

**Osservatorio Astronomico di Genova**  
*13 - 14 aprile 2013*

# 15° Seminario di Archeoastronomia



***Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici***

Genova, 13 - 14 aprile 2013

**Osservatorio Astronomico di Genova**

---

**15° Seminario  
di  
Archeoastronomia**

***Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici***

In copertina: Al tramonto del solstizio estivo la luce solare penetra attraverso il tetralite del Caprione (E. Calzolari)



# OSSERVATORIO ASTRONOMICO di GENOVA

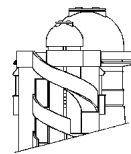
[www.oagenova.it](http://www.oagenova.it) [info@oagenova.it](mailto:info@oagenova.it)

tel. (+39) 010 6042459

**Università Popolare Sestrese**

Piazzetta dell'Università Popolare 16154 GENOVA Italy

tel. (+39) 010 6043247



---

## Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici

### 15° Seminario di

## A R C H E O A S T R O N O M I A

Genova, 13 – 14 aprile 2013

Programma

**sabato 13 aprile 2013**

sessione mattutina

- 9,15 Apertura del Seminario
- 9,20 **Prolusione - Resoconto delle attività A.L.S.S.A.**  
Giuseppe Veneziano – Osservatorio Astronomico di Genova
- 9,25 **Astronomia e orologi nel Rinascimento. Gli orologi astronomici di Bologna e Macerata e le teorie cosmologiche di Filolao il pitagorico** pag. 5  
Giorgio Casanova
- 10,00 **Archeoastronomia nelle Ville imperiali romane: la Villa Jovis di Tiberio a Capri** pag. 16  
Marina De Franceschini – Archeologa  
Giuseppe Veneziano - Osservatorio Astronomico di Genova
- 10,40 **Effetti della rotazione terrestre sulla previsione dei fenomeni celesti (Sulla presunta eclisse del Monte Bego)** pag. 26  
Giuseppe Veneziano – Osservatorio Astronomico di Genova
- 11,15 **L'Età del Mondo. Il sistema cronologico newtoniano tra astronomia, archeologia ed esegesi** pag. 55  
Alessio Miglietta – Osservatorio Astronomico di Genova
- 11,50 **Il “Bastone equinoziale”** pag. 77  
Luigi Torlai – Ass. Tages (Pitigliano), Società Italiana di Archeoastronomia
- 12,30 Pausa per il pranzo

## sabato 13 aprile 2013

### sessione pomeridiana

- 15,30 **Tracce di un antico osservatorio dei Liguri Apuani in Garfagnana** pag. 85  
Mauro Peppino Zedda
- 16,05 **Il Sole dell'Avvenire e l'utopia rivoluzionaria di Aristonico (II sec. a.C.)** pag. 86  
Ettore Bianchi
- 16,40 **La "Dag Rune", la 'Runa del giorno' e altre quattro** pag. 94  
Luigi Felolo – Istituto Internazionale di Studi Liguri
- 17,15 Chiusura della sessione pomeridiana

## domenica 14 aprile 2013

- 9,15 Apertura del Seminario
- 9,20 **Per un progetto di Parco di paleo-archeoastronomia nel promontorio del Caprione (SP)** pag. 102  
Enrico Calzolari – Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici
- 9,55 **Campi di piramidi e costellazioni del piano galattico** pag. 112  
Paolo Pietrapiana
- 10,25 **Il "Sasso del Regio": un calendario luni-solare?** pag. 123  
Stefano Carboni
- 10,55 **Iconografia preistorica e Coreutica: la Danza alle porte del Cosmo** pag. 134  
Gaudenzio Ragazzi
- 11,25 **La misurazione archeoastronomica dei ruderi della chiesa di Santo Stefano a Isola del Cantone (GE)** pag. 146  
Henry De Santis – Archeoastronomia Ligustica  
Sergio Pedemonte
- 11,50 **Il Metodo Nautico** pag. 152  
Mario Codebò – Archeoastronomia Ligustica  
Agostino Frosini
- 12,25 Chiusura dei lavori



