

verso il basso anziché orizzontalmente e soprattutto che sarebbero andate perdute (per eccessiva distanza dallo specchio) le linee orarie centrali della giornata: ore 11-12-13.

G= gnomone a piattello

S= specchietto

N= punto della parete di intersezione con la normale allo specchio

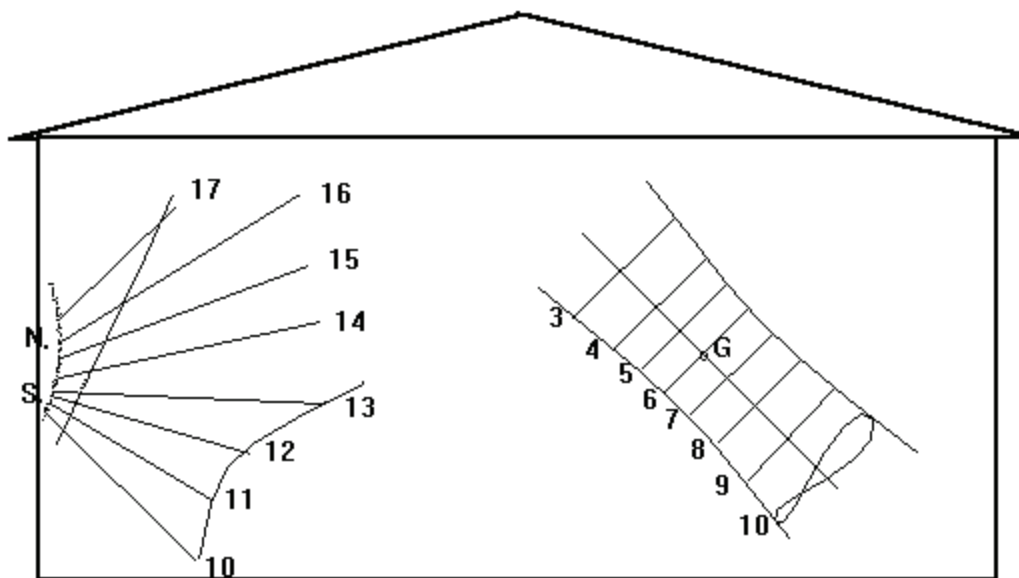


fig. 2

Ancora, risulta particolarmente utile l'uso di un quadrante con specchio inclinato nel progetto di quadranti a riflessione per soffitto. Infatti nella maggior parte dei casi lo specchietto viene ancorato al muro nel varco di una finestra e l'altezza gnomonica, talvolta superiore al metro, obbligherebbe, se lo specchio fosse orizzontale, a quadranti di grandi dimensioni. Una lieve inclinazione dello specchio può invece ridurre apprezzabilmente le distanze del raggio riflesso in prossimità del solstizio invernale.

Il più antico orologio solare egiziano.

Alessandro Gunella, Biella

Nel numero 25 della rivista ANALEMA edita dagli Amigos de los Relojes de Sol di Madrid appare un lungo articolo a cura di A. S. Goddio (Egittologa) e di M. M. Valdés (Ingegnere, Gnomonista di fama) in merito all'orologio solare più antico di cui si abbia notizia; di cui si ha addirittura un testo egizio che lo analizza, circostanza unica. L'articolo non è che l'ultima interpretazione in merito; gli ultimi anni hanno visto il rinnovamento degli studi e dell'interesse per questi reperti. L'argomento pareva chiuso dalle argomentazioni di Borchardt (1910), ma alcuni ricercatori hanno ricominciato a chiedersi se non esistessero altre possibili interpretazioni. Vediamo di riassumere quali sono le varie posizioni in merito, cercando di informare anzitutto il lettore circa l'argomento in questione.



