homo in primis acutus...» Clavio apprese queste cose da

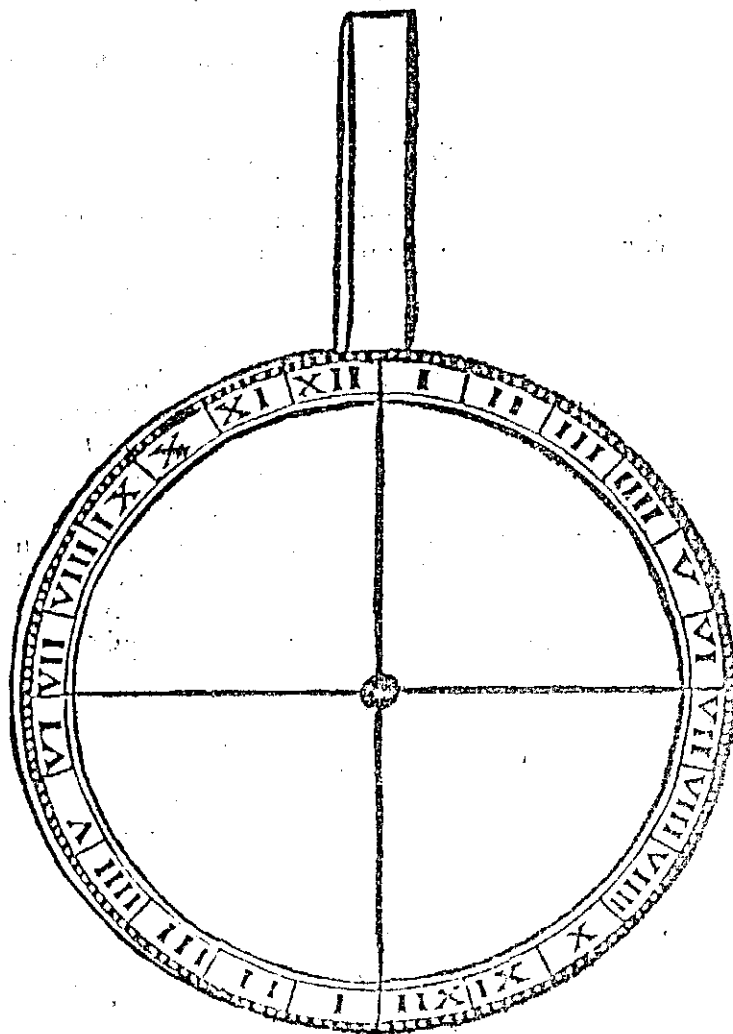


Fig. 2

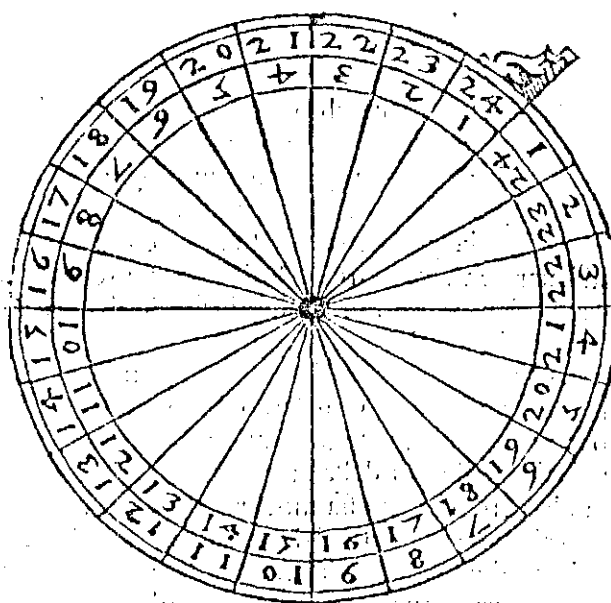


Fig. 3

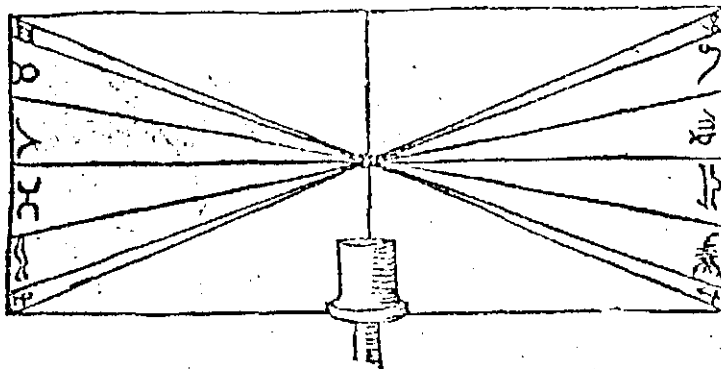


Fig. 4

«certi pochi scritti che gli furono mandati dalla Spagna, da un suo amico appartenente allo stesso ordine religioso», come ci fa sapere Valentino Pini qualche anno dopo. Inoltre Clavio si lamentò per aver potuto esaminare solo alcuni fogli e non tutta l'opera di questo spagnolo. La teoria di questo strumento è molto semplice e, come notò lo stesso Clavio, fu da egli stesso trattata (senza pensare però alla possibilità di realizzare uno strumento), nella *Gnomonices* quando descrisse i segni zodiacali sul circolo meridiano: «...queste rette, quando ci esercitiamo sulla descrizione degli orologi, le chiameremo "raggi dei segni", o dello zodiaco, poiché essendo il Sole esistente all'inizio dei segni, porta i raggi, che esso stesso a mezzogiorno manda fuori per il centro del mondo». E da rilevare anche che la locuzione «raggi dei segni» può aver determinato il nome *Trigone des segnes*, visto che queste linee erano descritte entro due triangoli col vertice in comune e quest'ultima dicitura è anche contenuta nel *Traité d'horlographie* di Saint Marie Magdeleine del 1690. Cristoforo Clavio, però, nella sua *Gnomonices* descrive uno strumento simile: «Constructio instrumenti, quo horologia in quocunque plano, et ad quamvis latitudinem loci describentur».

Lo strumento descritto e divulgato in Italia da Clavio è composto essenzialmente di quattro parti (v. fig. 1):

1) la base (A) o piano d'appoggio, che contiene anche una o più bussole («stelle calamitate»);

2) una quarta di cerchio, o quadrante, metallico, graduato da 0 a 90 gradi per rendere possibile l'uso dello strumento alle diverse latitudini, acquistando così la caratteristica di «universale»;

3) un grosso cerchio orario suddiviso in 24 settori in cui vengono numerate le ore astronomiche da I a XII per due volte, in successione e in senso orario, quindi dal mezzogiorno alla mezzanotte, di 12 in 12;

4) al centro del cerchio orario vi è un perno dove va inserito, perpendicolarmente al piano del cerchio orario, il *radio*, di cui ora ci occuperemo.

Praticamente il cerchio orario, predisposto nel piano dell'equatore celeste tramite il quadrante graduato, diventa l'orologio equatoriale ausiliario di cui ci si serve per il tracciamento delle rette orarie su superfici verticali, come le pareti dei muri. Quindi, l'accessorio più importante di questo assemblaggio di pezzi sembra essere il radio, che semplicemente serve a tracciare con evidente facilità, anche se bisognerà accontentarsi di una certa approssimazione, le curve diurne, ovvero le linee di declinazione, corrispondenti ai vari ingressi del Sole durante l'anno nei segni zodiacali.

La notizia di questo strumento e del suo inventore viene divulgata quat-

tro anni dopo, nel 1590, anche da Paolo Gallucci Salodiano, nel suo libro *Della fabrica et uso di un nuovo strumento fatto in quattro maniere, per fare gli horologi solari ad ogni latitudine, con tutte le sorti d'hore, che vi siano, nuovo trattato diviso in due parti*. In questo lavoro il Gallucci non prende in esame lo strumento descritto dal Clavio in quanto «le parti di questo strumento sono tante, e hanno tante difficoltà, e nel fabricarle e nell'accomodarle al luogo suo, che non è quasi possibile, che nell'uso non si facciano molti errori: la qual cosa considerando io più volte determinai di vedere, si fusse possibile ritrovare qualche via più facile, e più sicura: specialmente, che esso R. P. Clavio dà quasi ferma speranza di questo al lettore». Per quanto Gallucci sia noto quale uomo di grande spirito nell'ideare e realizzare cose nuove di gnomonica, i suoi marchingegni non riuscirono a pareggiare il successo e la diffusione che ebbe lo strumento di Giovanni Ferrerio.

Ma vediamo per sommi capi di descrivere lo strumento di Gallucci. Premetto che il funzionamento base è uguale per tutti i modelli, ciò che varia essendo le parti di assemblaggio, costruite o predisposte diversamente, a seconda dell'uso e della comodità di operazione che si vuole ottenere. E questo resta molto più facile da vedere quando si prendano in esame le figure che accompagnano la descrizione. Lo strumento consta di quattro parti principali. La prima (v. fig. 2) è un cerchio orario posto nel piano dell'equatore e diviso in 24 parti uguali, dal mezzogiorno alla mezzanotte ripetuto per due volte, secondo l'uso francese, o comune. Con questo circolo si potranno descrivere le ore francesi, e questa parte dello strumento viene chiamata «planitie dell'equatore», ovvero piano equatoriale. La seconda parte (v. fig. 3) è costituita da altri due cerchi interni, più piccoli, collocati sempre nel piano dell'equatore, e suddivisi in 24 settori ciascuno, sui quali sono riportate, in un caso in senso orario e nell'altro in senso antiorario, le ore da 1 a 24, italiche nel cerchio sopra, babiloniche nel cerchio sottostante. Anche questa seconda parte del circolo primario delle ore francesi costituisce la «planitie dell'equatore». La terza parte dello strumento è il radio orario (v. fig. 4), costituito in genere da un rettangolo di ottone, o altro materiale, su cui sono incise le linee che rappresentano i circoli zodiacali. Sul modo di realizzare il radio orario il Gallucci propone ben quattro procedimenti «acciocché ogn'uno possa appigliarsi a quello che più gli piacerà, e al suo ingegno parerà più facile». La quarta parte è costituita dalla base sulla quale sarà disposta la «planitie dell'equatore» e quindi dal quadrante graduato per inclinare il piano dell'equatore a qualsivoglia latitudine geografica, proprio come nello strumento di Clavio.

La costruzione del radio è oltremodo facile per gli avvezzi alla materia, con l'ausilio di un buon goniometro: basta prendere, sull'arco di cerchio di 60° , i punti che distano dal piano dell'equatore dei gradi corrispondenti alle varie declinazioni del Sole, positive e negative, ciò che è facilmente intuibile osservando la fig. 5. Il radio funziona come se si trattasse della materializzazione dell'analemma di Vitruvio. Tutto si riconduce alla semplice proiezione sul piano del muro dei circoli della sfera celeste, equatore, tropici, circoli di declinazione e suddivisioni orarie.

Per l'uso bisogna posizionare correttamente lo strumento, in modo che venga messo in orizzontale e che il cerchio orario sia elevato fino a stare nel piano dell'equatore, dopo aver praticato un foro nel centro del quadrangolo del radio da cui uscirà un filo sottile. Lascio al Gallucci stesso la chiara esposizione delle operazioni da compiere: «... Tu devi volgere il radio orario così, che sia giusto sopra le ore XII del maggior cerchio (planitie dell'equatore). Dipoi prenderai in mano il filo, che tu haverai posto nel buco del radio, e facendolo cadere giustamente sopra la linea superiore (+ $23^\circ,5$) lo allungherai fino, che tocca il muro, e ivi noterai un punto, dipoi abbasserai le mani facendo cadere il filo sopra la più bassa linea, che sia nel radio (- $23^\circ,5$), e parimenti allungherai

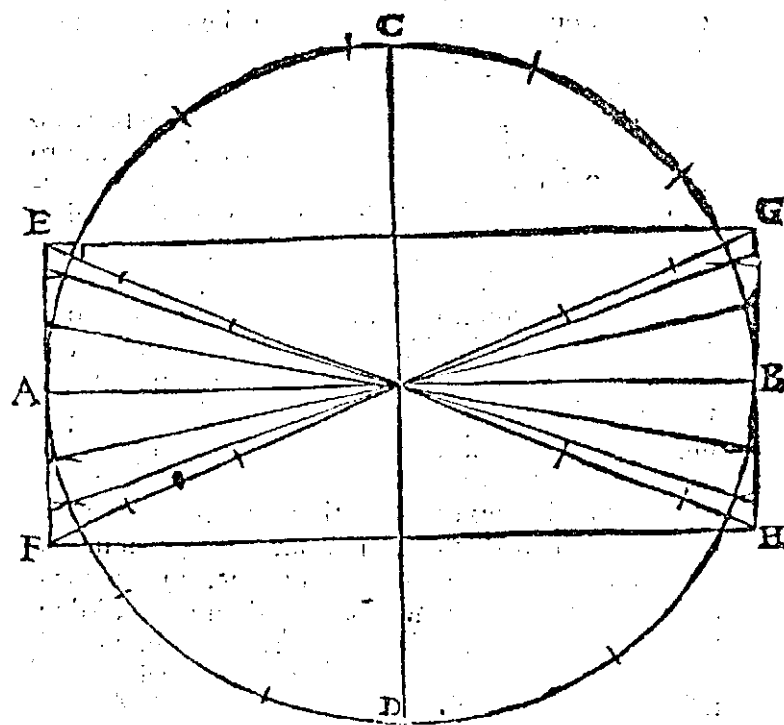
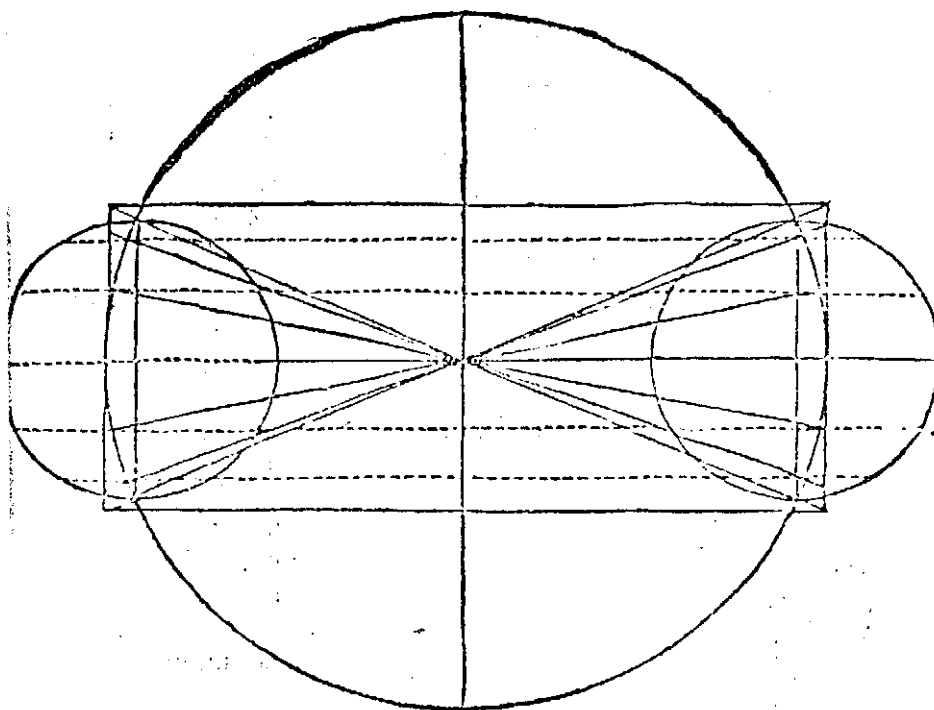


Fig. 5

rai il filo, tenendolo fermo sopra la medesima linea, e ove caderà sopra il muro, ivi noterai un altro punto; dipoi con una riga tirerai una linea bene apparente dal primo punto al secondo, e tutto l'anno caderà l'ombra nel mezo giorno sopra questa linea, e ti noterà il fine della XII hora della meza notte, e il principio della prima del mezo giorno: nel medesimo modo facendo stare il radio sopra le XI e X e le altre avanti mezo giorno noterai tutte le hore, che cascano sopra'l muro e dipoi quelle dopo mezo giorno nel medesimo modo». Seguendo lo stesso metodo per trovare i punti delle ore, le linee di declinazione si ottengono sovrappponendo il filo sopra tutte le linee del radio e segnando altrettanti punti sul muro per ogni ora del circolo orario.

Un'altra interessante informazione storica è ricavabile dall'ultima parte dello scritto di Gallucci, in cui egli dice di essere il primo a dare il modo di tracciare le ore italiane con lo strumento descritto sopra: «Se vorrai descrivere sopra'l medesimo muro, sopra le medesime hore, quelle che si usano in Italia, che incominciano al tramontare del Sole, bisogna servirsi del cerchio minore, che equatore della sfera obliqua chiamiamo... il qual modo Iddio ha voluto manifestare per mezo mio, non essendo stato avvertito finhora da nissuno, che sapia io, quantunque faccia la medesima operazione il dottissimo Clavio con punti, i quali egli nota sopra il cerchio dell'equatore, i quali nondimeno servono solo per una latitudine, laonde volendo poi fare horologi in altri luoghi bisogna cangellare i primi, e farne de gli altri...». In pratica, per tracciare anche le ore italiane egli propone di trovare, per prima cosa, la durata dell'arco semidiurno nel giorno più breve dell'anno, cioè quando il Sole si trova nel Capricorno, mediante apposite tavole da lui stesso elaborate; «Dipoi quei gradi, ch'averai ritrovati nella tavola si deono enumerare nello strumento, incominciando dove sono segnate H. XII nel cerchio maggiore, ove egli è congiunto con la base, e ciò vi si faccia dalla parte sinistra, per le hore dal tramontare del Sole, come ciò si deve fare dalla parte destra per le hore dal levare, e sopra'l luogo, ove cascano questi gradi dell'arco semidiurno di quel tempo devi collocare diligentemente l'indice della minor ruota, cioè del cerchio chiamato da noi dell'equatore obliquo, dipoi si deono segnare i punti di tutte le hore, che cadono sopra quel muro mettendo il radio sopra queste hore di una in una venendo dalla parte sinistra dalle 24 alle 23, alle 22, e così alle altre». Analoga operazione si fa trovando il semiarco diurno per gli equinozi e per il tropico del Cancro. Questo strumento serve per trovare i punti delle rette orarie non solo su superfici piane, ma anche cave, inclinate, rotonde, ecc.

Prima ancora di Paolo Gallucci, abbiamo un'ottima trattazione del radio, lasciataci da Giovanni Battista Vimercato, monaco di Certosa, in un suo libro che, per quanto ne so, risulta essere il primo volume sugli orologi solari scritto in italiano, *Dialogo de gl'horologi solari* (Venezia, 1586). Egli chiama il radio *raggidico solare*, che «non vuol rappresentare altro che per l'ombra dello stilo causata dalli raggi del Sole l'uscire, e entrar suo, d'un segno, nell'altro dello zodiaco... sarà fabricato, il raggidico solare, e vedrete esser in forma di piramide con sette linee, quali dinotano i partimenti delli dodici segni celesti nello zodiaco...» (v. la costruzione geometrica del raggidico in fig. 6).

Lo strumento inventato da Ferrerio, divulgato in Italia da padre Cristoforo Clavio e ripreso da molti altri autori, è il capostipite della famiglia di strumenti che nel XVIII secolo saranno denominati *sciatere* (v. fig. 7). Il raggidico solare o radio diventerà il *trigone des segnes* nel 1600, cioè il *trigono* (v. fig. 8), che sopravvivrà fino al nostro secolo, senza significative varianti, ma semplificato al massimo per facilitare sempre di più l'applicazione pratica. Una delle ultime apparizioni dello strumento di Clavio sui libri di gnomonica è presente nell'opera di N. Bion *Traité de la construction et des principaux usages des instruments de mathematique* (Parigi, 1709). A p. 308 sono rappresentati, in due figure, lo *sciatere* normale e una variante dello strumento (fig. 7, in basso a

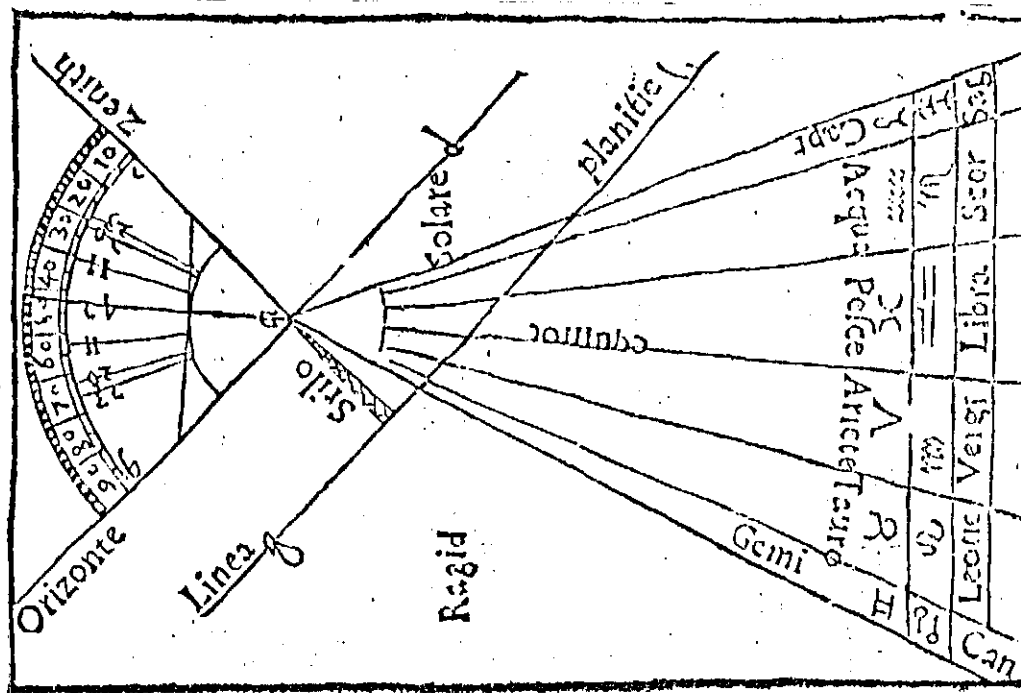


Fig. 6

destra) presentato da Clavio, chiamato sempre sciatiere e attribuito dall'autore al gesuita R. P. Pardies, in cui il radio viene sostituito con una quarta di cerchio che serve allo stesso scopo.

Altri autori famosi, nello stesso periodo, si prodigarono per la realizzazione di strumenti ausiliari per «fabbricare» gli orologi solari. Don Valentino Pini, nella sua famosa *Fabrica de gl'horologi solari* (Venezia, 1598), descrive uno strumento da lui ideato (sempre in seguito alla divulgazione dello strumento di Ferrerio da parte di Clavio), ricavato direttamente dall'analemma. Si tratta di una specie di sfera armillare (v. fig. 9) con qualche variante, resa adatta a proiettare su un piano verticale i vari circoli della sfera celeste. «Fatto, col mezzo dell'analemma... alla fabrica di questo istrumento concorrono sei circoli della sfera, come anco nel componimento dell'analemma, quattro de' maggiori, e duo de' minori; sono li maggiori, l'horizonte, il meridiano, il verticale e l'equinoctiale; li minori, sono li duoi tropici, l'uno del Granchio, e l'altro del Capricorno». Naturalmente il circolo verticale in questo caso non ha altro ufficio che di separare la parte di mezzogiorno con quella di settentrione, e siccome l'ago calamitato assolve lo stesso compito si preferisce questo che non crea impedimento nel tracciamento delle linee orarie. La delicata operazione di accomodamento al muro dello strumento e il modo di tracciare le ore vanno sicuramente a discapito della precisione, ma l'uso può essere giustificato dalla grande comodità e risparmio di tempo che ne viene: «fabricato una volta l'istrumento, le serve per sempre, e per ogni luogo, il che non intraviene nell'analemma, il quale per ogni altezza di polo, bisogna in buona parte mutarlo, e se accomodato l'analemma, nel descrivere l'horologio, si consumano due hore, in un quarto si spedisce con l'istrumento, quanto si ha da fare; e poi quello, che importa molto è, che l'horologio fatto con l'analemma bisogna con non poca industria, riportarlo

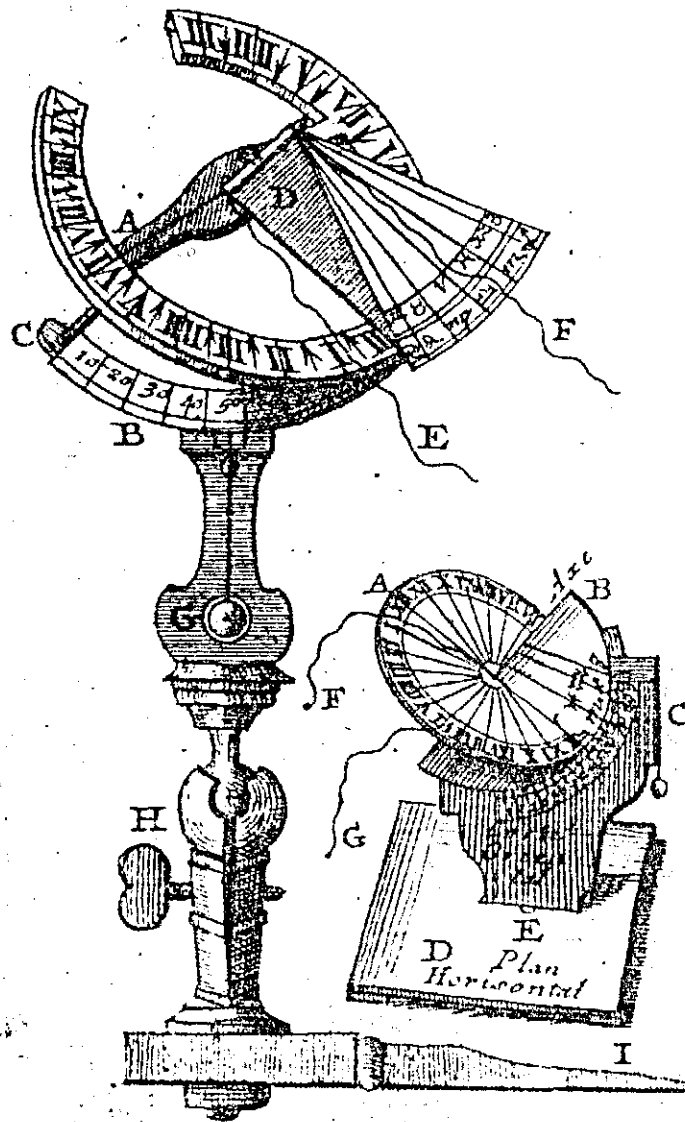


Fig. 7

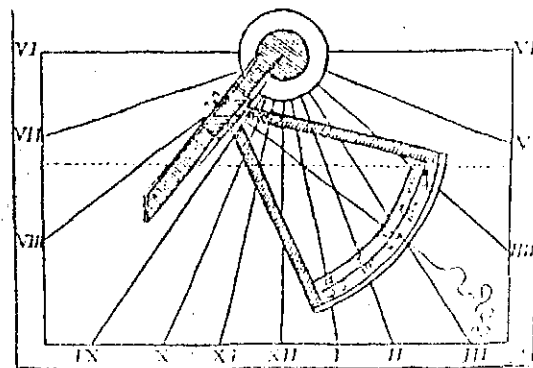


Fig. 8

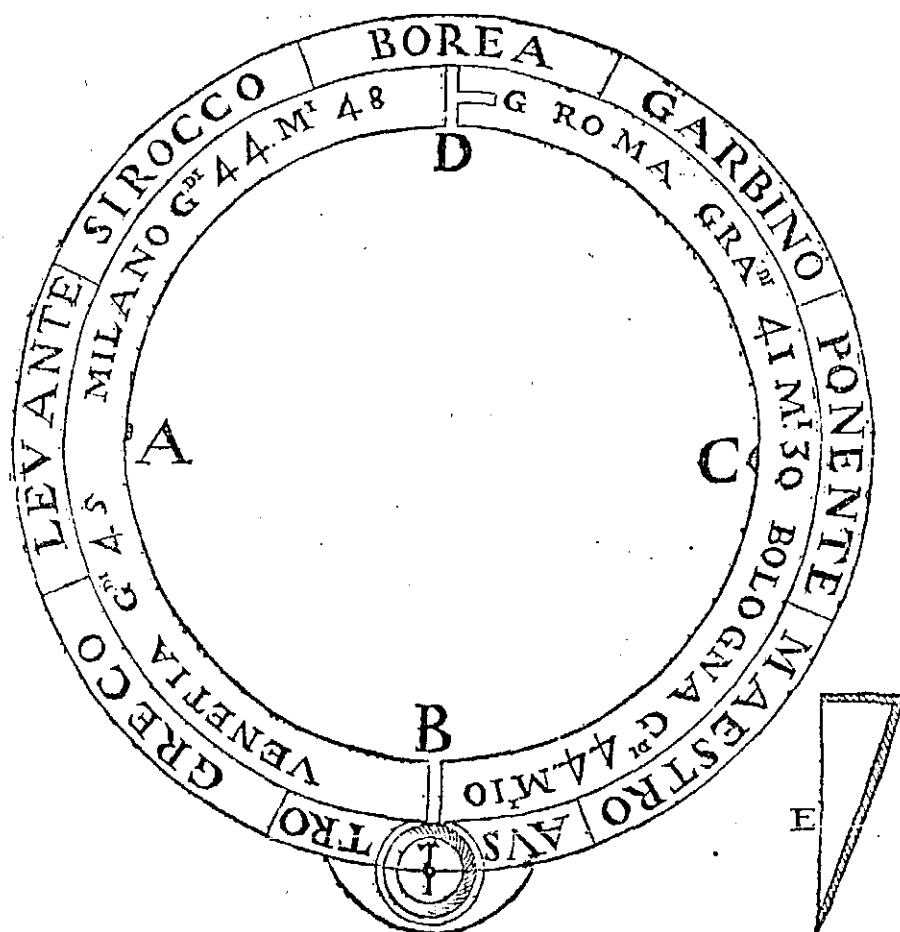


Fig. 9a: La prima parte dello strumento descritto da Valentino Pini.

sul muro, il che non occorre per quello fatto con l'istrumento».

Ritorniamo all'opera di Paolo Gallucci, *Della fabrica et uso di un nuovo strumento*; alle ultime pagine l'autore presenta uno strumento fondato sugli stessi principi del precedente, con una variante che permette comodamente di servirsene anche come orologio. In sostanza, si tratta sempre del solito cerchio equinoziale sul quale sono riportate le varie numerazioni orarie: francese, italiana, babilonica (v. fig. 10), con le indicazioni dei punti cardinali. Questo disco equinoziale viene accomodato alla latitudine del luogo che interessa, tramite una costruzione in legno triangolare fornita di bussola e di un foro praticato al centro che combacia col centro del disco. In questo foro va inserito il *modione* (v. fig. 11) e su questo il radio orario; il tutto diventa così un ausiliario equatoriale per disegnare orologi solari, accessoriato del radio per ottenere le curve di declinazione. Infine, se si toglie il radio e si inserisce un gnomone al posto del modione, lo strumento si trasforma in un orologio equatoriale.

Un altro strumento, questa volta molto semplice, sempre di invenzione del Gallucci, serve ad impiantare correttamente lo stilo nel muro: «vana sarebbe ogni fatica, e diligenza, chavesse usata l'operatore nel descrivere le hore, e prima nel fabricare lo stromento horario, se nel collocare il gnomone al luogo suo

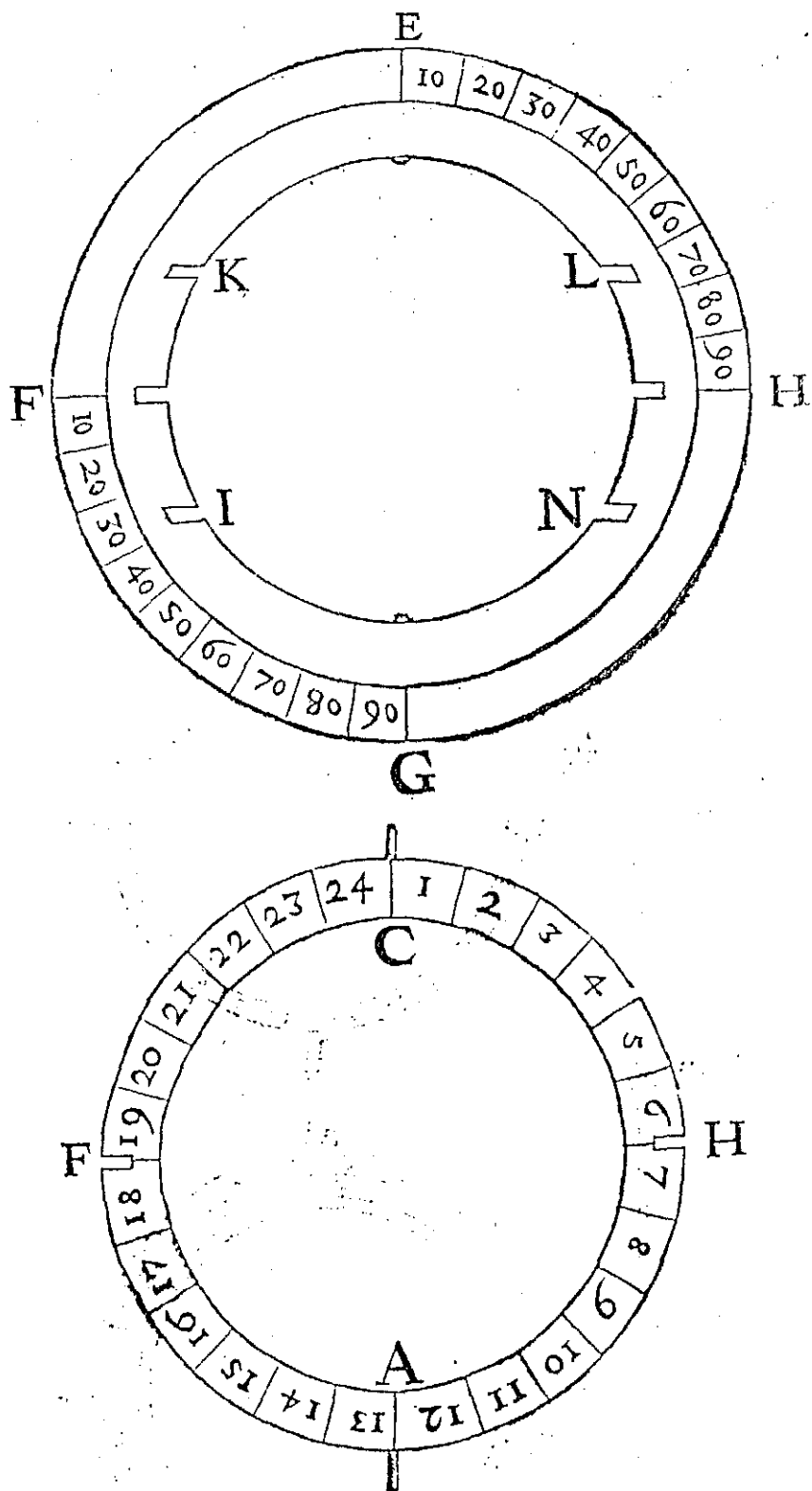


Fig. 9b: Cerchio delle latitudini e cerchio orario nello strumento di Pini.

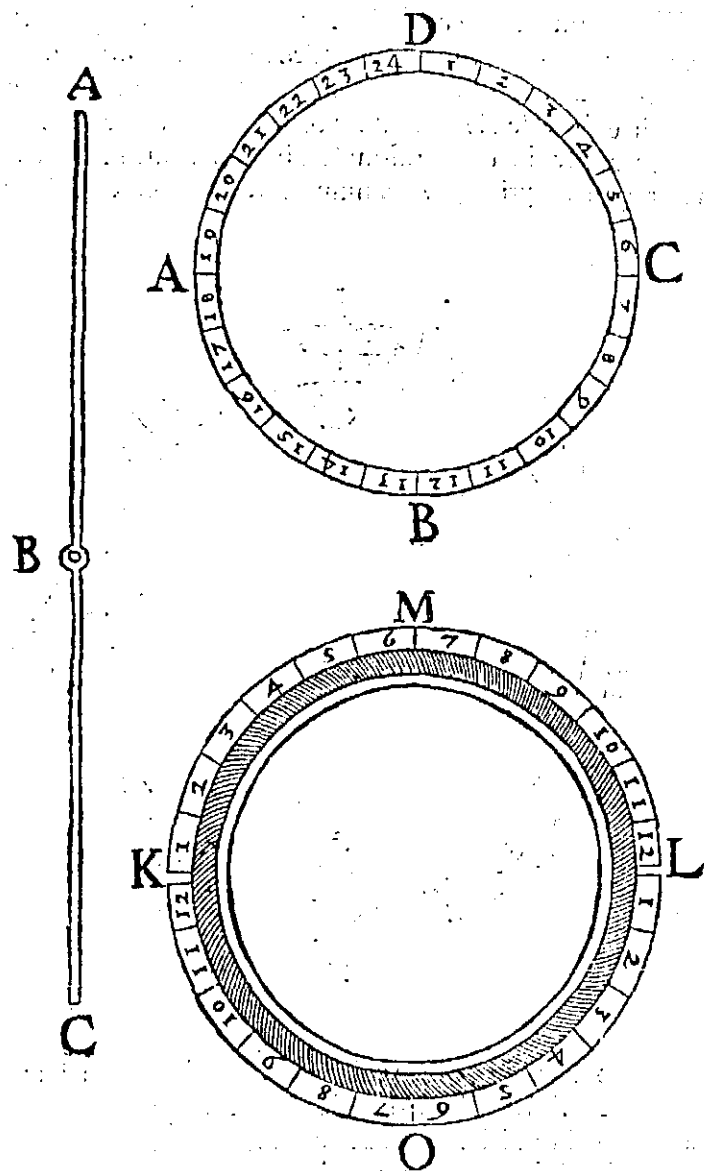


Fig. 9c: *Cerchio delle ore italiane e cerchio delle ore astronomiche nello strumento di Pini (l'asse AC rappresenta l'asse del mondo).*

non sarà parimenti. Due vie racconta il Clavio per fare questo senza errore, alle quali io aggiungerò la terza, come quella, che più sicura mi pare. La prima è il collocare in alto sopra lo stromento un filo, al quale sia appeso un piombino, che sia sistemato in modo tale, che l'estrema parte del piombino caschi giustamente al buco, ch'è nel radio dello stromento orario: dipoi levando via lo stromento, accomodare il filo al gnomone così, che la punta tocchi giustamente l'estremità di esso piombino, e così fermarlo bene nel muro». Sia che si tratti di assostilo (parallelo all'asse terrestre), che di ortostilo (perpendicolare al piano