Il reperto: Il materiale disponibile non è molto: tre "bacchette" di pietra, due delle quali sono conservate a Berlino, ed una a Londra. L'attenzione dell'articolo citato è volta ad una di esse, classificata come reperto N°

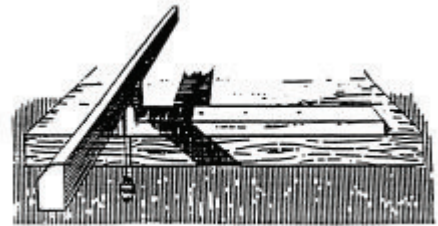
19744, ma non vi sarebbero divergenze sostanziali se si prendesse in esame una qualsiasi delle altre. Si tratta

di un'asta a sezione rettangolare, lunga circa 23 cm, in testa alla quale è riportato, con un paziente lavoro di incastro, un piccolo parallelepipedo perpendicolare, che sporge qualche centimetro a disopra della superficie dell'asta principale. Sulla superficie sono presenti delle piccole cavità, e dei cartigli, che indicano chiaramente la funzione gnomonica dell'oggetto, con nomi poetici per ogni scadenza oraria, o presunta tale. Da notare l'esistenza di alcuni fori e di scanalature in testa ed ai lati del piccolo parallelepipedo. Lo strumento è "illustrato", se così si può dire, nella volta del Cenotafio di Seti I, ad Abydos, con una lunga iscrizione; abbiamo quindi qualcosa di simile alle istruzioni per l'uso, risalenti al 1300 AC, il che non è poco. Esistono anche dei frammenti di un papiro molto più recente, risalenti a circa il 30 AC; ma non è certo che si riferiscano allo stesso strumento.

Il problema: Sulla base di altri reperti (orologi a piano inclinato, o che sembrano delle scale, di cui ora non ci occupiamo), la prima idea che viene in mente è che lo strumento sia un orologio d'altezza: l'ombra della testa si proietta sopra la superficie, e la lunghezza dell'ombra determina l'ora. Ma anche uno più che sprovveduto si rende conto subito che una sola scala di misura non può essere utile: considerando una latitudine ragionevole di 30° , l'altezza meridiana del sole va da $36,5^\circ$ a $83,5^\circ$, più o meno, quindi occorre una serie di scale non indifferente, per coprire tutto l'anno. Si ricorre allora alle iscrizioni del Cenotafio di Seti, dove è chiaramente scritto che bisogna volgere la testa dello strumento ad oriente, e poi ad occidente, dopo il momento del massimo calore. Si tratta quindi di un orologio azimutale?

Qui comincia un altro dibattito: le distanze reciproche fra i segni esistenti sullo strumento fanno pensare alle tangenti trigonometriche di angoli progressivi, multipli di "qualcosa", ma non multipli di 15° , angolo di riferimento che è, si può dire, nel sangue di qualsiasi gnomonista. Inoltre le "istruzioni" di Seti I dicono che l'ombra deve sovrapporsi alla superficie, mentre sappiamo tutti che essa ha una escursione non indifferente, verso Nord e verso Sud, durante l'anno. Ma la nostra superficie è larga solo circa 4 cm.

Si intrecciano quindi le ipotesi: Borchardt, nel suo testo (Altägyptische Sonnenhuren- 1910) aveva proposto di aggiungere, al disopra della piccola traversa, una barra che nei fatti deve essere piuttosto lunga. L'illustrazione (tratta dall'articolo di Goddio/Valdés) mostra l'aspetto dello strumento secondo questa proposta, comunemente accreditata per molti anni. (Potrà sembrare poco rispettoso, ma io ho provato a vedere come funziona, usando uno strumento moderno di aspetto molto simile: un rasoio usa e getta BIC).



La proposta non è campata in aria, perché a Berlino esiste un frammento del 4° Sec. AC (N° 7358), che è un'asta a sezione rettangolare con un angolo smussato, (come quella dell'illustrazione) che potrebbe essere appunto una parte della "protesi" proposta da Borchardt. Lo strumento andrebbe disposto su un piano orizzontale, orientato con la barra in direzione Nord-Sud. L'ombra del bordo segna le ore attraversando i punti dell'asta in pietra. Con la protesi si risolvono in parte i dubbi gnomonici, perché si avvicinano gli angoli agli ipotetici multipli di 15° . Bisogna aggiungere che lo stesso autore mette in dubbio la propria proposta, dichiarando che si tratta di pura ipotesi, non sostenuta da documentazione.