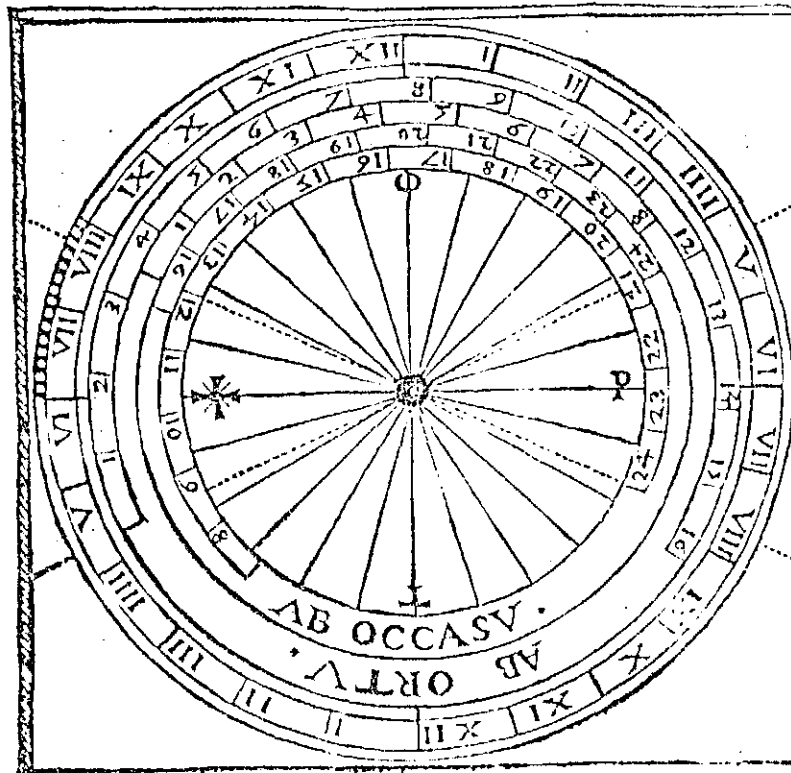


Fig. 10

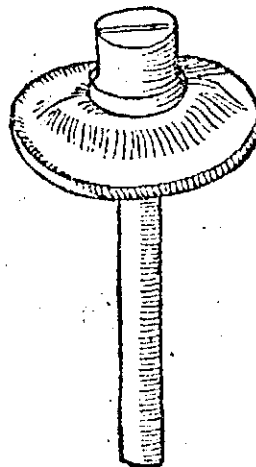


Fig. 11

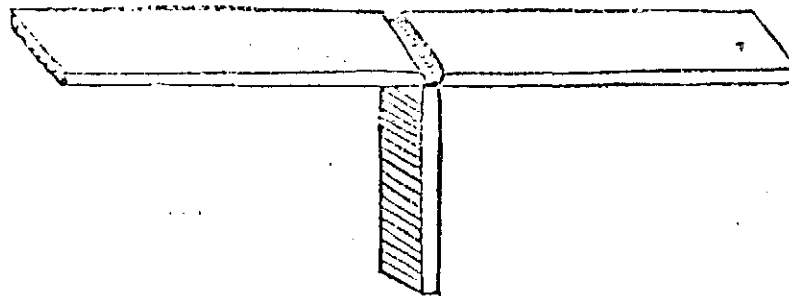


Fig. 12

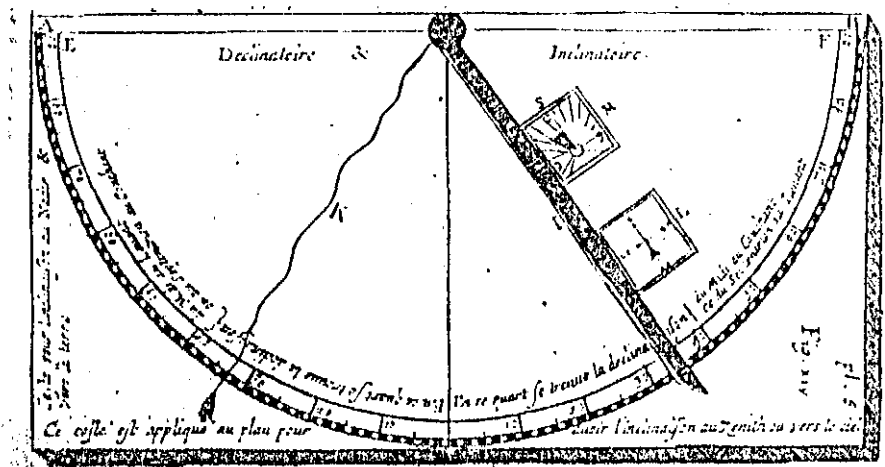


Fig. 13

del muro), la procedura sopra descritta, attribuita al Clavio, soddisfa la necessaria condizione che la punta dello gnomone occupi il punto di omotetia (come lo definisce Rohr in *Meridiane*) della sfera, cioè il centro di proiezione di tutti i circoli della sfera celeste.

Il metodo trovato dal Gallucci si basa su uno strumento che egli chiama «squadra a forma di T» (v. fig. 12), con un canaletto sulla parte superiore nel quale si mette lo gnomone. Quando la punta di questo tocca il buco del centro del radio orario, la sua collocazione è corretta. Con questo semplice strumento viene, nella stessa operazione, verificata anche la necessaria condizione di ortogonalità al muro dello stilo. Lo stesso strumento, ma senza il canaletto, viene presentato anche nel libro in latino che il Gallucci scrisse sei anni dopo, nel 1596, *Nova fabricandi horaria*, dove si descrive ancora un altro strumento per conoscere la declinazione di una parete. Egli lo chiama *declinatorium*: si tratta di un semicircolo diviso da un semidiametro; applicandolo verticalmente al muro è possibile tracciare la linea meridiana tramite una bussola applicata ad un indice girevole. L'angolo che la linea tracciata fa con la linea del semicerchio fornisce la declinazione del muro rispetto al sud. Lo stesso strumento, con qualche miglioramento, viene descritto da S. M. Magdeleine (v. fig. 13) nel suo libro *Horlogiographie* (Lione, 1691) e riproposto, identico e preciso, dal Bion nel suo trattato sugli strumenti matematici.

METODOLOGIA DI PRECISIONE PER LA DETERMINAZIONE DELLA GIACITURA E DELLA PLANARITA' DI SUPERFICI PIANE DESTINATE AD OSPITARE QUADRANTI SOLARI

di Edmondo Marianeschi

Introduzione

Una buona determinazione della giacitura (declinazione gnomonica e inclinazione) di una parete piana destinata ad ospitare un orologio solare è cosa difficile ad ottenersi, specialmente quando si è esigenti in materia di precisione. I metodi correntemente usati per queste misure (ric conducibili tutti all'uso della bussola magnetica oppure al rilievo della posizione e lunghezza di ombre proiettate sulla parete dal Sole) sono tutti di mediocre precisione: lavorando con cura raramente si riesce a fare meglio di $1/5$ di grado.

In aggiunta a questi metodi classici, di cui si parla in tutti i trattati di gnomonica, sembra vi siano anche altri metodi cosiddetti topografici che permetterebbero migliori risultati. Devo però dire che non ho mai trovato descrizioni o cenni sul modo di attuare tali metodi. In questa nota descriverò un metodo da classificarsi sicuramente come topografico, da me sviluppato, messo a punto e sperimentato. Non so quanto riuscirò originale, ma forse la mia esperienza potrà interessare qualcuno.

La metodologia qui descritta può apparire, a prima vista, macchinosa e complessa, ma non lo è; essa è, comunque, sicuramente molto precisa e può portare facilmente ad un salto di qualità di oltre un ordine di grandezza, il che significa che l'errore di misura può scendere anche sotto un primo.

Si richiede la disponibilità di un buon tacheometro o, meglio, di un teodolite, con sensibilità di almeno $30''$. Ovviamente, anche una buona confidenza con lo strumento è necessaria. Queste due difficoltà possono superarsi facendosi aiutare da qualche amico geometra-topografo.

Ma è proprio necessaria tanta precisione? Sento di dovere una risposta a quelli che consigliano a chi lavora in gnomonica di non essere pignoli e di non preoccuparsi dell'eccessiva precisione, perché sarebbe un tradimento dello spirito dell'antica e nobile arte. È una questione di punti di vista: io considero l'orologio solare uno strumento di misura e, pertanto, sento di doverlo fare preciso, per quanto mi è possibile. Concludo questa bonaria polemica facendo osservare che un errore come quello che possono dare, ottimisticamente, i metodi correnti di misura della declinazione gnomonica di una parete verticale ($1/5$ di grado, come detto) possono in alcuni casi portare sul quadrante errori di alcuni minuti di tempo.

Cominciamo dalla misura della declinazione di una parete verticale.

Quadrante su parete verticale

Come prima cosa si deve trovare un luogo di stazione O dello strumento

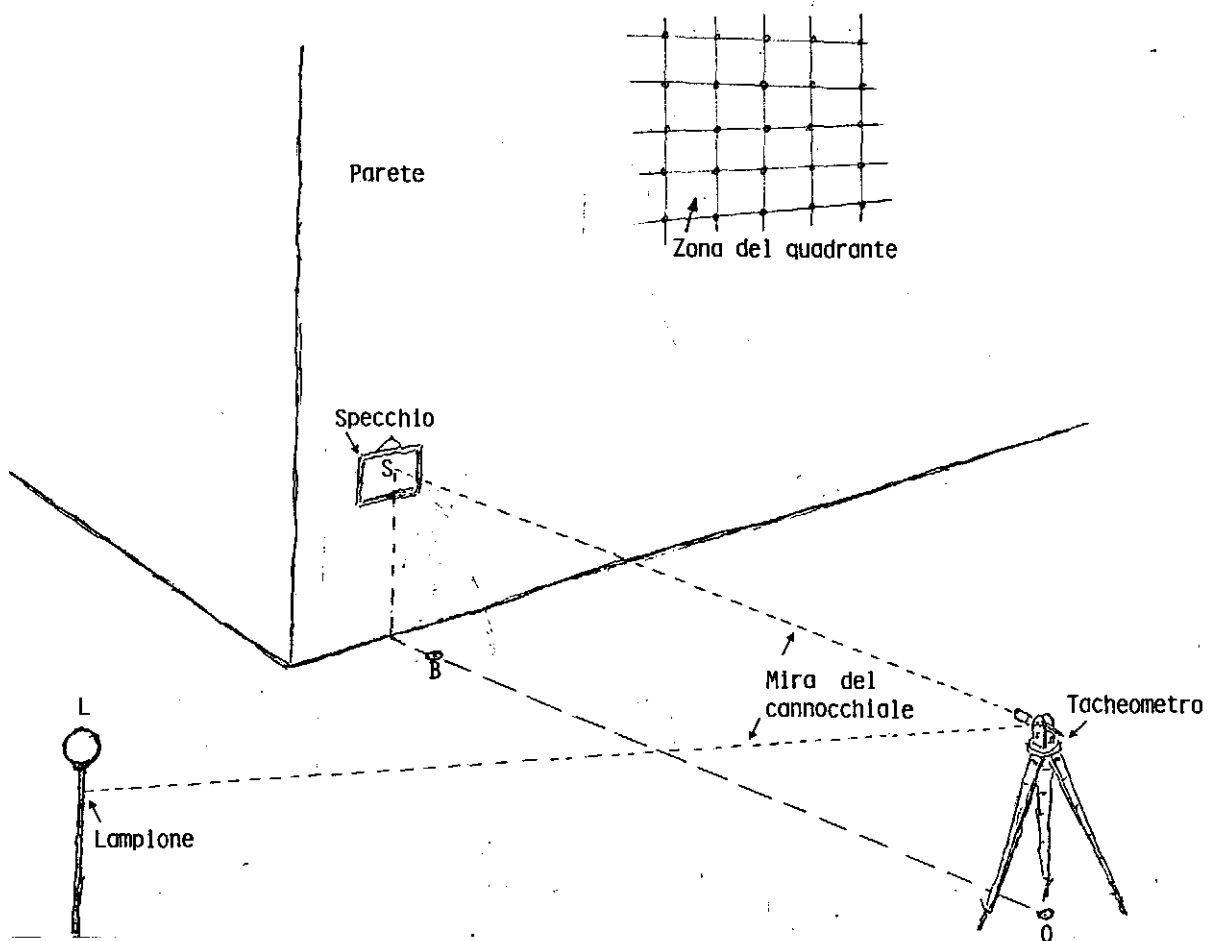


Fig. 1

(teodolite o tacheometro), da definirsi con un chiodo e relativo centrino piantato a terra, o altro chiaro e preciso riferimento sul terreno, da cui siano visibili:

- 1) una porzione di cielo attorno al meridiano;
- 2) la parete di cui si vuole misurare la declinazione;
- 3) un oggetto lontano L (lo spigolo di una casa, l'asse di un lampione, ecc.) che sia ben visibile di giorno e di notte (perché illuminato).

La distanza del luogo di stazione O dalla parete dev'essere di almeno 20 m, mentre la distanza di O dal punto L dev'essere molto maggiore. Dopo un'accurata messa in stazione dello strumento nel punto O si misurano:

A) l'azimut dell'oggetto L rispetto al piano meridiano. Questa misura viene effettuata di notte, mediante il tempo di transito al meridiano di una stella di prima o seconda grandezza di nota ascensione retta. L'operatore segue la stella al crocicchio del cannocchiale dello strumento, mentre un amico segue al cronometro il momento del transito.

B) di giorno, l'azimut della retta normale alla parete rispetto ad L . Per

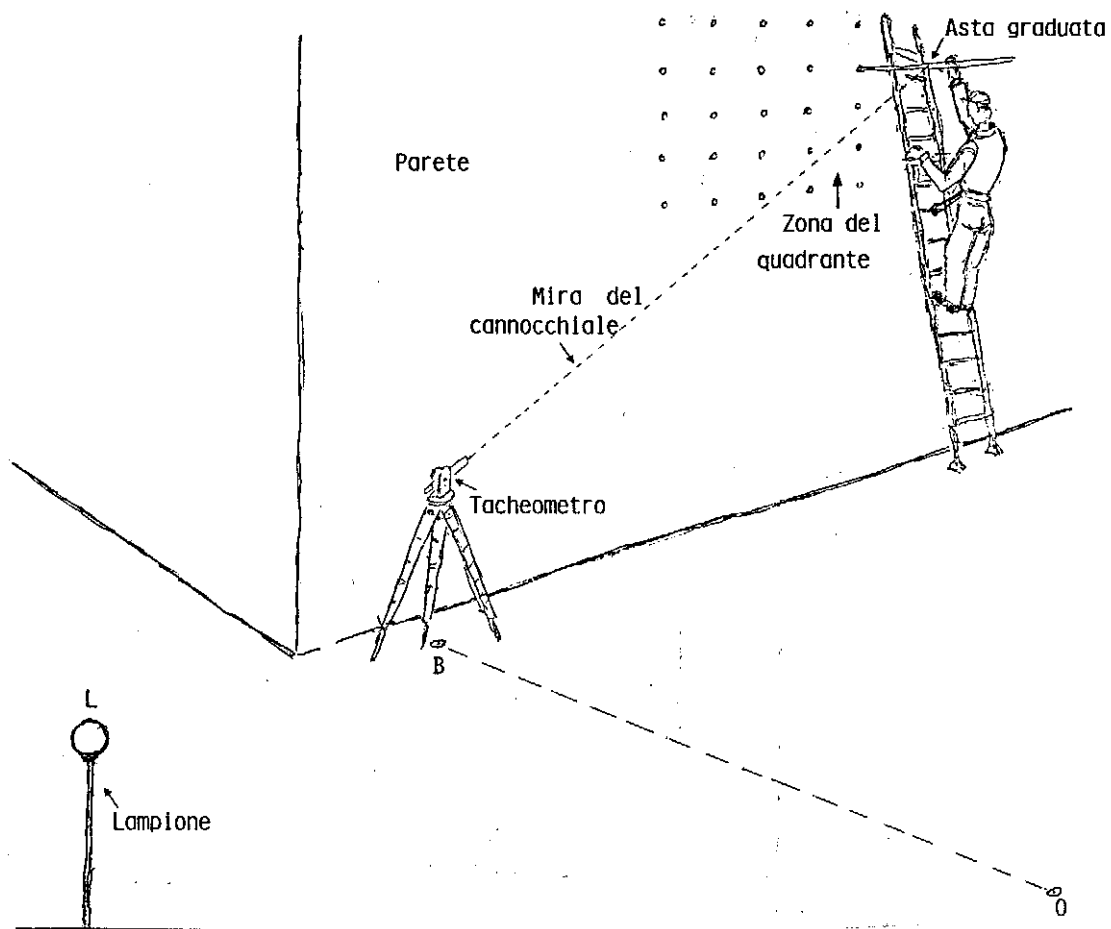


Fig. 2

differenza si ricava l'azimut della retta normale alla parete rispetto al meridiano; questo azimut è uguale, salvo il segno, alla declinazione cercata. Vediamo ora come si rileva e si definisce la normale alla parete. Si osservi la fig. 1. Ad un'altezza da terra pari circa a quella degli occhi di un uomo si fissa alla parete uno specchio di dimensioni circa 40 x 30 cm, in modo che sia ben aderente alla parete stessa, riproduca per quanto si può la sua giacitura e sia assicurata la sua stabilità posizionale. Il punto in cui lo specchio va appeso deve essere scelto tale che da O si veda, a occhio nudo, l'immagine dello strumento riflessa dallo stesso specchio. Per motivi che si comprenderanno in seguito, lo specchio non va sistemato sotto il futuro quadrante, bensì di lato. In queste condizioni la congiungente ottica strumento-parete è circa perpendicolare alla parete stessa. Si segua osservando la fig. 2. Guardando attraverso il cannocchiale (diretto verso lo specchio) e agendo in azimut, si porta il crocicchio di mira in modo da sovrapporsi simmetricamente ed esattamente all'immagine riflessa proveniente dalla ghiera dell'obiettivo del cannocchiale; in queste condizioni siamo in autocollimazione e, quindi, la mira del cannocchiale è normale alla superficie dello specchio entro un errore molto piccolo, ma non è detto che sia perpendicolare alla parete nel punto in cui verrà disegnato il quadrante; infatti, è frequente

Coordinate incroci del reticolato	A Lecture al cannocchiale	Quota rispetto al punto (00) A-155,2
0,0	155,2	0
0,1	155,2	0
0,2	154,2	-1
0,3	153,2	-1,8
.....		
.....		
1,1	154,2	-1
1,2	153,0	-2,2
1,3	151,7	-3,5
.....		
.....		
2,1	153,6	-1,8
2,2	152,4	-2,8
2,3	151,2	-4,0
.....		
.....		

Tab. 1

che i muri delle case siano svergolati, cioè distorti dal piano, e siano più irregolari di quello che s'immagina.

Lungo la direttrice $B-O$, definita sul terreno come detto sopra (intersezione del piano verticale normale allo specchio con l'orizzonte) si fa stazione in B a circa 60-80 cm dal muro e, dopo aver puntato il cannocchiale verso O , si ruota in azimuth lo stesso di 90° esatti. In questo modo, a cerchio azimutale (orizzontale) bloccato, quando si muove il cannocchiale in altezza si viene a definire un piano verticale parallelo allo specchio e, quindi, teoricamente parallelo alla parete nella zona del futuro quadrante. Questo parallelismo, purtroppo, quasi mai esiste. Per assicurarsi della regolarità del muro e per, eventualmente, produrre delle correzioni con l'aiuto di un artigiano, si procede come appresso. Si segua sempre la fig. 2.

La zona del quadrante viene inquadrata con un reticolato di passo 30-50 cm. Con l'aiuto di una scala un operatore appoggia, perpendicolarmente al muro, un'asta metrica graduata in millimetri, in corrispondenza di ciascun nodo del reticolato (i nodi siano stati in precedenza numerati). Un altro operatore legge al cannocchiale la graduazione dell'asta metrica, in corrispondenza ai vari nodi, e ne prende nota.

Se l'intera zona del quadrante è rigorosamente parallela allo specchio, per tutti i nodi le letture dovrebbero essere uguali. Se non è così, si avranno letture diverse in relazione alle irregolarità puntuali del muro. L'artigiano-muratore ha tutti gli elementi per compiere i suoi ritocchi al fine di correggere la plana-

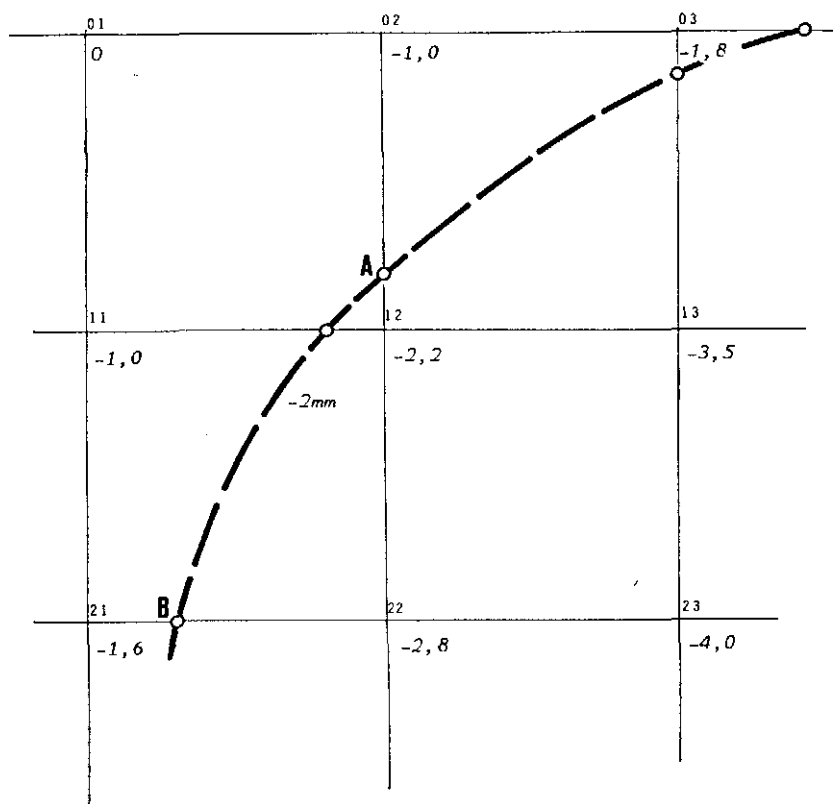


Fig. 3

rità. In moltissimi casi è sufficiente eseguire le letture solo in corrispondenza degli spigoli estremi della quadrettatura. Disponendo di tutte le letture in corrispondenza dei vari nodi, si può tracciare una mappa «altimetrica» con le linee di livello (isoipse) per studiare bene come stanno le cose e per decidere il miglior modo di operare, oppure per decretare l'inidoneità del sito.

Si compili una tabella come quella della tab. 1. Nella prima colonna vi sono le denominazioni dei nodi del reticolato: 00, 01, 02... 10, 11, 12... 30, 31..., ecc.; nella seconda, vi sono le corrispondenti letture al cannocchiale. Poiché si tratta di verificare una giacitura e ciò che interessa sono solo le differenze di quota, non c'è bisogno di conoscere l'origine della graduazione, purché durante tutte le letture essa rimanga invariata. Si assuma come riferimento altimetrico, per esempio, la lettura dello spigolo sinistro in alto del quadrante (00); il valore di questa lettura si sottrae a tutte le altre letture (colonna terza). In questo modo ad ogni incrocio del reticolo è associato un numero che rappresenta in millimetri di quanto la superficie della parete si allontani in quel punto dal piano passante per 00 e parallelo al piano dello specchio.

Il disegno in scala della quadrettatura del quadrante con le quote segnate su ogni incrocio costituisce quello che in topografia si chiama piano quotato: da qui si parte per il tracciamento sul disegno delle isoipse. Si osservino gli esempi contenuti nella didascalia della fig. 3, che è un ingrandimento di una parte della fig. 4, che ci dà l'aspetto della rilevazione altimetrica dell'intero quadrante. Quando si ottengono aspetti di questo tipo conviene fare dei ritocchi sullo

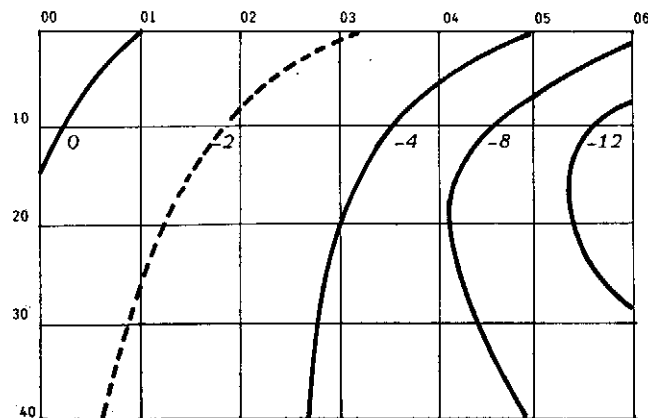


Fig. 4

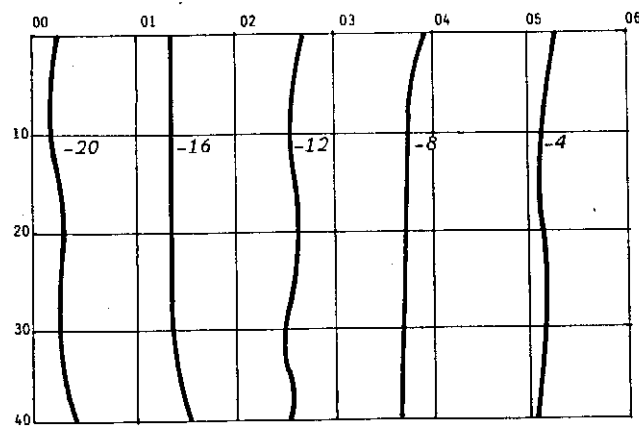


Fig. 5

spessore dell'intonaco.

Un altro aspetto che può presentarsi è quello della fig. 5. Qui le isoipse risultano circa verticali, parallele ed equidistanti: vuol dire che il piano medio del quadrante è semplicemente ruotato, attorno ad un asse virtuale verticale, rispetto al piano dello specchio. Il calcolo dell'angolo di rotazione è facile: basta dividere la differenza di dislivello fra le isoipse estreme per la distanza di queste (tutto espresso in millimetri) per avere la tangente trigonometrica dell'angolo di rotazione, che chiamiamo r . Il valore dell'angolo r trovato va aggiunto o sottratto (a seconda del senso della rotazione della parete) all'angolo tra il piano meridiano e il piano normale allo specchio: è questo il valore della declinazione gnomonica cercata.

Per la superficie del quadrante di cui alla fig. 5 non occorre fare ritocchi o altre correzioni. Per essere sicuri della correzione fatta e valutare se è stata sufficiente è bene costituire il nuovo allineamento $B'-O$ (fig. 6) definito da un azimut pari alla declinazione trovata rispetto al piano meridiano. Il punto B' va

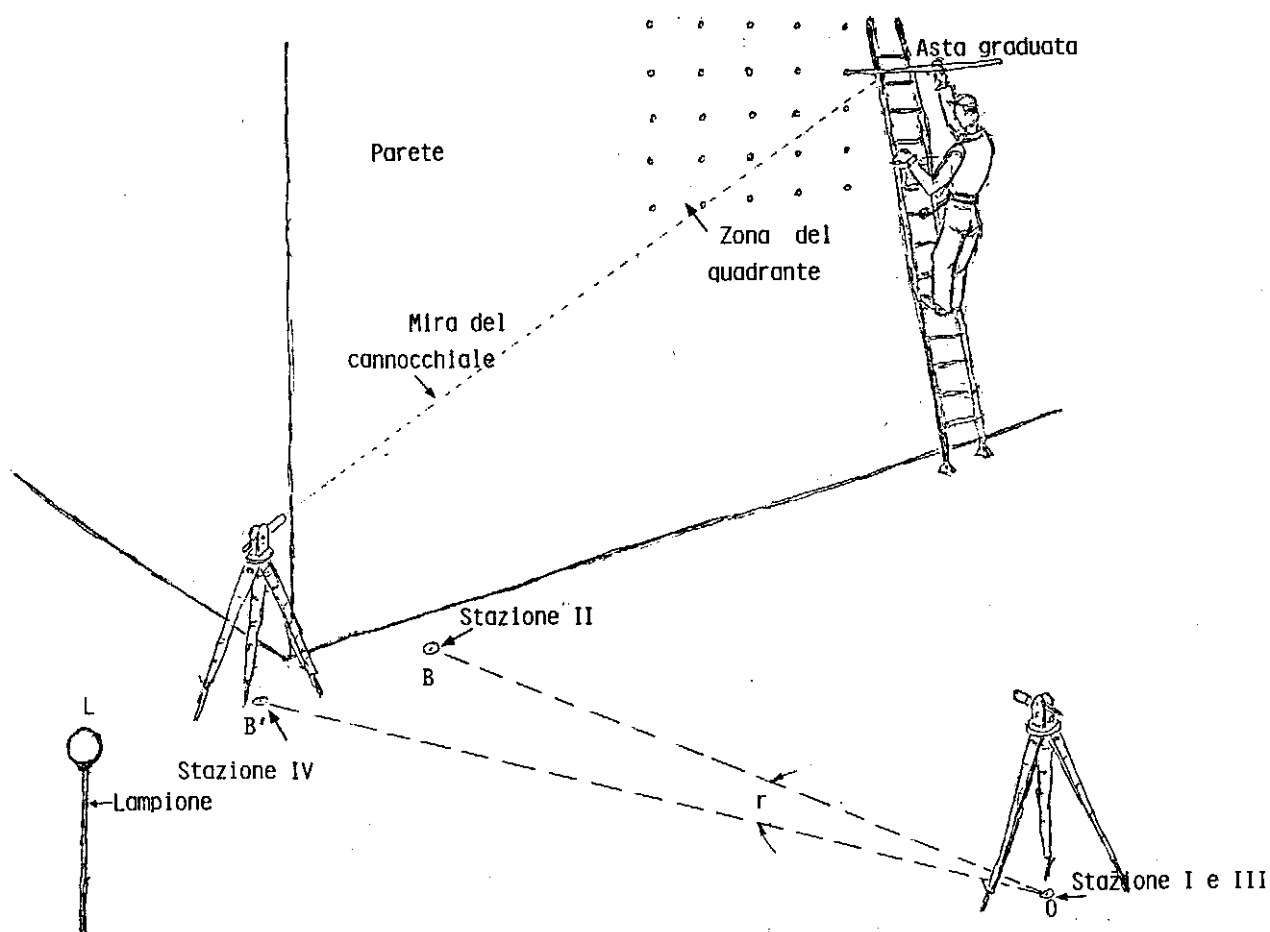


Fig. 7

materializzato a terra con preciso riferimento, come nei casi precedenti. Come si comprende, ormai lo specchio alla parete non serve più. Si fa stazione in B' e dopo aver puntato il cannocchiale in direzione di O , si ruota in azimut lo stesso di 90° . Con il cerchio azimutale bloccato, si opera in altezza in modo da puntare il cannocchiale verso l'asta graduata appoggiata alla parete del quadrante come già fatto prima, ecc. Tra le varie letture in corrispondenza dei nodi del reticolato non dovrebbero trovarsi, ormai, differenze superiori a qualche millimetro. Abbiamo ottenuto lo scopo di controllare la planarità della parete e di misurare con buona precisione la sua declinazione gnomonica.

Quadrante inclinato declinante

Mentre per i quadranti verticali ci si serve quasi sempre di superfici esistenti che sono state costruite, specialmente se vecchie o antiche, senza troppe preoccupazioni di planarità e buona verticalità, per i quadranti inclinati (detti

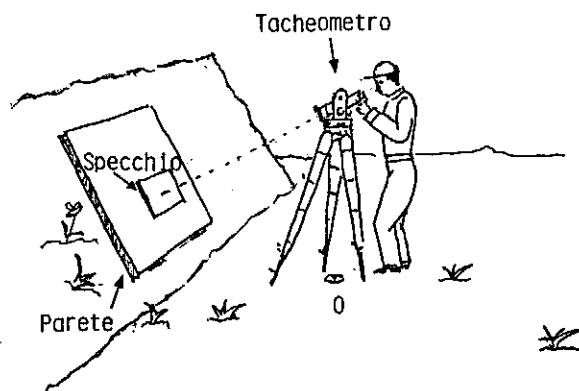


Fig. 7

anche reclinanti), quasi sempre le pareti vengono costruite appositamente e, pertanto, possono essere realizzate con i requisiti di planarità desiderati. Lo stesso vale anche per i quadranti orizzontali di cui, però, qui non mi occupo. Rimane sempre comunque, per i quadranti inclinati, la necessità di misurare o verificare la giacitura.

Si pone sulla superficie della parete lo specchio di cui si è già parlato, attuando tutte le precauzioni atte a far sì che questo sia rappresentativo della giacitura che ci accingiamo a determinare. In prossimità della base della parete si sistema in stazione il teodolite (fig. 7) e, mirando attraverso il cannocchiale, ci si pone, operando sui movimenti micrometrici di altezza e azimut, in autocollimazione: in questo modo, la mira del cannocchiale è perpendicolare al piano del quadrante e il filo verticale del reticolo proietta sul piano la linea di massima pendenza della parete: il valore (negativo) della lettura in altezza (cerchio verticale dello strumento) è, in valore assoluto, il complemento dell'inclinazione

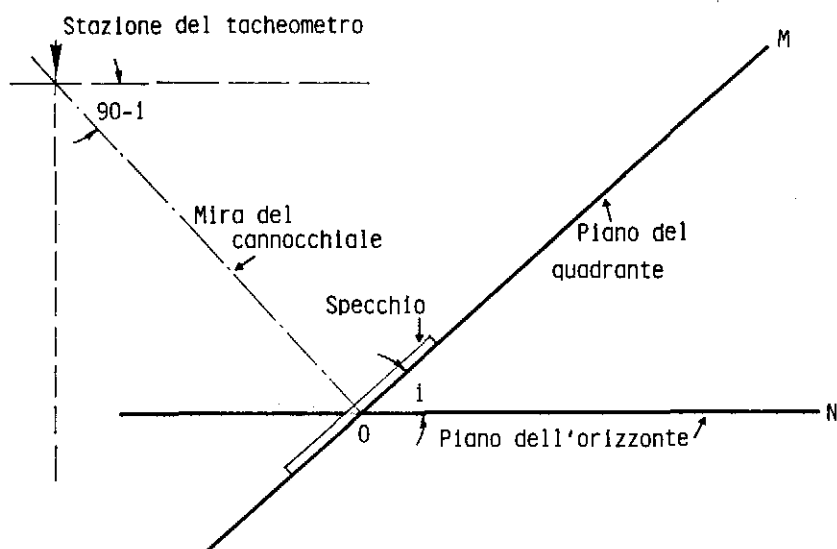


Fig. 8

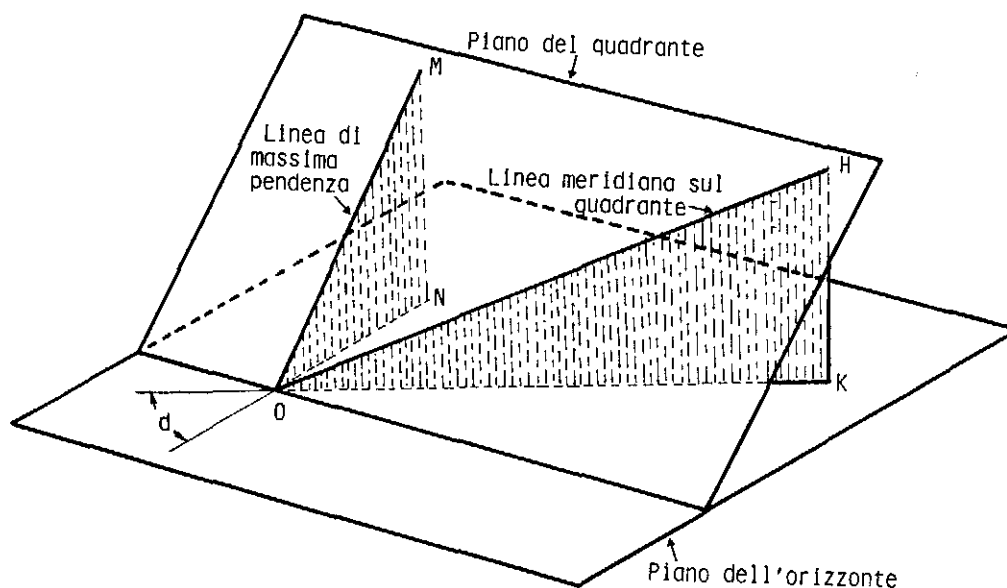


Fig. 9

MON del piano del quadrante sul piano dell'orizzonte (fig. 8). Inoltre, l'azimut del piano verticale passante per la linea di massima pendenza (piano di autocollimazione), rispetto al piano del meridiano determinato precedentemente, è l'angolo $SON = d$ di declinazione gnomonica della parete (fig. 9).

Conclusioni

Quello che è stato esposto è stato applicato in pratica con successo e soddisfazione. Il metodo è particolarmente utile quando si tratta di costruire quadranti solari di grandi dimensioni. Si comprende che vi siano dei limiti nell'applicazione quando, per esempio, per ristrettezza di spazio, non si riesce a soddisfare le condizioni per la scelta dei luoghi di stazione dello strumento topografico. Per sfruttare tutte le possibilità del metodo bisogna lavorare con consapevolezza e mettendo cura in ogni dettaglio.

L'ARCHIVIO FOTOGRAFICO NAZIONALE DELLA SEZIONE QUADRANTI SOLARI ED ESPERIENZE DI CATALOGAZIONE A CONFRONTO

di Francesco Azzarita

Non era certamente prevedibile nel lontano 1979 che l'iniziativa avviata da chi vi parla di un archivio fotografico dei quadranti solari in Italia avrebbe finito per diventare una riscoperta ed un rilancio di interessi collegati alla gnomonica.