Su di essa si sono accavallate altre idee, nella sostanzialmente vana ricerca di adeguare l'altezza della parte aggiunta, in modo che il percorso dell'ombra somigli il più possibile ai grafici "moderni" dell'orologio solare: si è proposto che la protesi di Borchardt possa avere, a seconda della stagione, tre disposizioni diverse, giustificate dalla presenza dello smusso: si otterrebbe così un avvicinamento ad uno dei sistemi orari canonici, quello ad ore ineguali. Si sono cercate altre soluzioni, che prevedessero ancora una protesi, ma più semplice, limitata al prolungamento del piccolo parallelepipedo di testata, cercando poi di affrontare in qualche modo le difficoltà susseguenti.

Chi ha messo in dubbio la soluzione della barra trasversale ha pure sostenuto che la sua presenza rende l'orologio squilibrato ed instabile, senza pensare che, anche se essa poggiasse con un estremo (quello a Sud) sul piano orizzontale, non cambierebbe sostanzialmente la lettura sulla superficie di pietra, che ruoterebbe

anch'essa insieme alla traversa; se mai ci si avvicinerebbe alla situazione dell'orologio polare, migliorando addirittura la situazione.

Nel maggio 98 un saggio di Sarah Simmons (apparso nel bollettino BSS 98.3) ha cercato di fare il punto della situazione, evidenziando vari problemi, quali l'impossibilità di stabilire un rapporto fra lo strumento e il sistema orario temporario, che secondo altri indizi poteva essere quello in uso, la scarsa coerenza fra le piccole dimensioni degli strumenti (segno per lei evidente del fatto che erano portatili, di uso personale), e due particolarità emergenti dalla ipotesi di Borchardt: la relativamente grande dimensione della barra trasversale e la necessità di determinare "prima" la direzione del meridiano, perché tali orologi fossero utili.

Ha poi trattato della impossibilità di avere una traduzione "certa" delle istruzioni del cenotafio di Seti I, e della possibile natura simbolica degli strumenti trovati: essi potrebbero non corrispondere a meridiane in uso, ma potrebbero essere stati costruiti al mero scopo di far parte di un corredo tombale. In fondo Ra era la divinità massima, ed era individuato nel Sole, e gli orologi potevano essere un omaggio a Ra. Quello che personalmente ritengo più innovativo, dell'articolo, è la proposta di abbandonare i riferimenti ad un sistema orario noto, riconoscendo una possibile natura meramente convenzionale dei rapporti fra le distanze delle marche sull'asta. Per le restanti parti della sua trattazione, l'articolo della Simmons si riferisce ad orologi più recenti, di epoca ellenistica o Romana. (300 AC - primi anni dell'era cristiana)

Un secondo articolo, a cura di Herbert Rau di Berlino, edito nel 1999 (e reperibile nel sito Internet degli gnomonisti austriaci) pubblica le esatte misure degli strumenti in questione, aggiungendo un breve commento che esamina la soluzione di Borchardt (propone le tre posizioni della protesi, di cui si è detto). Egli evidenzia che nel cenotafio di Seti non si fa riferimento a possibili barre trasversali da aggiungersi, e menziona i dubbi dello stesso Borchardt. Si sofferma anche su ipotesi che non prevedono l'aggiunta della traversa, evidenziando la difficoltà di orientare correttamente lo strumento secondo la direzione Est-Ovest.

Aggiunge poi una nota, che potrebbe essere degna di studio: tornando alla ipotesi che si tratti di uno strumento d'altezza (ma non sarebbe un vero e proprio orologio, pur rimanendo uno strumento gnomonico) egli osserva che l'ombra del parallelepipedo, senza protesi, va fino alla 4a tacca a mezzodì degli equinozi, e fino alla 6a (quella più vicina alla testa) al solstizio d'estate; ipotizza infine che quando il sole avesse dato un'ombra più breve di un certo valore (suppone un'altezza di 40°, ma non sono riuscito a capire il perché della scelta, a meno che non sia all'incirca l'altezza massima al solstizio invernale) il lavoro diurno (all'aperto, sotto il sole) venisse sospeso. E' un'idea da non trascurare, anche se appare troppo "umana" per una civiltà antica (e anche per una moderna!).