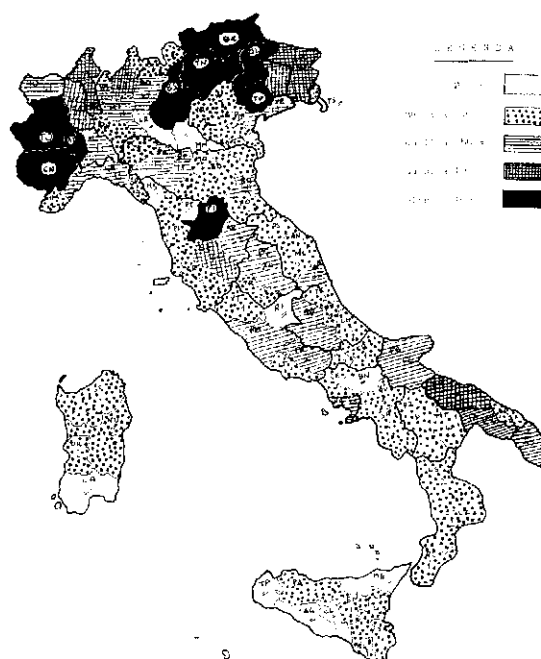
Sono stati scritti molti nuovi ed originali testi, sono stati effettuati studi su quadranti moderni ed antichi, ne sono stati studiati e sperimentati di originali; abbiamo già il 4° Seminario di Gnomonica, si sta organizzando il 3° Concorso Internazionale Fotografico «Le ombre del tempo». E poi la «Caccia alla meridiana» organizzata da *La Stampa*, le tante mostre locali, la mostra itinerante di Brescia. E si vedono in giro tante nuove meridiane incise o dipinte e tante altre restaurate; le autorità pubbliche invitano a disegnare quadranti solari sugli edifici, magari con l'aggiunta di un motto. È un rifiorire di attività del quale tutti noi della Sezione e dell'UAI ci sentiamo un po' responsabili, nel senso che abbiamo il dovere di seguirla ed incrementarla.

Se ci fermiamo a considerare la varietà di iniziative e la complessità delle attività connesse dobbiamo convenire che siamo giunti ad un punto in cui deve affinarsi la struttura organizzativa se vogliamo proseguire ed anzi incrementare le ricerche. Considereremo in questa sede soltanto la prima delle attività: l'Archivio Fotografico Nazionale dei quadranti solari. In questa siamo già da tempo oltre il livello semplice di raccolta di foto e di notizie; occorre sistematizzare il materiale con metodologie appropriate sia per la ricerca che per la segnalazione che per la conservazione. L'allargamento del censimento a tutta Italia, e probabilmente anche all'estero, richiede un coinvolgimento non solo delle persone ma anche delle organizzazioni: e per l'UAI queste sono le associazioni astrofili. Ecco il punto più importante: interessare le associazioni, col minimo impegno di risorse e di tempo, ma con il massimo di gratificazione e di risultati per l'associazione medesima, oltre che per la Sezione Quadranti Solari. Vedremo fra poco in che modo.

L'altro punto forte del discorso è costituito dalle metodologie. In fig. 2 potete vedere il fac simile di scheda di rilevazione che viene proposta; ridotta a poche notizie, con indicazioni semplici e chiare, idonea alla trasposizione su base informatica. Accanto alla scheda le immagini da raccogliere secondo i suggerimenti proposti. Scheda ed immagine (foto o dia) confluiscono a formare due archivi: uno locale dell'associazione astrofili che ha organizzato la raccolta, l'altro nazionale della Sezione Quadranti Solari dell'UAI. Tutto questo attraverso l'impiego di un disco d'archivio con programma registrato, disponibile presso l'UAI gratuitamente, salve le spese materiali. Quindi ogni associazione astrofili in cui vi sia una persona in grado di usare un computer può costituirsi un proprio archivio (di dati e di foto) e contemporaneamente darne copia alla Sezione UAI che, collocata in una funzionalità centrale, è così in grado di fornire a tutti notizie e di favorire scambi di tecniche e di esperienze.

L'associazione astrofili potrà, sulla base dei dati e delle foto raccolte, promuovere pubblicazioni locali interessando la Provincia o la Regione, organizzare mostre, entrare nelle scuole, nei clubs, nelle associazioni, svolgendo un'attività culturale e sociale rilevante, che può essere il primo e più semplice approccio per un discorso sull'astronomia.

Ed ecco, a conclusione di questo incontro, l'invito a tutte le associazioni ed anche ai collezionisti privati a partecipare a questo rilancio di attività chiedendo subito di copiare il disco magnetico e la nuova scheda semplificata; ne ricaveranno uno strumento moderno ed efficiente ed avvieranno una ricerca entusiasmante che non potrà, oltre tutto, non incrementare le attività ed i soci.



CENSIMENTO FOTOGRAFICO ARCHIVIO QUADRANTI SOLARI U.A.I. ED ARCHIVI PRIVATI

PIEMONTE	729	Rovigo	3	MARCHE	32	PUGLIA	154
Torino	308	Vicenza	6	Ancona	1	Bari	79
Alessandria	11			Ascoli Piceno	22	Taranto	22
Asti	139	TRENTINO	1160	Macerata	5	Foggia	17
Cuneo	101	Trento	589	Pesaro Urbino	4	Lecce	28
Novara	88	Bolzano	571			Brindisi	8
Vercelli	82			UMBRIA	28		
LOMBARDIA	497	FRIULI	114	Perugia	20	BASILICATA	10
Milano	36	Gorizia	6	Terni	8	Potenza	6
Bergamo	45	Udine	49			Matera	4
Brescia	320	Pordenone	59	LAZIO	49		
Como	62	Trieste	=	Roma	26	CALABRIA	5
Varese	22	EMILIA ROMAGNA	70	Frosinone	21	Catanzaro	2
Sondrio	9	Bologna	6	Latina	1	Cosenza	2
Pavia	3	Ferrara	1	Rieti	=	Reggio Calabria	1
Cremona	=	Forlì	2	Viterbo	1		
Mantova	=	Modena	9	ABRUZZO	34	SICILIA	11
VAL D'AOSTA	41	Parma	16	Aquila	25	Palermo	4
Aosta	41	Piacenza	5	Chieti	3	Catania	4
		Ravenna	20	Pescara	4	Enna	1
LIGURIA	42	Reggio Emilia	11	Teramo	2	Ragusa	1
Genova	13					Siracusa	1
Imperia	4	TOSCANA	224	MOLISE	5	Caltanissetta	=
La Spezia	4	Firenze	116	Campobasso	1	Trapani	=
Savona	21	Arezzo	17	Isernia	4	Agrigento	=
		Grosseto	5			Messina	=
VENETO	397	Livorno	2	CAMPANIA	28	SARDEGNA	7
Venezia	13	Lucca	3	Napoli	13	Cagliari	=
*Padova	9	Massa Carrara	=	Avellino	2	Nuoro	2
Treviso	254	Pistoia	5	Benevento	=	Sassari	3
Verona	1	Pisa	5	Caserta	8	Oristano	2
*Belluno	111	Siena	71	Salerno	5		
						TOTALE	3637

Fig. 1: La situazione dell'Archivio Fotografico Nazionale.



U.A.I.
UNIONE ASTROFILI ITALIANI
SEZIONE QUADRANTI SOLARI

SCHEDA N.

IL RESPONSABILE
Dr. FRANCESCO AZZARITA
70125 BARI - Via G. Fanelli, 206/M

ARCHIVIO QUADRANTI SOLARI

Regione Provincia

N	Località	Indirizzo	Prov.	A			B			C	D	M	S	E	T	Anno costr.	F	Anno segn.	Nome segnal.
				I	II		I	II	III										

Nome Declinazione del muro Data

Indirizzo  Firma

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA

Voce A = TIPO DI SUPERFICIE (si indica con due cifre)

Superficie piana

prima cifra: 0

seconda cifra: 1 = orizzontali

2 = verticali sud

3 = verticali decl.

4 = inclinati

5 = reclinati

6 = combinati

7 = poliedrici

8 = particolari

(a rifles. monument, ecc.)

9 = portatili piani

Superficie non piana

prima cifra: 1

seconda cifra: 1 = cilindrici concavi

2 = cilindrici convessi

3 = sferici concavi

4 = sferici convessi

5 = conici

6 = particolari

7 = portatili non piani

Voce B = STILO (si indica con tre cifre)

prima cifra

1 = fisso

2 = mobile

seconda cifra

1 = normale

2 = polare

terza cifra

1 = stilo

2 = foro

3 = filo

4 = altro

Voci ulteriori (si indicano con una sola cifra)

C = FUNZIONE

D = STATO CONSERVAZIONE

M = COLLOCAZIONE

S = VALORE STORICO

T = MOTTO

F = DOCUMENTAZIONE

1:orologio

1:tragico

i:interna

crescente da 1 a 3

s:presente

d:diapositiva

2:meridiana

2:tracce

e:esterna

1 a 3

n:assente

c:fotocolor

3:calendario

3:visibile

4:arricchito

4:buono

5:multifunzione

5:nuovo o restauro

E = VALORE ESTETICO crescente da 1 a 3

COST = ANNO DI COSTRUZIONE

f:foto B/N a:altro

Fig. 2: Fac-simile di scheda per la catalogazione dei quadranti solari.

IL QUARANTALE: UNO SCONOSCIUTO STRUMENTO DI GEMINIANO MONTANARI

di Giovanni Paltrinieri

L'antico palazzo Pietramellara (ora Sassoli de' Bianchi), sito a Bologna in via Farini 14, fu dimora dell'omonima famiglia patrizia che annoverò tra i suoi membri diversi personaggi di rilievo. Fra questi Giacomo Vassè Pietramellara, che nel 1496 venne chiamato a Bologna da Giovanni II Bentivoglio per assumere la cattedra di astronomia, ottenendo da lì a qualche anno la cittadinanza bolognese.

Nella seconda metà del XVII secolo Giovanni Antonio Vassè Pietramellara (senatore ed ambasciatore bolognese a Roma: prima straordinario con Clemente IX, poi ordinario con Clemente X), per onorare la memoria dell'illustre avo incaricò nel 1674 l'astronomo Geminiano Montanari di tracciare una meridiana. La linea, ancora esistente, è disposta lungo una vasta sala rettangolare, i cui lati maggiori sono quasi perfettamente allineati all'asse nord-sud (v. fig. 1).

Che l'ambiente sia qualcosa di particolarmente prezioso lo si deduce dagli affreschi che ricoprono l'intera volta a botte ed il sottovolta. Il lavoro, opera di Bartolomeo Morelli per la figura, e di Domenico Santi per l'ornato, rappresenta il trionfo di Urania (musa dell'astronomia), con altre figure allegoriche. La cornice del sottovolta ospita lungo il suo perimetro le raffigurazioni dei 12 segni zodiacali, quasi a sottolineare la funzione astronomica del luogo. Altra singolarità della sala sono le quattro porte che si affacciano sulle due pareti maggiori: su ciascuna è dipinto un fregio a cornice, il cui interno è privo di qualsiasi stemma o iscrizione.

Dei volumi che descrivono i palazzi bolognesi, soltanto in alcuni si accenna alla presenza della meridiana, indicandone esclusivamente la paternità e l'anno di costruzione. Le dimensioni dello strumento sono annotate invece in un interessante manoscritto inedito del 1766, redatto da don Domenico Gatti, allora parroco di Quarto Superiore (nella prima periferia bolognese), che ha per titolo *Notizie gnomoniche*.

Nello stralcio integrale riportato qui di seguito il nostro autore si riferisce all'unità di misura bolognese (un piede = 380,09829 mm). I valori indicati fra parentesi corrispondono ai millimetri:

«... La meridiana Melara (sic!) ha il punto verticale alto piedi 16, once 1/2 (6097,41). Il foro ha un diametro di once 1/4 (7,91); è lunga piedi 39, once 6 e 1/2 (15029,72). Il diametro del solstizio estivo è di once 2 e 1/4 (71,268); del jemale è once 13 di latitudine (411,773), ed once 4 e 3/4 abbondanti di longitudine (150,455). Fu fatta l'anno 19 dopo quella di San Petronio dal dott. Geminiano Montanari modenese lettor pubblico nelle scuole. La meridiana Melara ha segnata in una freccia d'ottone l'altezza del foro o vertice nella sua decima parte once 19, 1/4 (609,741). L'ellissi del Capricorno è sei volte più lunga e un terzo d'oncia che nel Cancro (438,05)»



Fig. 1

Passiamo ora all'esame di questa meridiana che, come vedremo tra breve, ci riserverà alcune sorprese (v. fig. 2). Il foro praticato nella volta, quasi in fondo alla sala, è occluso. Il suo imbocco, chiaramente visibile, è posto nel mezzo di uno scudo dipinto, sito ai piedi di una delle figure affrescate; a lato un putto, mentre con una mano sorregge lo scudo, con l'altra indica il foro gnomonico. La linea meridiana parte dalla verticale del foro e corre parallelamente all'asse della sala, materializzandosi in una serie di lamine d'ottone larghe 26 mm e accostate l'una all'altra, testa a testa, su cui sono incise longitudinalmente cinque scanalature equamente spaziate. Sul lato est di questa linea d'ottone è incisa una progressione numerica che va da 0 a 253,5. Una sua pratica misurazione si è ottenuta nel seguente modo: considerando che ciascun intervallo inciso corrisponda alla centesima parte dell'altezza gnomonica (cioè la distanza foro-pavimento), misurando in loco la distanza 0-100 si è ottenuta la dimensione fondamentale dello strumento, ovvero l'altezza gnomonica, che vale 6097 mm (valore identico a quello di don Gatti). Ma l'altezza gnomonica è composta di 100 unità modulari e quindi un modulo è uguale a 60,97 mm, che è l'unità di misura dell'intero strumento. Da ciò risulta che l'intera lista d'ottone ha una lunghezza totale di $60,97 \times 253,5 = 15455,8$ mm. Questo valore si discosta da quello fornito da don Gatti, forse perché egli si riferiva al lembo inferiore dell'ellisse luminosa per il solstizio invernale. Le unità modulari incise sulla linea sono inoltre scomposte in dieci parti l'una, costituendo degli intervalli di 6,097 mm. L'intera lista d'ottone è racchiusa entro due file di marmi bianchi che formano un rettilineo largo 61 mm. Su di esso, sempre sul lato est, sono riportate, con una scansione di cinque, le unità modulari.

Se si osserva attentamente la linea d'ottone nei punti proiettivi solstizia-

$N^\circ \text{ \& MODULO} = 60,97 \text{ mm.}$

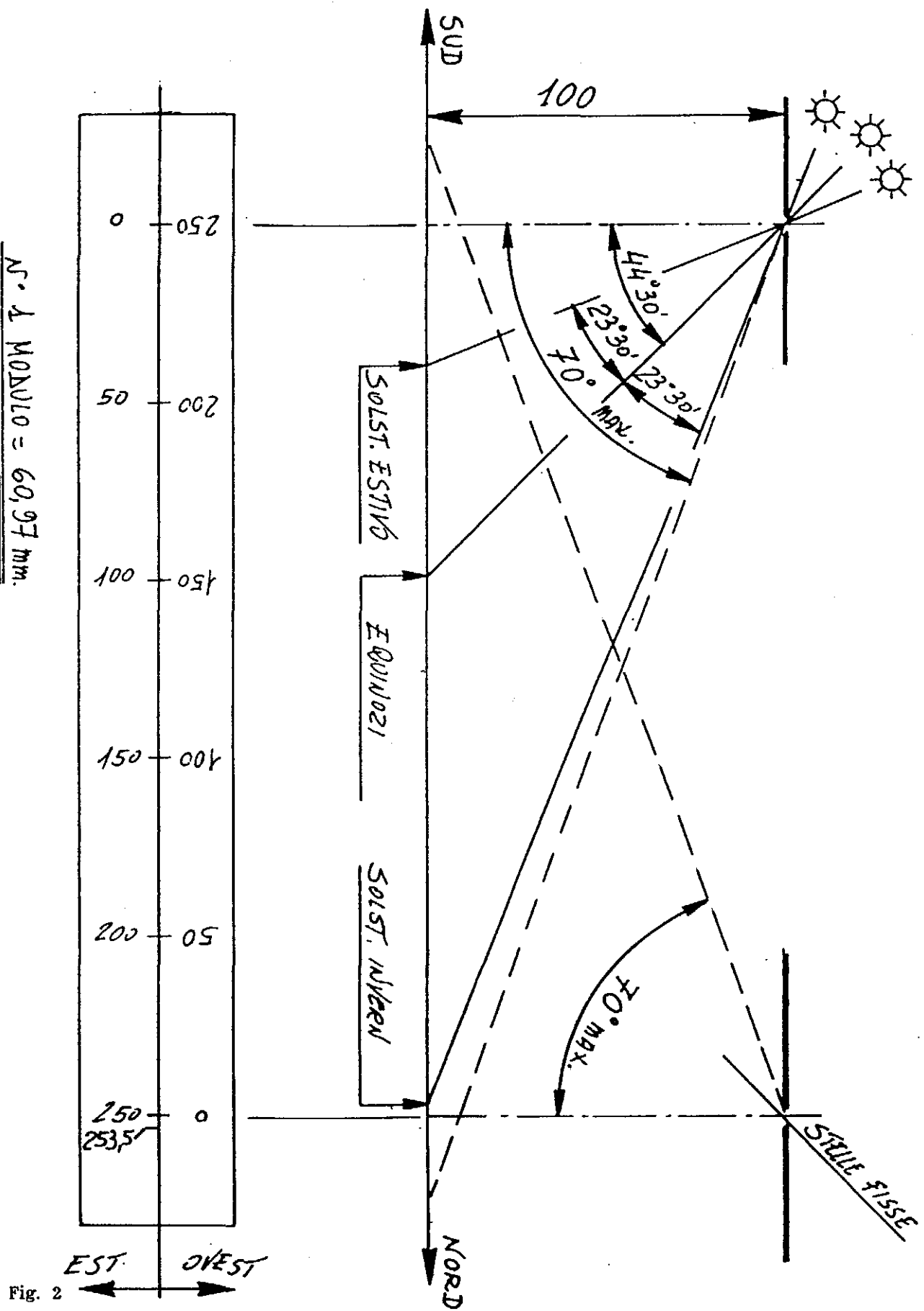


Fig. 2

li si nota, con non poca sorpresa, che in questi luoghi sono incisi i lembi estremi dell'immagine solare. Al solstizio estivo troviamo due incisioni: una sul modulo 37,78 (2303,4) e l'altra sul 39,0 (2377,8). Al solstizio invernale le incisioni sono poste sui moduli 243,3 (14834,0) e 250,15 (15251,6). Supponendo che ciò sia frutto delle dirette osservazioni del Montanari, da un confronto di calcolo che tiene conto dell'obliquità dell'eclittica nel 1674 si perviene ad un risultato pressoché identico.

Il lato ovest della linea d'ottone ci riserva una sorpresa: vi è incisa una seconda progressione numerica, che corre però in senso inverso alla precedente. Anch'essa è suddivisa in intervalli modulari della stessa ampiezza, indicati soltanto di cinque in cinque, che per maggior chiarezza di lettura sono riportati sulla lista di marmo attigua. Il suo inizio coincide con il modulo 250 della prima numerazione, ed aumenta progressivamente fino al numero 250 che si trova sotto la verticale del foro. Si tratta in definitiva di due serie di progressioni modulari incise l'una opposta all'altra: una singolarità che non trova riscontro in nessun'altra meridiana da me esaminata.

A lato delle due liste di marmo sono collocati dei quadretti dello stesso materiale, ormai consunti, che in origine ospitavano i segni zodiacali con le relative date d'ingresso in essi del Sole.

In testa alla linea, a ridosso cioè del punto verticale, è collocata una piastra di marmo su cui si legge la seguente iscrizione:

MERIDIANA SEMITA/AD SOLEM LUNAM ET ASTRA/A VERTICE AD GR 70 IN MERID.

(via meridiana per il Sole, la Luna, gli astri, dallo zenit fino a 70° verso mezzogiorno)

Longitudinalmente è inciso:

SIGNA ZODIACI ASCENDENTIA/TANGENTIS DISTANTIAR. A VERTICE/SIGNA ZODIACI DESCENDENTIA.

(segni zodiacali ascendenti, distanze tangenti dallo zenit, segni zodiacali discendenti)

Al termine della linea, cioè sul lato opposto della sala, sono collocate l'una in testa all'altra due diverse piastre di marmo. La prima, attraversata per intero dalla linea d'ottone, aveva il compito di accogliere su una superficie chiara ed uniforme l'immagine solare al solstizio invernale. Su di essa è inciso il modulo 250, con un'iscrizione su due righe ormai illeggibile. Nella seconda è incisa trasversalmente la seguente iscrizione:

MERIDIANA SEMITA/AD FIXAS/A VERTICE AD GR 70 IN SEPTENTRIONEM

(via meridiana alle [stelle] fisse, dallo zenit fino a 70° verso settentrione)

e longitudinalmente:

TANGENTES DISTANTIAR A VERTICE

(distanze tangenti dallo zenit).

Per ultimo, tra le piastrelle di cotto sul pavimento sono inserite otto coppie di piccoli quadretti d'ottone, che recano al centro un foro di 9 mm; il passo tra una coppia e l'altra non è costante. Vedremo fra breve l'utilizzo di

questi quadretti.

La linea d'ottone è discretamente conservata, tanto da lasciar leggere ancora le cifre modulari ed ogni sua suddivisione decimale. Alcuni tratti della lamina d'ottone sono mancanti. Peggior sorte è toccata ai marmi: le numerazioni incise di cinque in cinque sulle due liste di marmo accostate alla linea centrale sono quasi completamente cancellate. I marmi in testa, in seguito al calpestio, hanno subito una notevole abrasione, e molte delle lettere incise sono ormai scomparse. Stessa sorte è toccata ai quadretti che un tempo ospitavano i simboli zodiacali, dei quali è rimasta solo in alcuni una larvata traccia. In conclusione si può giudicare lo stato attuale dello strumento discretamente buono, considerando soprattutto la sua età. Sembra infatti che dal tempo del Montanari la meridiana non abbia visto alcun intervento, cosa che invece è avvenuta per quella di San Petronio, ricostruita nel 1776.

Esaminiamo ora l'opera di Geminiano Montanari nei suoi vari aspetti, considerando anche il fatto che su questa linea è presente una doppia progressione numerica. Si è visto che il marmo posto alla base del foro gnomonico informa della possibilità di osservare il Sole, la Luna e gli astri dallo zenit fino a 70° verso meridione. Sul lato opposto invece un secondo marmo ci dice della possibilità di scrutare le stelle fisse dallo zenit fino a 70° verso settentrione.

Nel primo caso, infatti, si può ottenere, attraverso il foro gnomonico, la proiezione sulla linea del Sole, della Luna e, con particolari accorgimenti, anche delle stelle che attraversano il meridiano dallo zenit fino a 70° verso sud. Nel secondo caso, invece, se vogliamo osservare le stelle da 0° a 70° verso nord, dovremo obbligatoriamente servirci di un secondo foro gnomonico situato sul lato opposto della linea (v. fig. 2). Solo ammettendo l'esistenza di quest'ultimo foro si giustifica l'incisione sul marmo e la doppia progressione numerica.

Questa particolarità non è frequente ma nemmeno unica: il Cassini nel 1695, in occasione del primo restauro della meridiana petroniana, per determinare con assoluta precisione la latitudine locale aveva progettato uno strumento che ancora si conserva nel museo della basilica. Si tratta di una struttura che, opportunamente piazzata lungo la linea, permetteva di traguardare la stella Polare insieme ad un'asta posta sulla finestra della porta centrale: il numero di unità modulari ottenuto corrispondeva alla tangente della latitudine locale.

Un altro esempio è la meridiana romana di S. Maria degli Angeli tracciata da Francesco Bianchini nel 1702. Anch'essa è (o sarebbe meglio dire era) provvista di due gnomoni, uno australe e uno boreale. A quest'ultimo era stata data la forma di un rettangolo verticale allo scopo di cogliere la culminazione superiore ed inferiore della Polare, ottenendo così il valore esatto della latitudine del luogo. Per proiettare l'immagine della stella sulla linea meridiana il Bianchini si serviva di un cannocchiale lungo quasi 21 metri, sostenuto da uno speciale supporto regolabile che egli chiamava «macchina», in grado di fornire alla montatura l'altezza desiderata.

Ritornando alla meridiana bolognese, dobbiamo purtroppo constatare che attualmente non funziona. Il primo foro, quello australe, è occluso per proteggere la volta affrescata da eventuali infiltrazioni d'acqua. Del secondo foro invece è sparita da tempo immemorabile ogni traccia: l'unico ricordo della sua antica presenza sembra dunque soltanto quella debole scritta incisa sul marmo.

La ricerca sembrava ormai conclusa quando, esaminando tempo fa una serie di documenti conservati al Dipartimento di Astronomia dell'Università di Bologna, mi capitò fra le mani un foglio manoscritto, probabilmente della seconda metà del XVII secolo. Il foglio, stilato in latino su entrambi i lati e suddiviso in quattro brani, reca il minuscolo titolo *Iscrizioni nella galleria Mellara*. Il suo contenuto integrale è il seguente:

MERIDIANUM HUNC TRAMITEM AD SOLIS, LUNAE CAETERORUMQUE ERRANTIUM PARITER ET AFFIXORUM SIDERUM MERIDIANAS ALTITUDINES PERSCRUTANDAS A VERTICE USQUE AD LXX GRADUUM DISTANTIAM IN UTRAMQUE PLAGAM, CAETERAQUE HUC PERTINENTIA INSTRUMENTA EXACTISSIMO STUDIO, AC DILIGENTI LABORE PARAVIT GEMINIANUS MONTANARIUS CIVIS MUTINIENSIS I.V.D. AC BONONIEM. ARCHIGYMNASIJ MATHEMATICARUM PROFESSOR
ANNO DNI MDCLXXIV

(Geminiano Montanari cittadino modenese e professore di matematiche dell'archiginnasio bolognese nell'anno del Signore 1674 mise a punto, con studio esattissimo e con esecuzione diligente, questa via meridiana, e gli altri strumenti a ciò pertinenti, per determinare le altezze meridiane del Sole, della Luna e delle altre stelle tanto mobili quanto fisse, dallo zenit fino alla distanza di 70°, nell'una e nell'altra parte del cielo).

AD STELLARUM MERIDIANAS DISTANTIAS A VERTICE EXPLORANDAS APERTIS FENESTRULIS CENTRORUM CRUCES SUIS LOCIS EXACTE ADAPTENTUR QUARANTALE INSTRUMENTUM OPPORTUNE SUPER MERIDIANA COLLOCETUR HABITA VERO PER OBSERVATIONEM TANGENS QUARTA SUI PARTE AUGEATUR, NEMPE INSTRUMENTUM IPSUM QUINTA PERPENDICULI PARTE SUPRA PAVIMENTUM EXTOLLITUR

(Per accertare le distanze stellari meridiane dallo zenit, aperte le finestrelle si dispongano esattamente al loro posto le croci dei centri, si collochi acconciamente lo strumento *quarantale* sulla meridiana, e s'aumenti di un quarto la tangente ottenuta con l'osservazione. Naturalmente lo strumento stesso s'innalza sul pavimento di un quinto [della misura] della verticale).

DOMUM HANC ASTRONOMICUM RADIO ILLUSTRAVIT PRIMUS JACOBUS DE VASSE' PETRAMELLARA ASTRONOMIAE SYDUS CLARISSIMUS E GENTILI GALLIA IN NEAPOLITANUM REGNUM TRANSLATUS ET EX INDE ANNO MCCCCLXXXVI AD ASTRONOMICAM CATHEDRAM A BONONIENSIBUS EVOCATUS. HANC EANDEM IOANNES ANTONIUS JACOBI ABNEPOS ET BONONIAE SENATOR AD AVITAE MEMORIAM ERUDITIONIS MERIDIANA LINEA COLLUSTRATAM VOLUIT

(Giacomo de Vassé Pietramellara, stella luminosissima dell'astronomia, dalla Gallia sua terra d'origine trasferitosi nel Regno di Napoli e di là chiamato dai Bolognesi nel 1496 alla cattedra di astronomia, per primo diede lustro a questa casa col raggio dell'astronomia. Giovanni Antonio, pro-pronipote di Giacomo, e senatore di Bologna, volle, in ricordo dell'erudizione dell'avo, che questa stessa casa avesse ancor maggior rinomanza mediante [la costruzione di] una linea meridiana).

SOLIS LUNAEQUE SPECIES IN HAC MERIDIANA EXCIPIENS MEMENTO ILLIUS TANGENTES CORRIGERE MINOREM CENTUM PARTICULIS AUGENDO, TOTIDEMQUE MAIOREM MINUENDO RATIONE FORAMINIS QUOD AD DUCENTAS PARTICULAS IN DIAMETRO PRAECISE EST EFFORMATUM. DIVISIONES VERO MINIMAS IN AENEA SEMITA EXCISAS SCITO AEQUARI CENTUM HUIUSMODI PARTICULIS, QUARUM IN PERPENDICULO A CENTRO FORAMINIS AD PAVIMENTUM CENTUM MILLIA EXACTE NUMERANTUR

(Nel ricavare in questa meridiana l'aspetto del Sole e della Luna ricorda di correggerne le tangenti aumentando la minore di 100 particelle, e riducendo di altrettante la maggiore per tener conto del foro, che ha un diametro di 200 particelle precise. Sappi infatti che le suddivisioni minori incise nella lista bronzea valgono [ciascuna] 100 di tali particelle, delle quali la verticale calata dal cen-

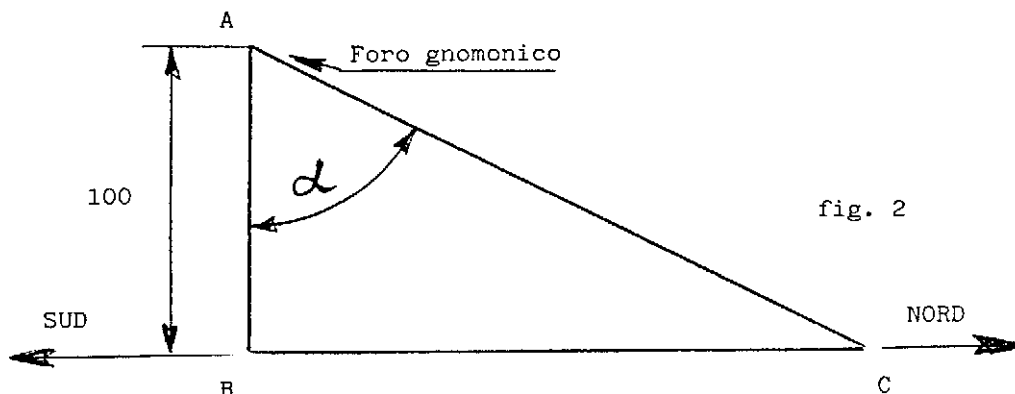


Fig. 3

tro del foro al pavimento misura esattamente 100 000) (Traduzioni: Renato Peri).

Un primo esame farebbe supporre che lo sconosciuto scrivano abbia ricopiato quattro serie di iscrizioni che a quel tempo si trovavano nella sala meridiana, probabilmente dipinte alla sommità delle porte minori, nel luogo dove oggi c'è soltanto la cornice vuota. Analizzando il manoscritto con più cura si notano però alcuni aggiustamenti al testo, quasi ad indicarne una malacopia compositiva. Non conosco i motivi della scomparsa di queste iscrizioni, che forse furono parzialmente cancellate col tempo, e in seguito del tutto abrase. Forse furono rimosse quando si eliminò il foro boreale e nel contempo si eseguirono restauri agli affreschi della sala. O forse, per qualche motivo a me sconosciuto, queste scritte non furono mai tracciate in parete. Il testo del manoscritto è tuttavia di estremo interesse in quanto, pur nella sua sinteticità, ci mette a conoscenza di dati assolutamente inediti e sconosciuti.

Per prima cosa si conferma l'esistenza dei due fori gnomonici; inoltre apprendiamo della realizzazione di uno sconosciuto strumento gnomonico inventato da Geminiano Montanari, il *quarantale* (nome di dubbio significato). Da un'analisi del brano che parla del *quarantale* è possibile farsi un'idea di massima delle sue dimensioni, nonché dell'uso che poteva farne il Montanari a palazzo Pietramellara. Ma andiamo per gradi.

Una meridiana per interni si può schematicamente considerare un grande triangolo rettangolo (v. fig. 3): il cateto verticale è costituito dal segmento $A-B$, dove A è il foro gnomonico attraverso il quale entrano i raggi solari, e B è il suo punto verticale definito sul pavimento. Alla distanza $A-B$, qualunque sia la sua dimensione, è solitamente assegnato (come in questo caso) il valore di 100 (che per convenzione chiameremo *moduli*).

Per il mezzodì locale di una qualsiasi data il centro dei raggi solari si proietterà sul pavimento nel punto C ; il cateto orizzontale $B-C$ rappresenterà quindi la tangente dell'angolo zenitale α , in funzione dell'altezza gnomonica. Ne consegue che, rilevando per un dato giorno la distanza $B-C$, si avrà:

$$\tan \alpha = BC/AB$$

o, più semplicemente:

$$\tan \alpha = BC/100.$$

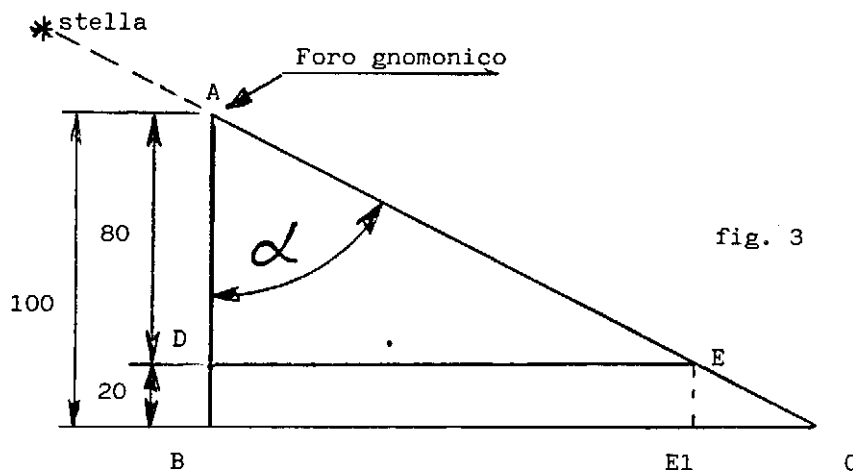


Fig. 4

Una volta ottenuto l'angolo zenitale (corretto del valore rifrattivo della luce) e conoscendo con precisione la latitudine locale, è facile ricavare la declinazione del Sole. Ma, oltre al Sole e alla Luna, nessun altro corpo celeste è tanto luminoso da proiettare sulla linea la propria immagine. Il Montanari invece, realizzando il quarantale, fu in grado di stabilire l'angolo zenitale di qualsiasi stella transitante al meridiano dallo zenit a 70° sia in un senso che nell'altro, coprendo cioè un arco di 140° .

Il principio di questo singolare strumento, purtroppo perduto, è quello della similitudine dei triangoli rettangoli. Riconsideriamo la precedente figura, aggiungendovi il segmento orizzontale D-E, emergente dalla linea meridiana di $1/5$ dell'altezza gnomonica (v. fig. 4). Immaginiamo ora che il centro di proiezione dell'immagine luminosa non sia più in C, ma in E. Secondo la similitudine dei triangoli rettangoli avremo:

ABC simile a ADE.

Essendo noti $AB = 100$; $AD = 80$; e la lunghezza DE variabile in funzione dell'angolo α , avremo la proporzione:

$$AB:AD = BC:DE$$

ottenendo:

$$BC = AB \times DE/AD$$

e quindi:

$$BC = 100 \times DE/80$$

da cui, semplificando, otterremo la costante :

$$BC = DE \times 1,25.$$

In altre parole, alzandoci con il punto proiettivo di un quinto dell'altezza

gnomonica e misurandone la distanza DE , la stessa proiezione aumenterà sulla linea meridiana di 0,25 volte, cioè:

$$BC = DE + 1/4.$$

Questo interessante rapporto numerico, che permette di leggere sulla linea meridiana la tangente dell'angolo α pur distanziandosi dalla medesima, rappresenta il nocciolo dell'idea del Montanari; consente infatti di effettuare delle dirette osservazioni stellari al meridiano, non ottenibili in altro modo. Si tratta dunque di un rilevamento dell'angolo zenitale assolutamente diverso da quello osservato per proiezione sulla linea. L'astronomo dispone di un traguardo visivo che dista dal suolo 20 moduli (1219,4 mm); lo strumento ha la possibilità di scorrere lungo la linea meridiana affinché si verifichi l'allineamento *Stella-A-E*. Nel punto E è fissato un filo a piombo, che serve a individuare sulla linea meridiana la proiezione di E ($E1$ in fig. 4). Dalla semplice operazione $BC = E1 \times 1,25$ si ottiene la tangente, e di conseguenza l'angolo zenitale dell'astro.

Facciamo un esempio pratico. Supponiamo che dall'osservazione del transito al meridiano di una stella il filo a piombo indichi sulla linea una distanza $B-E1 = 138,56$. La distanza BC sarà $B-E1 \times 1,25$, ovvero $BC = 138,56 \times 1,25 = 173,2$.

Il tutto si ottiene quindi con una semplice moltiplicazione per 1,25, oppure aggiungendo $1/4$ al valore letto sulla linea. La tangente dell'angolo zenitale sarà allora:

$$\tan \alpha = BC/AB$$

e cioè

$$173,2/100 = 1,732$$

che corrisponde ad un angolo zenitale di $60^{\circ}00'$.

Ecco dunque chiariti la funzione del quarantale di cui parlano le iscrizioni, e il suo utilizzo nella sala di palazzo Pietramellara. In quest'ottica è pienamente giustificata l'esistenza dei quadretti d'ottone che corrono ai lati della linea, e che con ogni probabilità accoglievano i perni di fissaggio per due distinte rotaie. Sopra di esse, longitudinalmente, scorreva lo strumento che, a seconda del tipo di osservazione, poteva essere rivolto verso l'uno o l'altro foro. Con tale sistema si poteva agevolmente investigare su un arco meridiano di 140° , grazie ad un dispositivo assolutamente nuovo.

Il testo ci mette anche a conoscenza delle caratteristiche dei due fori gnomonici: per rintracciare con sufficiente facilità una stella su un tratto di volta celeste si aprivano le «finestrelle», e al posto del normale foro gnomonico si inseriva un telaio munito di un traguardo «a croce».