Venendo all'articolo di Goddio / Valdés, che ha originato questo mio "rapporto", esso avanza delle nuove ipotesi, che rimettono in discussione il problema, e si basano essenzialmente su due argomenti: una nuova interpretazione del testo di Seti I, e la necessità che lo strumento si auto-orienti, misurando contemporaneamente ore ineguali con errori modesti.

Una parte dell'articolo è dedicata a confermare che la suddivisione oraria egizia era in dodicesimi del giorno, e che l'origine di tale suddivisione non sarebbe mesopotamica. In particolare, per dimostrarlo, fa riferimento ad una grandiosa rappresentazione di Nut, la dea della notte, con indicazioni calendariali, trovata nella tomba di Ramses IV. Considerando portatile lo strumento, gli autori ritengono giustamente che il suo uso non potesse essere condizionato dalla previa determinazione della posizione del meridiano locale, operazione che avrebbe comunque portato via, anche per un operatore esperto, almeno un giorno, o una notte. Inoltre, per gli autori l'orologio non aveva "traverse", ma semmai un modesto prolungamento della testa costruito in legno (perché? Il fatto si è che nel testo di Seti si ripete più volte, con chiaro riferimento allo Gnomone, il termine merkhet, che ha il *determinativo* "legno". I Geroglifici sono sovente la combinazione di alcuni segni, uno dei quali è considerato il *determinativo*).

Altri particolari delle "istruzioni" suggeriscono l'idea che il prolungamento fosse fatto a forcilla. Gli autori basano inoltre le loro considerazioni su una proprietà delle "ore ineguali", utilizzata anche da orologi portatili di epoca romana, come potrebbe essere quello denominato Anello di Filippi: sul fatto cioè che i due raggi estremi del sole dell'arco di un'ora ineguale divergono sempre all'incirca 15°, tutto l'anno. Non sto a ripetere in questa

sede le considerazioni di Valdés, a dimostrazione della sua tesi: i risultati dei suoi conti, estesi all'arco annuo del moto solare, la confermano, con uno scarto accettabile inferiore al grado.

La conclusione è la seguente: se si inclina il piano dello strumento in modo che la superficie della barra sia illuminata perpendicolarmente dal sole di mezzodì (ogni giorno, quindi, bisognerebbe verificare che l'orologio sia inclinato di $\pi/2 - \varphi + \delta$), è possibile leggere un certo numero di ore della giornata semplicemente disponendolo in modo che l'ombra della testa sia sovrapposta alla barra. L'operazione è semplice, se si può contare sull'aiuto di un certo numero di cunei con angoli diversi, da inserire al disotto della barra, in modo da tenere conto sia della latitudine che della declinazione. Secondo il testo di Seti, infine, il tutto è applicabile fra la seconda e la decima ora, mentre prima e dopo il sole *non brilla* a sufficienza. Più che non brillare, l'ombra esce dalla superficie dello strumento. Da notare che l'orologio così apparecchiato non si disporrebbe secondo la direzione Est-Ovest (se non agli equinozi) ma inseguirebbe in certo modo la direzione del sole, adeguandosi di ora in ora. Solo a mezzodì si troverebbe allineato con il Primo Verticale, ma in una posizione "incerta", in una specie di situazione asintotica.

Facciamo un esempio, coerente con le latitudini egiziane: nel solstizio estivo in una località a 30° di Latitudine, il cuneo al disotto della barra ha un'inclinazione di 6,5°. Se si pone l'orologio al sole allo scoccare della seconda ora, la sua direzione (l'amplitudine) vale circa 16° rispetto alla direzione Est/Ovest, guardando verso Nord. Se invece siamo alla stessa ora del solstizio invernale, il cuneo deve avere un angolo di 53,5°, e l'angolo rispetto alla linea Est/Ovest sarà all'incirca uguale al precedente, ma guardando verso Sud. A mano a mano che passa la mattinata, lo strumento va ruotato lentamente inseguendo la direzione dell'ombra, fino a disporlo, al limite, in direzione Est-Ovest, a mezzodì in entrambi i casi. Lo strumento quindi si orienta da solo, senza bisogno di determinare il meridiano locale.