Con un po' di fantasia possiamo immaginarci un'osservazione astronomica condotta dal Montanari in questa sala: l'astronomo è seduto su un ripiano del quarantale in posizione comoda. Con l'occhio appiccicato al traguardo impartisce ai collaboratori l'ordine di portarsi lentamente in allineamento con la stella voluta, mentre un altro aiutante munito di candela sorveglia il valore modulare indicato dal filo a piombo dello strumento.

Il quarantale, quest'invenzione del Montanari di cui sino ad oggi non si aveva notizia, grazie al fortunato ritrovamento delle quattro iscrizioni e alla loro non facile interpretazione, è stato felicemente recuperato, almeno storicamente. Anche l'idea dello gnomone australe (cioè in direzione nord) è probabilmente sua. Dopo di lui il Cassini lo proporrà in San Petronio per la definizione

della latitudine.

La meridiana romana di S. Maria degli Angeli, anch'essa con due fori gnomonici, venne realizzata da Francesco Bianchini, che guarda caso fu allievo del Montanari. Fra i due si era con gli anni instaurata una profonda amicizia, tanto che alla morte di Montanari il Bianchini ereditò tutti i suoi strumenti e volumi; un lascito che l'allievo volle contraccambiare, in segno di riconoscenza, redigendo la biografia del maestro.



Fig. 5 Panoramica della sala della meridiana di palazzo Pietramellara.

**BIBLIOGRAFIA GNOMONICA DISPONIBILE
PRESSO LA BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
DI PADOVA**

di Gabriele Vanin

SECOLO XVI:

- Vitruvio Pollione, *De architectura*, varie edizioni.
Benedicti, *De gnomonicae umbrarumque*, 1524.
Sebastianus Münster, *Compositio horologiorum in plano, muro, truncis, etc.*, Petrus, Basilea, 1531.
Sebastianus Münster, *Rudimenta mathematica*, Petrus, Basilea, 1551.
Petrus Apianus, *Folium populi*, Ingolstadt, 1533.
Conrad Ulmeri, *De horologiis sciotericis*, Norimberga, 1556.
Orontii Finei *de solaribus horologiis et quadrantibus libri quattuor*, Parigi, 1560.
Andreae Schoneri *gnomonicae*, Norimberga, 1562.
Gio. Battista Vimercato, *Della descrizione degli orologi solari*, Panizza, 1565.
Gio. Battista Vimercato, *Dialogo degli orologi solari*, Padova, 1572.
Cristophorus Clavius, *Fabbrica et usus instrumenti ad horologium descriptionem*, Roma, 1580.
Cristophorus Clavius, *Gnomonices libri octo*, Zanettum, Roma, 1581.
Joannes Veronensis Paduanus, *De compositione et usu multiformium horologiorum solarium*, Senensem, Venezia, 1582.
Gio. Paolo Gallucci, *De fabrica novi horologi solari* Giottane, Venezia, 1592 (anche in volgare, Percenio, Venezia, 1590).
Valentino Pini, *Fabrica de gl'horologi solari*, Guarisco, Venezia, 1598.
Sandolini, *Hanalemma*, 1598.
Cristophorus Clavius, *Compendium describendo horologi orizzontali...*, Zanettum, Roma, 1600.

SECOLO XVII:

- Joann Voellus, *De horologiis sciothericas facile describendis libri tres*, Turnon, 1608.
Antonio Cagnoli, *Dei due orologi italiano e francese*, Pasquali, Venezia, 1611.
Muzio Oddi, *Degli orologi solari nelle superficie piane*, Lantoni, Milano, 1614.
Giulio Fuligati, *Degli horiuoli a sole*, Baldini, Ferrara, 1616.
Salomon de Caus, *La pratique et demonstration des horloges solaires*, Droüart, Parigi, 1624.
Georg Schonperger, *Exegeses fundamentorum gnomonicorum*, Ingolstadt, 1625.
N. Davvet, *Gnomonicorum...*, 1641.
Pierre Bobynet, *L'orographie ingeniense contenant des connoissance et des curiositer agreables, dans le composition des cadrans*, e altri saggi, Parigi, 1647.
Marignan, *Perspectiva horaria*, Roma, 1648.

Giuseppe Taliani, *Orologi riflessi per mezzo di un piccolo specchio parallelo e perpendicolare all'oriente*, Comacci, Nocera, 1648.
 Lambert Heinrich Röhl, *Nom Greifswohischen astronomischen Gnomos*, 1652.
 Antonio Osseguti, *Modo di delineare gli orioli solari*, Firenze, 1663.
 Tonio Forzan, *L'orologio solare*, Padova, 1665.
 Giuseppe Maria Figatelli, *Gettallinee gnomonico*, Cimatti, 1667.
 Angelo Maria Colombini, *Prattica gnomonica*, Barbieri, Bologna, 1669.
 Athanasius Kircher, *Ars magna lucis et umbrae*, 2^a ed., Waesberg e Weyerstraet, Amsterdam, 1671.
 Agostino dal Pozzo, *Gnomonices biformis, geometricae et arithmeticae synopsis*, Bosins, Venezia, 1679.
 Joannis Stengel Peterson, *Horologia solaría*, Wagner, Ulm, 1680.
 N. Hamburg, *Horologia scioterica*, Churchil, Londra, 1683.
 Bartolomeo Scannavacca, *Novissima invenzione per disegnare horologi solari italiani, babilonici e francesi*, Luciani, Padova, 1688.
 Pierre de Saint Marie Magdeleine, *Traité d'horlogiographie contenant plusieurs manieres de construire sur tantes surface tante sortes de lignes horaires*, Lione, 1691.
 Gian Domenico Cassini, *La meridiana del tempio di S. Petronio*, Benacci, Bologna, 1695.
 Heinrich Coetlii, *Horologiographia*, 1699.
Tabula arcuum circulorum horariorum a met. e med. noct. inter polum mundi, a verticales horizontis, qui ad ipsos horarios recti sunt, Roma, 16...
 Filippo de Gnudi, *Tramutazione gnomonica*, Borzaghi, Bologna, 1700.

SECOLO XVIII:

Jean Dominique Cassini, *De la meridienne de l'observatoire royal prolongée...*, Academie de France, 1701.
 Carlo Cesare Scaletti, *Epitome gnomonica*, Bologna, 1702.
 Piero Maria Gabrielli, *L'heliometro fisicocentrico*, Sonetti, Siena, 1708.
 Nicolas Bion, *Traité de la construction et de principaux usages des instruments de matématique*, Boudat, Parigi, 1716.
 J.N. Delisle, *Construction facile et exacte du gnomon pour regler une pendule au soleil, par le moyen de sou passage in meridian*, 1719.
 Domenico Luchini, *Trattenimenti matematici, i quali comprendono copiose tavole orarie per gli orologi a Sole, orizzontali, verticali, etc.*, Zenobi, Roma, 1730.
 Jean Dominique Cassini, *De la meridienne del l'observatoire de Paris e altri saggi*, 1732.
 Gio. Lodovico Quadri, *Tavole gnomoniche*, della Volpe, Bologna, 1733.
 Eustachio Manfredi, *De gnomone meridiano bononiensi*, della Volpe, Bologna, 1736.
 Krafft, *De methodi horologia solaría prompta delineati*, 1741-43.
 Schättel, *De gnomone arithmetico circuli*, Vienna, 1754.
 Leonardo Ximenes, *Del vecchio e nuovo gnomone fiorentino... libri quattuor*, Firenze, 1757.
 Benedetto Pellicciarini, *Tavole perpetue all'oltramontana e all'italiana*, Conzetti, Padova, 1771.
 G.E. Martini, *Trattato degli orologi solari degli antichi*, Lipsia, 1777.
 Matteo Campani, *Horologium accadit circini sphaerum*, Elsevirium, Amsterdam, 1778.
 Castillon, *Sur le gnomonique*, Accademia di Berlino, 1784.

François Bedos De Celles, *La gnomonique pratique*, 2^a ed., Didot, Parigi, 1790.
 Giuseppe Toaldo, *Metodo facile per descrivere gli orologi solari*, Storti, Venezia, 1790.
 Anselmo Perelli, *Orologio astronomico*, Rosa, Venezia, 1794.
 Joseph Jerome de Lalande, *Probleme de gnomonique*, 1797.
Orologio oltramontano opsia francese, Brandolese, Padova, 1797.
Istruzione al popolo del metodo di misurare le ore alla francese con un metodo di descrivere le meridiane, Vicenza, 1797.

SECOLO XIX:

Giuseppe Toaldo, *La meridiana del Salone di Padova*, Tipografia del Seminario, Padova, 1838.
 Giovanni Follador, *Sulla costruzione degli orologi solari sopra piani verticali e orizzontali*, Padova, 1842.
 J. Mollet, *Gnomonica grafica*, Natali, Bergamo, 1859.
 Joseph Metzen, *Leichtfaßlicht Auleitung zur Construction und Aufstellung alter regulären und declinzentren Sonnenuhren auf ebenen zitterblättern*, Panerläuter, Francoforte, 1858.
 Giovanni Follador, *Sulla costruzione della curva indicante sopra un muro verticale il mezzodì medio*, Tipografia del Seminario, Padova, 1862.
 Rudolf Sanworfer, *Theorie und Construction des Sonnenuhren auf Ebenen, Kegel, Cylinder-und Rugel-Häcken nebst einer historischen Sphäre über die Gnomonike*, Braumüller, Vienna, 1864.
 Giusto Bellavitis, *Lezioni di gnomonica*, Tipografia del Seminario, Padova, 1869.
 Giacomo Frassi, *Orologi solari a tempo di Roma*, Nappi, Milano, 1870.
 Gusmano Coppitz, *Costruzione dell'orologio solare a tempo medio in piano verticale*, Treviso, 1871.
 Ernesto Bellavitis, *Metodi per descrivere graficamente oppure col calcolo gli orologi solari in piano verticale così pure le meridiane del tempo medio*, Padova, 1876.
 J. L. Heiberg, *Ptolemäus de analemmate*, in "Abhandlungen zur Geschichte der Mathematik", Lipsia, 1895.
 Claudio Pasini, *Orologi solari*, Draghi, Padova, 1900.

SECOLO XX:

Felice Vernice, *Cosmorometro, opsia misuratore di tutte le ore del mondo*, Speranze, Ruvo, 1901.
 Angelo L. Andreini, *Sulla costruzione di un orologio solare verticale alla villa Palmieri (Firenze)*, Giusti, Livorno, 1911.
 G. Bottino Barzizza, *Gnomonica: l'orologio solare a tempo vero nella sua moderna applicazione*, Hoepli, Milano, 1915.
 Ernst Zinner, *Die ältesten Räderuhren und modernen Sonnenuhren*, Bamberg, 1939.
 Enrico Garnier, *Gnomonica: teoria e pratica dell'orologio solare*, Hoepli, Milano, 1939.
 Ferdinando Tamis, *Una serie di diagrammi solari nella villa di Modolo*, Sommaila, Belluno, 1959.

Università di Padova e Accademia Patavina delle Scienze (a cura di), *Giovanni Dondi dal'orologio, medico, letterato e scienziato*, (nel IV centenario della costruzione dell'astrario), Padova, 1967.

Hans Von Bertele, *Modi e fini della misurazione del tempo dall'antichità all'epoca moderna*, Società Cooperativa Tipografica, Padova, 1969.

Anthony J. Turner (a cura di), *Ritmi del cielo e misura del tempo: mostra di una collezione veneta*, 1+1, Brugine, 1985.

Silvio A. Bedini, *Bernardo Facini and the Farnese planisferologio*, Biblioteca apostolica vaticana, Città del Vaticano, 1985.

Non databili:

Sellier, *Recherche sur les horologies des antique*

Peter Franciscus, *Dissertazione sopra un orologio solare recentemente trovato*

UN ANTICO OROLOGIO SOLARE ROMANO CONSERVATO AL MUSEO KIRCHERIANO

di Nicola Severino

Fra gli innumerevoli orologi solari rinvenuti durante gli scavi archeologici, effettuati da qualche secolo, merita senz'altro un posto di rilievo un esemplare che si potrebbe quasi definire insolito e sconosciuto, se non fosse per qualche rara menzione fatta da autori stranieri. La presente breve relazione è stata redatta sulla base dell'unico lavoro critico esistente a mia conoscenza in lingua italiana su questo inusuale orologio solare antico.

Invano ho cercato notizie in proposito su *Meridiane* di Rohr e sugli altri volumi di gnomonica pubblicati recentemente. Ne *L'ombra e il tempo* di Pavanello, Trincherò e Moglia è possibile vedere un disegno di questo strumento che però viene soltanto definito «strumento portatile identificabile come *pros ta istoroumena* o *pensilia*». Qualche riferimento più preciso si trova nel commentario di Jean Soubiran al libro nono del *De architectura* di Vitruvio (Parigi, 1969) dove, alle pp. 267-269, si descrive questo strumento, con un disegno esplicativo. Da queste pagine risulta che orologi solari simili sono stati rinvenuti a Forbach, ad Aquileia, nella Maienza e nel Museo Kircheriano di Roma e che sono descritti nelle opere degli storici Ardaillon, Kubitschek, Rehm e Diels. Secondo Soubiran il primo scritto che riguarda tale orologio risalirebbe al 1891 (A. Schlieben, «Ann. d. ver. f. Nassauische Altert. Kunde, XXIII, p. 115 segg.». L'articolo dal quale trae spunto questa relazione risale invece al 1857 e fu pubblicato a Roma da *La civiltà cattolica* (anno VIII, III serie, vol. VI, pp. 97-101): «...Un orologio solare, che trovai in un antico cimelio gentilmente donato dall'egregio Cavaliere Luigi Vescovati al Museo Kircheriano...».

Come risulta evidente dalla fig. 1 si tratta di un modello di orologio solare portatile, simile agli anelli astronomici descritti da Gemma Frisius nel XVI secolo. La sua forma è quella di una scatola rotonda di circa 5 cm di diametro e «non somiglia a nessuno di quelli che trovansi mentovati dagli autori del passato, salvo che in una delle sue singolarità, ch'è l'essere pensile; nella quale egli fa un curioso riscontro all'orologio a forma di prosciutto trovato in Ercolano nel 1755⁽¹⁾, ed illustrato con molta dottrina dagli Accademici Ercolanesi nella prefazione al volume III delle pitture pubblicato nel 1762, dov'essi notano che queste macchinette vengono accennate da Vitruvio là ove ricorda gli orologi viatorii pensili *viatoria pensilia*» (cit.).

Questo orologio portava saldato in cima un «appiccagnolo» per mezzo del quale veniva sospeso in aria e rivolto verso il Sole per il lato in cui era stato aperto un forellino (foro gnomonico), destinato ad introdurre nella scatola il raggio di luce. Le linee rette che si vedono incise sul fondo della scatola e che partono tutte da un comune centro servono a dividere le linee dei mesi (linee mensili, altrimenti dette curve diurne) contrassegnate dai rispettivi nomi. Nel centro orario è impiantato un indice che ruota intorno al suo perno parallelamente al piano dell'orologio; esso serve da «pendolino» per collocare lo strumento in giusta posizione. Per leggere l'ora in questo strumento basta osservare su quale punto della linea mensile, nel mese corrente, cade il raggio di luce che passa attraverso il forellino.

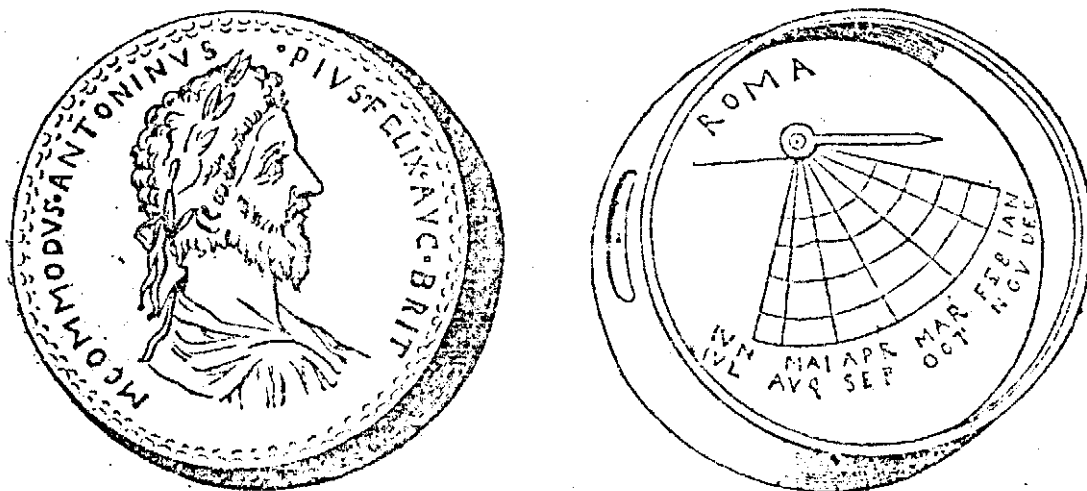


Fig. 1

Non sappiamo, a tutt'oggi, cosa fosse di preciso il *pros ta istoroumena* citato da Vitruvio. Possiamo, quindi, solo immaginare la forma di questo strumento, così chiamato forse perché si adattava solo a qualche grado di latitudine: considerato che il nostro orologio è costruito per Roma, come risulta dall'incisione sopra il perno, all'interno della scatola, quindi funziona per la latitudine di circa 42° , nulla ci impedisce di pensare di trovarci di fronte a un *pros ta istoroumena*.

«L'età di questo orologio può dedursi, come si fa in casi simili, calcolando la diminuzione dell'obliquità dell'eclittica. Ma qui essa ci è data inoltre da un bel ritratto dell'imperatore Commodo, che si vede in sul rovescio. Siccome egli qui assume l'imperiale acclamazione di Britannico, l'orologio non può essere anteriore all'anno 189 di Cristo, nel quale Commodo cominciò a far uso di tal titolo. L'intera legenda dice così: M. COMMODUS ANTONIUS. PIUS. FELIX. AVG. BRIT. Vi è omissa il nome Aurelius, come manca eziandio l'appellativo IMP.» (cit.).

I redattori dell'articolo dimostrano un certo stupore nel constatare che il cimelio, oggetto dei loro studi, non trovava riscontro alcuno nelle opere del passato: «La prima cosa che in quest'orologio trae a sé l'attenzione del geometra, si è la novità della sua costruzione, della quale non abbiamo trovato alcun esempio nei trattati antichi e moderni di gnomonica, e si dimostra degna di quel secolo, in cui lo studio dell'astronomia era in Roma in tanto fiore» (cit.).

A questo punto è doveroso precisare che l'illustrazione presentata nell'articolo che è esplicativa della costruzione geometrica dell'orologio è frutto del lavoro del noto astronomo padre Angelo Secchi, autore della famosa meridiana monumentale di Alatri (FR) e si è del parere anche che l'intero articolo fosse stato scritto da lui. Le caratteristiche principali dello strumento sono così descritte:

«1) L'orologio è destinato a dare le ore mediante l'altezza del Sole, collocato che esso sia nel piano verticale che passa per quest'astro.

2) Le ore sono temporarie, cioè di lunghezza variabile secondo le stagioni, come adoperavansi nell'uso civile dai Romani; i quali, com'è noto, dividevano in dodici parti uguali il tempo che il Sole stava sopra l'orizzonte e in altrettante la notte, sicché le ore diurne erano più lunghe d'estate che d'inverno, e le not-

turne viceversa.

3) Le linee mensili, la cui intersezione col raggio solare dà per tutti i giorni del mese rispettivo il corso delle ore, vengono perciò divise in sei parti, rispondenti alle sei ore dell'arco semidiurno.

4) Le curve mensili non sono già archi di cerchio, ma prendono dalla costruzione stessa alcune piccole irregolarità: e si vede che l'autore del nostro cimelio avvertì queste anomalie, indicandole a un dipresso nei luoghi loro con alcune flessioni.

5) Il principio di costruzione di quest'orologio non differisce molto da quello con cui è costruito l'anello astronomico: ma il primo ha sopra il secondo questo vantaggio, che mediante l'introduzione di un raggio di sfera variabile colle diverse declinazioni solari, le linee e le divisioni orarie vengono assai bene sviluppate e distese, soprattutto verso il mezzodì e nell'inverno; e con ciò si evita il difetto comune a tutti gli orologi di questa specie che per certe ore e stagioni han troppo angusto il campo e sono quindi molto inesatti nelle indicazioni» (cit.).

Con queste osservazioni resta descritto l'orologio portatile identificabile come «pensile da viaggio» e forse con il *pros ta istoroumena* citato da Vitruvio. Conservato nel Museo Kircheriano a Roma, dev'essere stato il primo strumento del genere, cioè a forma di scatola, a disposizione degli studiosi di monumenti antichi. L'articolo di cui mi sono servito per questa relazione è senz'altro il primo studio effettuato e pubblicato nei secoli passati su questo particolare quadrante solare.

(¹): In genere, siccome questo curioso orologio viene chiamato «prosciutto di Portici», spesso si confonde il luogo del ritrovamento, cioè Ercolano, con Portici.

**GNOMONICA «CASALINGA»:
OROLOGI SOLARI CON GNOMONE
RETTILINEO PARALLELO AL PIANO DELLE
LINEE ORARIE**

di Antonio Rini

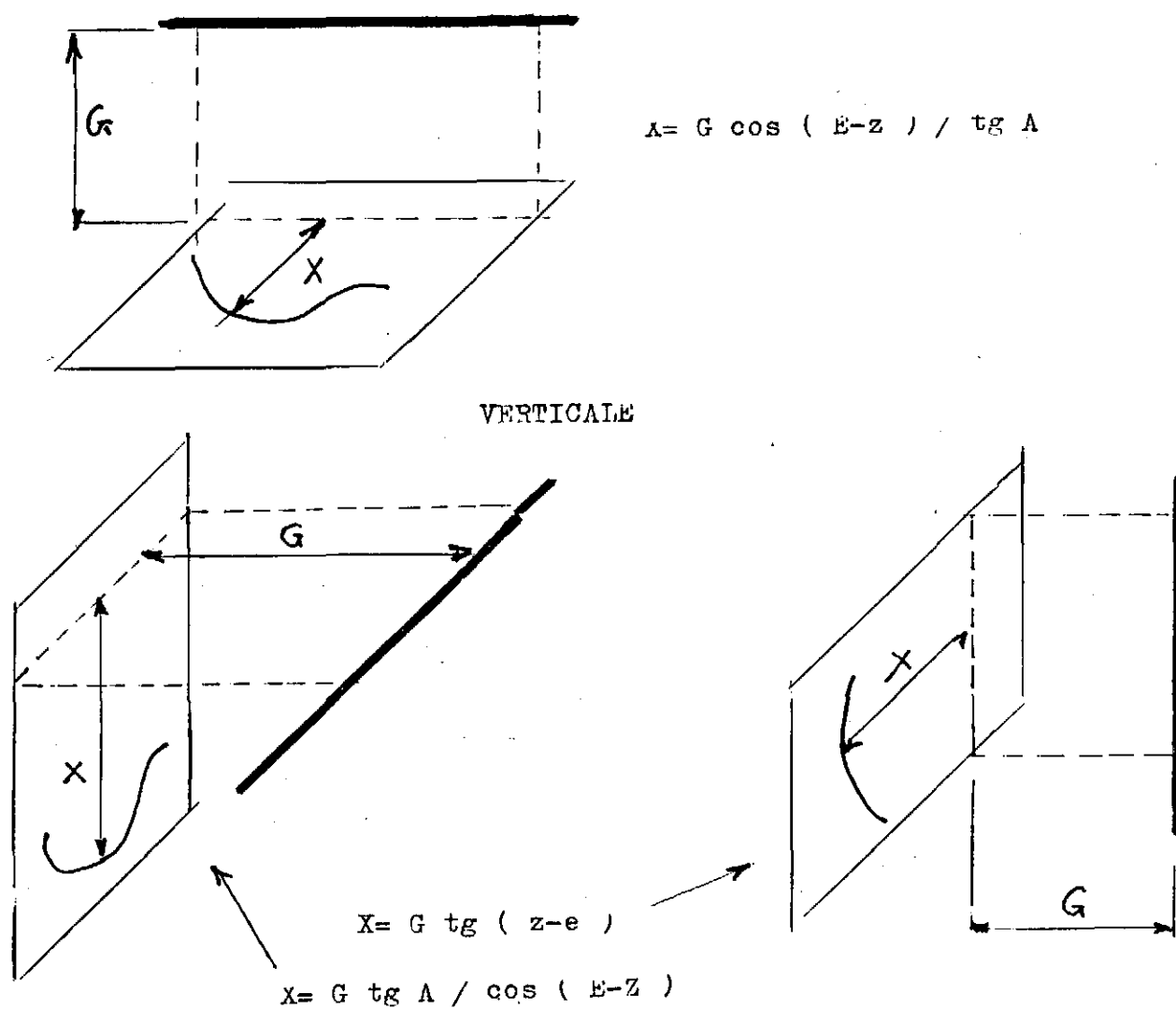


Fig. 1

La lunghezza dello gnomone è arbitraria purché sufficiente all'arrivo della sua ombra sulle linee orarie.

Simboli usati (fig. 1):

A = Altezza del Sole (in radianti).

E = Esposizione (in radianti, con segno positivo da sud verso ovest, negativo da sud verso est).

G = Distanza dello gnomone dal piano delle linee orarie.

X = Distanza di un punto orario dalla proiezione dello gnomone sul piano delle linee orarie.

Z = Azimut del Sole (in radianti).

Fig. 2:

Orologio solare piano verticale con gnomone rettilineo parallelo al piano delle linee orarie.

Latitudine 42° nord.

Esposizione a 40° da sud verso est; la zona mensile di gennaio deve trovarsi in alto.

Lo gnomone deve giacere nel piano verticale contenente la linea nera compresa fra due punti neri.

Distanza dello gnomone dal piano delle linee orarie 210 mm.

L'ombra gnomonica indica il Tempo Solare Vero Locale.

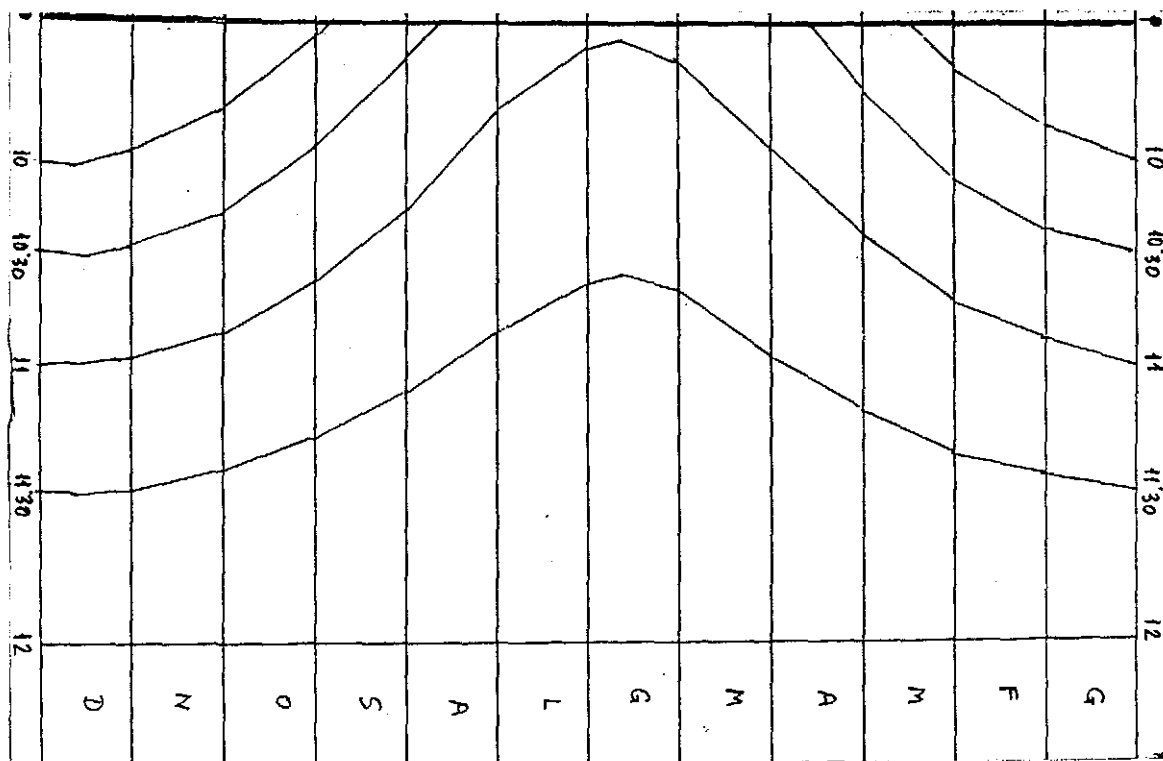


Fig. 2

Fig. 3:

Orologio solare piano verticale con gnomone rettilineo parallelo al piano delle linee orarie.

Latitudine 42° nord.

Esposizione a 75° da sud verso ovest; la concavità delle linee orarie dev'essere rivolta verso l'alto.

Lo gnomone deve giacere nel piano orizzontale contenente la linea nera compresa fra due punti neri.

Distanza dello gnomone dal piano delle linee orarie 210 mm.

L'ombra gnomonica indica il Tempo Solare Vero Locale.

Fig. 4:

Orologio solare piano orizzontale con gnomone rettilineo parallelo al piano delle linee orarie.

Latitudine 42° nord.

Esposizione a 45° da sud verso ovest; la convessità delle linee orarie dev'essere rivolta a sud ovest.

Lo gnomone orizzontale deve giacere nel piano verticale contenente la linea nera compresa fra due punti neri.

Distanza dello gnomone dal piano delle linee orarie 210 mm.

L'ombra gnomonica indica il Tempo Solare Vero Locale.

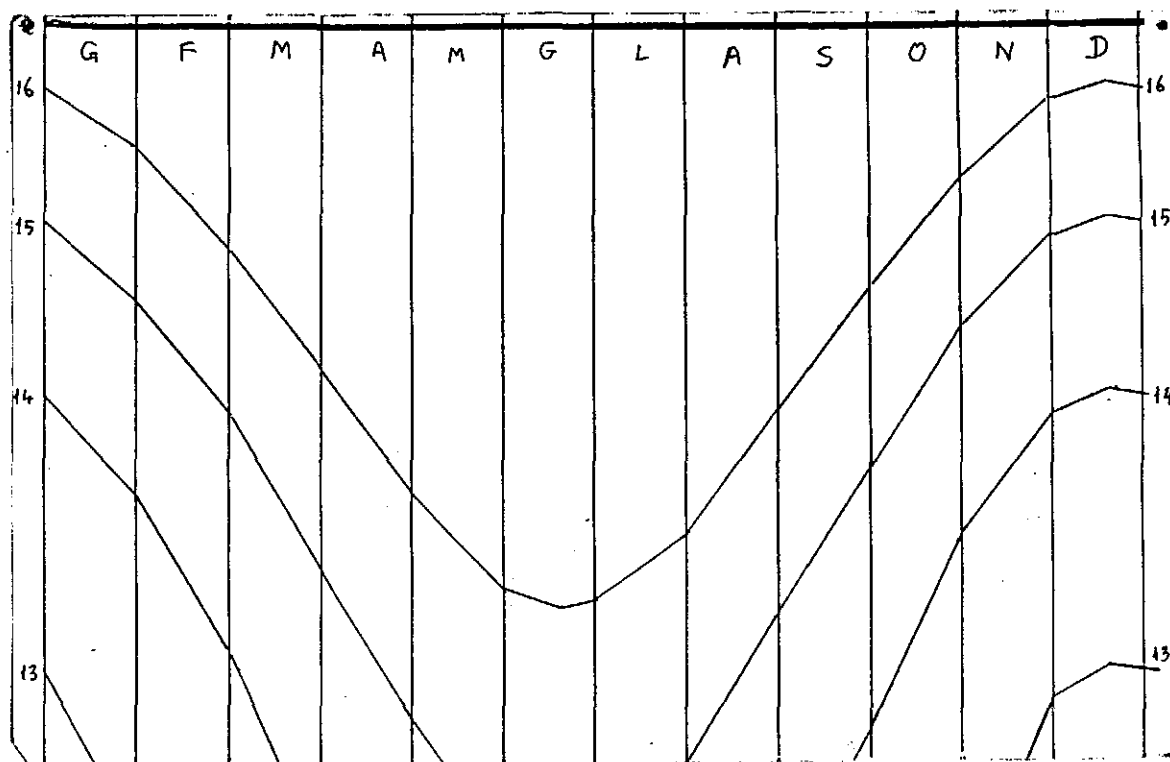


Fig. 3

Fig. 5:

Linea oraria $11^{\text{h}}30^{\text{m}}$ di un orologio solare piano verticale con gnomone rettilineo parallelo al piano delle linee orarie.

Latitudine 42° nord.

Esposizione a 40° da sud verso est; la zona mensile di gennaio deve trovarsi in alto.

Lo gnomone deve giacere nel piano verticale contenente la linea nera compresa fra due punti neri.

Distanza dello gnomone dal piano delle linee orarie 210 mm.

L'ombra gnomonica indica il Tempo Solare Vero Locale sulla linea oraria continua; indica invece il Tempo Medio dell'Europa Centrale sulla linea oraria a tratti, valida per la longitudine di Bari.

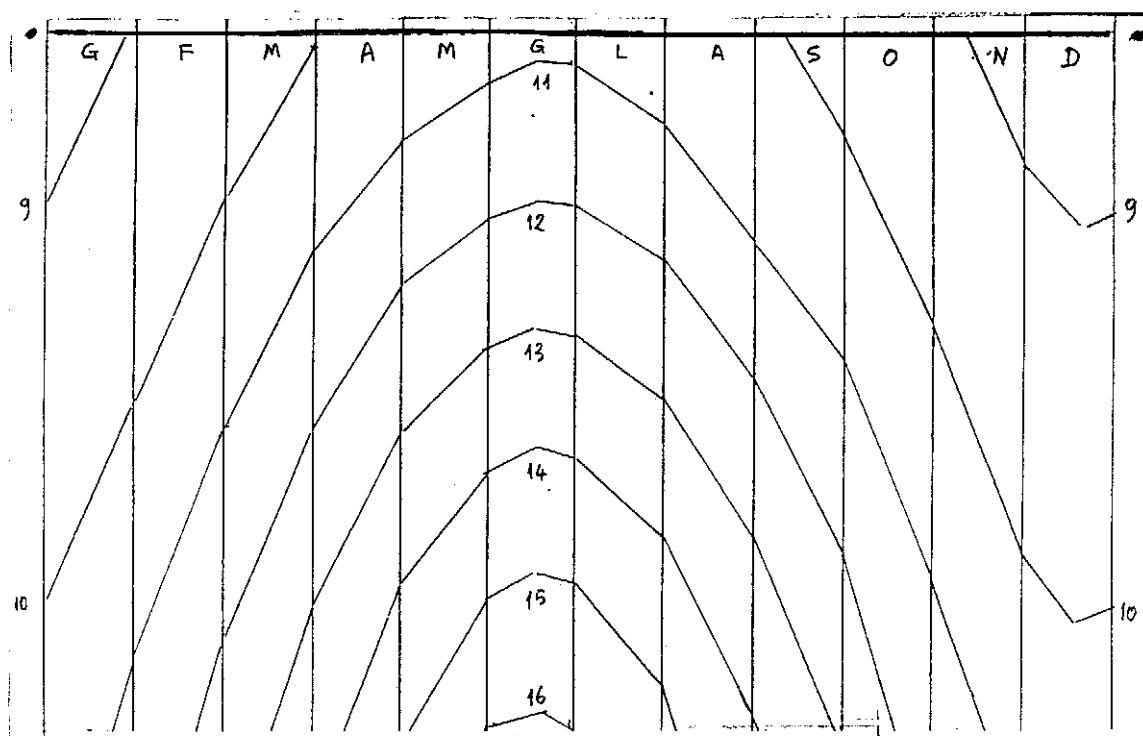


Fig. 4

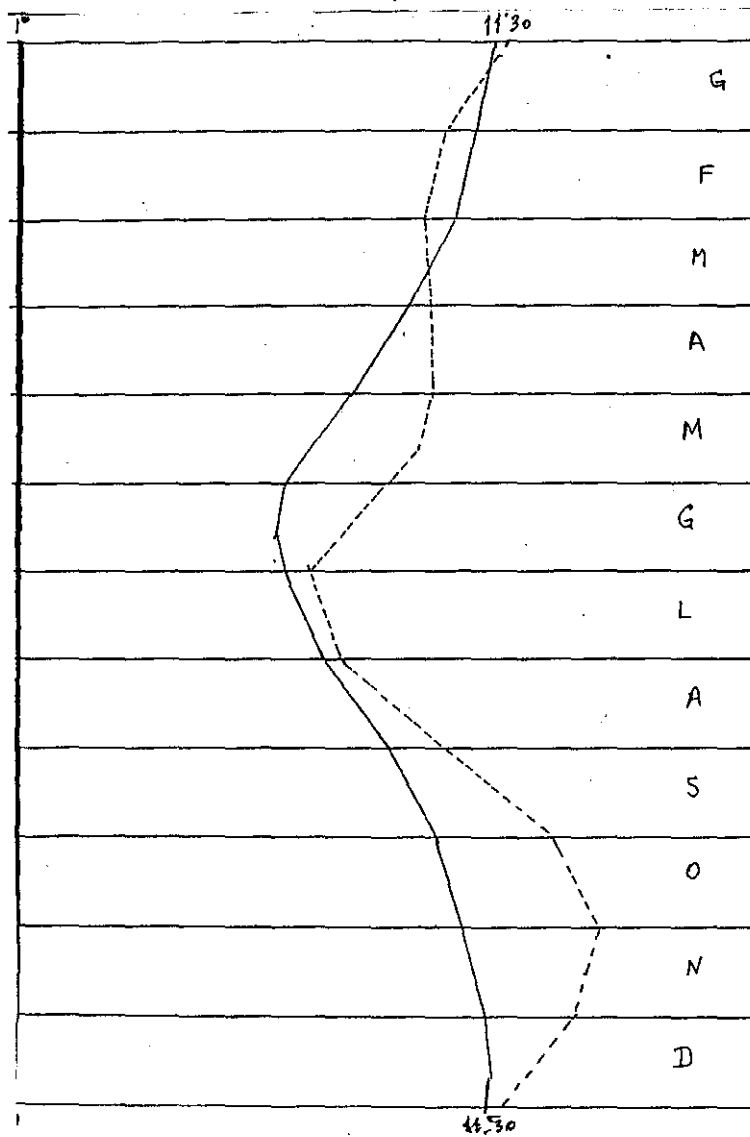


Fig. 5