La soluzione proposta è ragionevole, e risolverebbe molte questioni sospese: l'unica cosa che mi lascia perplesso è la necessità che il proprietario porti con sé un congruo numero di cunei, da inserire con il variare della stagione. Quanto poteva essere portatile uno strumento così? Possiamo pensare che egli avesse il servitore addetto alle ore, con lo zaino per i cunei, se il viaggio era lungo. E su ogni cuneo era segnata la data, o l'arco dei giorni per cui era utilizzabile. Mah... Era comunque un "posto di lavoro" che durava 8 ore... La disoccupazione probabilmente non era un fenomeno molto noto, all'epoca.

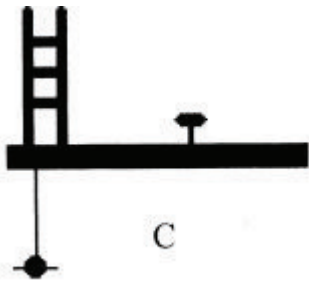
Per quanto riguarda l'uso notturno dello strumento, illustrato per altro anch'esso nel Cenotafio di Seti I, i due autori non si dilungano, e riprendono una illustrazione di Guyon (1977). Mi si permetta di essere critico: la proposta non pare essere coerente con il fatto che l'equatore celeste è inclinato di 60° rispetto all'orizzonte, e che l'eclittica viaggia fra 36,5 e 83,5 gradi, soprattutto quando si è vicini al solstizio estivo. Inoltre chiunque abbia un poco di esperienza di lavoro con traguardi (le paline dei geometri) sa che quanto disegnato da Guyon non è praticabile se si vogliono risultati appena credibili. Inoltre, che utilità specifica può avere *quello* strumento? Non basta un bastone qualsiasi?

Due proposte mie: sensate? L'Abbé Dinouart nel 700 ha pubblicato un libro: "l'art de se taire" in cui si dice che è meglio tacere, e passare per sprovveduto o disinformato, che parlare (o scrivere) e passare per imbecille (in dialetto torinese si dice "*fé la figura dal ciculaté*" per via di una circostanza di cui tratterò un'altra volta). Ma l'occasione è troppo ghiotta, per non correre il rischio. Ho così provato a fare l'elenco di alcune note, idee e circostanze, tutte quelle che mi sono capitate per la testa: per poi arrivare a qualche conclusione, ovviamente. Ma non pretendo che siano la verità rivelata.

La necessità di protesi, comunque siano queste ultime, al disopra della testata dello strumento, è dubbia. Come mai il tagliapietre ha lavorato una pietra durissima (scisto giallo, che tra l'altro ha una evidente "fibra" in una particolare direzione) con cura certosina, facendo un perfetto incastro a mortasa (roba da laser) per poi tagliare il parallelepipedo ad un'altezza insufficiente? Perché? Se lo strumento fosse uno solo, si potrebbe pensare ad un errore, ma sono più d'uno, e tutti tagliati così. Eppure i fori esistenti in testa e le due scanalature laterali devono pur avere un'utilità. Ammettiamo quindi che si dovesse aggiungere qualcosa, magari mobile, tale da poter ruotare su se stesso. Per esempio la forcilla ipotizzata dal dott. Valdés, che

potrebbe volgersi ad Est, o a Nord, a seconda delle necessità. La forma a V garantisce una qualità di lettura superiore a qualsiasi altra forma. O quella a scaletta, qui illustrata.

L'articolo della Dott. Simmons contiene almeno due note rilevanti: la proposta di considerare i punti orari come



dati meramente convenzionali, non legati ad un sistema orario definito, e un disegno con le silhouettes degli orologi a L trovate in vari testi. Il disegno a lato mi ha colpito: si direbbe che in uno dei fori orari sia stato inserito un piolo, una caviglia, un qualcosa che fa sembrare l'intero strumento una diottra, un mirino, insomma. Ma potrebbe servire ad altro, per esempio a fissare il capo di una fune.

La prima osservazione della Simmons potrebbe giustificare una suddivisione solo approssimativa del giorno, con dei *punti orari* che non hanno riscontro con suddivisioni a noi note; sulla caviglia invece ho meditato a lungo. Si giustificerebbe il fatto che i punti orari siano dei fori, mentre sarebbe più

ragionevole se fossero delle scanalature, delle tacche di una certa lunghezza. Nello strumento 19743 (quello della prima figura) esiste anche un foro "spurio" vicino al parallelepipedo di testata. Che funzione potrebbe avere? Il dott. Valdés ne ha trattato, considerando tale foro il segno della 6a ora: ma il punto della 6a ora potrebbe essere benissimo il piede della traversa. Tra questo foro e la parete c'è circa 1 cm e può essere dubbio che il cartiglio geroglifico si riferisca al foro.

Il metodo Goddio/Valdés ha una particolarità che va tenuta in conto: il fatto che il piano dell'orologio debba essere perpendicolare alla direzione del sole a mezzodì, ed avere i due piani laterali sempre paralleli ai raggi. Un'altra nota che salta all'occhio, in merito a tale proposta, è che in quel modo l'orologio è molto più vicino allo schema di un orologio polare che non a quello orizzontale, da cui l'articolo era partito. Le preoccupazioni degli autori, circa la qualità dei piani d'appoggio (sono giunti ad ipotizzare un galleggiante, per garantire l'orizzontalità), pare eccessiva, data la scarsa qualità dello strumento.

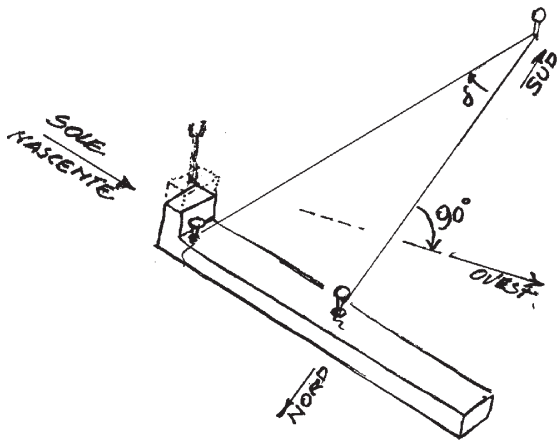
Forte di queste elucubrazioni notturne, ho concluso che, mantenendo contro voglia una protesi, un gnomone a forcina simile a quello ideato da Goddio/Valdés, avrei dovuto trovare un sistema che realizzasse due condizioni: un modo alternativo, anche approssimativo, per orientare lo strumento in direzione Est-Ovest, e la rotazione al momento della lettura, perché l'ombra della testa sia parallela alla base.

Ammesso che lo strumento sia parallelo al Primo Verticale, la seconda condizione si realizza facilmente, a mano, al momento della lettura, ruotandolo intorno ad uno spigolo senza sollevarlo dal piano di appoggio, fino a quando l'ombra abbia la posizione desiderata, esattamente sovrapposta alla lastra più lunga, parallela ai suoi bordi. Si legge l'ora, e poi lo si ripone, avendo cura che non perda l'orientamento. Quando lo strumento è orizzontale si ha inoltre l'esatta percezione del mezzodì, anche al solstizio estivo, quando i raggi sono quasi verticali, perché in quel momento l'ombra della testa è *su se stessa*.

La prima condizione (l'orientamento) è invece ottenibile solo in quelle ore in cui *"il sole non brilla"*, quelle scartate dal Cenotafio di Seti I. Supponiamo di disporre l'orologio (senza inclinarlo) sul piano orizzontale, in direzione del sole nascente: l'amplitudine (angolo del sole nascente, rispetto alla direzione del Primo Verticale) è nota di giorno in giorno. Se fissassimo una fune di adeguata lunghezza (le estremità legate a due pioli come quello del disegno della dott. Simmons) al foro "spurio" e ad uno dei fori "orari", potremmo ottenere un triangolo rettangolo la cui ipotenusa sia orientata in direzione Nord-Sud. Basta disporre di una tabella della lunghezza delle funi (per esempio di dieci giorni in dieci giorni) e fare in modo che il cateto sia sul prolungamento della parete verticale del parallelepipedo. Determinato il triangolo, si ruota strumento, che sia perpendicolare all'ipotenusa.

Le corde pesano meno e sono meno ingombranti dei cunei. Certo, il problema è che ci si deve alzare presto al mattino, e che l'orologio non funziona se non si è fatto in tempo utile tutto questo "trigo". Ma che cosa possiamo volere di più, da un pezzo di pietra e due cordini?

Si ottiene così un orologio “quasi” sul piano Polare (ad ore uguali ? bisogna verificare...). E’ una proposta più

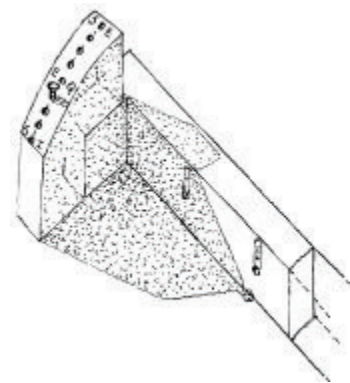


limitativa di quella di Goddio/Valdés, perché l’operatore deve essere sveglio all’alba (allora non penso esistessero problemi), e perché una volta trovato l’orientamento l’orologio non può essere più spostato: addio al requisito della portatilità. Ma in compenso ho elaborato una “proposta di lettura” dello strumento che è compatibile con il testo di Seti I, ed ha il pregio di essere più economica, anche in termini di peso, che non la proposta Goddio/Valdés.

Una seconda possibilità, che però dà risultati a volte dubbi, soprattutto verso il Solstizio estivo, è la seguente: ammettiamo che tutto quello che ho scritto finora sia

errato, e che lo strumento vada usato “coricato” su un fianco e serva per misurare la lunghezza delle ombre fra uno gnomone verticale inserito per traverso sulla testa e i segni orari sulla lastra lunga: lo gnomone dovrebbe avere altezza variabile, massima nel solstizio estivo, e nettamente più breve in quello invernale. (La scaletta illustrata dal disegno della Dott. Simmons? Il collega Gianni Ferrari ha illustrato qualcosa di simile nell’ultimo Seminario: la lunghezza variabile dello gnomone era ottenuta nel suo caso facendo scorrere un segnale su un’asta verticale, secondo posizioni dipendenti dalle date. Nulla impedisce di applicare il principio ad un’asta verticale inserita nella testa, o davanti alla testa dello strumento).

Si può anche ipotizzare un unico blocco (vedi figura), una protesi che abbia in testa dei fori con i riferimenti alle date, in cui inserire un segnale, e che realizzi in unica soluzione progressivi allungamenti della testa e concomitanti accorciamenti dello gnomone verticale: le lunghezze d’ombra diventano le ipotenuse di ipotetici triangoli rettangoli con un cateto dipendente dalle stagioni, migliorando la qualità delle suddivisioni orarie. Ho provato a fare i conti, e la nuova protesi ha le proporzioni del disegno a lato; è piccola e poco ingombrante, sta dentro ad un quadrato di 7 cm di lato, nel caso dei reperti del Museo di Berlino. L’ipotesi corrisponde alle linee d’ombra disegnate nel frammento di papiro menzionato sopra, di sfuggita perché troppo recente (30 AC?).



Lo strumento diventa così, comunque, un orologio d’altezza che non necessita di orientamento. E soddisfa in buona parte il testo di Seti I, dove dice che l’orologio va girato dall’altra parte dopo mezzodì e dove spiega che l’ombra va tenuta dentro la superficie più lunga. E’ una interpretazione “allargata”: è dentro, ma a terra. Si spiegherebbe anche il motivo per cui il risvolto di testata è così breve: si deve girare dall’altra parte la L in pietra, non la protesi.

A questo punto, quali sono le conclusioni? I giochi sono aperti, è una specie di sfida, un gioco a scacchi che non ha lo scacco matto; un invito al lettore a continuare a riflettere. Ho fatto le bucce a chi mi ha preceduto; aspetto chi farà le bucce a me. Il bello è che ne sarei anche contento.

La meridiana orizzontale di Aquileia-II Plinto di Euporus

Paolo Auber

Descrizione dell’oggetto

Si tratta di un oggetto ben noto agli gnomonisti italiani e stranieri ed è stato già molto studiato, sia da un punto di vista archeologico sia prettamente gnomonico.

Su due plinti circolari si appoggia una pesante e spessa lastra orizzontale di pietra d’Aurisina, delle dimensioni di circa 2m x 1m, che però non ha l’aspetto di un tavolo perché la superficie orizzontale è ricavata scavando la lastra in modo da lasciare un bordo alto