# *Astronomia e orologi nel Rinascimento*

## *Gli orologi astronomici di Bologna e Macerata e le teorie cosmologiche del pitagorico Filolao*

**Giorgio Casanova**

Quando nel secolo XIV comparvero i primi orologi meccanici, ancora non era del tutto chiaro quali sarebbero stati gli sviluppi seguenti di questo straordinario strumento che tanto ha condizionato (e che condiziona) la nostra vita. Il nome del suo inventore (o inventori) ci è ignoto<sup>1</sup>. Nato come “svegliatore” ad uso dei conventi, non aveva in origine il quadrante o “sfera” dove sono rimarcati i numeri che dividono la giornata, essa apparve solo nel ‘400, in quanto l’orologio era dotato di una campana che suonava allo scadere delle ore. In questo modo l’incaricato svegliava i monaci per la preghiera o suonava la campana posta sul campanile. La Chiesa fu molto attenta a questa nuova invenzione e ne comprese subito l’utilità in riguardo alle proprie esigenze che erano, in particolare, quelle di poter dividere con maggior precisione il tempo durante la giornata per le funzioni religiose e lavorative dei monaci. Subito dopo la sua prima comparsa, scrisse Carlo M. Cipolla: *l’orologio si diffuse rapidamente per tutta l’Europa e presto quei primi orologi furono dotati di meccanismi per suonare le ore. A Milano nel 1309, nella chiesa di S. Eustorgio fu installato un orologio in ferro; la cattedrale di Beauvais ebbe probabilmente un orologio munito di campane prima del 1324; nel 1335, secondo un cronista italiano, la chiesa di San Gottardo a Milano aveva “un orologio meraviglioso, con un grande battaglio che percuote una campana ventiquattro volte in corrispondenza delle ventiquattr’ore del giorno e della notte e così della prima ora della notte da un tocco, alla seconda due tocchi ... e in tal modo si distingue un’ora dall’altra”(...*). Il monastero di Cluny nel 1340 aveva un orologio e la cattedrale di Chartes ne aveva due. A Padova nel 1344 venne installato un orologio pubblico che “giorno e notte marca le ore automaticamente”. Gli orologi pubblici che suonavano le ore fecero la comparsa a Genova nel 1353, a Bologna nel 1356 e a Ferrara nel 1362.<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Per una bibliografia degli antichi orologi opere fondamentali restano: G. Brusa, *L’arte dell’orologeria in Europa. Sette secoli di orologi meccanici*, Busto Arsizio, Bramante Editrice, 1982; E. Morpurgo, *Dizionario degli orologiai italiani*, Milano, 1974; C. M. Cipolla, *Le macchine del tempo*, Bologna il Mulino, 1981. Un testo interessante anche se assai vecchio e superato è quello di T. Belgrano, *Degli orologi pubblici d’Italia con aggiunte e notizie della Posta in Genova*, in “Archivio Storico Italiano”, VII (1868), pp. 28 – 88.

<sup>2</sup> C. M. Cipolla, *Le macchine del tempo*, op. cit., pp. 20 – 21.

Nel corso del '300 si ebbe quindi la diffusione dell'orologio nella grandi zone urbane europee: *Italia del Nord, Catalogna, Francia settentrionale, Inghilterra meridionale, Fiandre, Germania. Una ricerca più approfondita permetterebbe forse d'intravedere che, più o meno, le regioni dell'industria tessile in crisi ricoprono l'area di diffusione degli orologi meccanici.*<sup>3</sup>

I grandi orologi posti sui campanili delle cattedrali o sulle torri dei comuni presero presto un aspetto spettacolare: divennero planetari, macchine da spettacolo con statue semoventi, macchine che potevano essere tutto tranne che precise nel segnare le ore, probabilmente la funzione meno importante per i loro costruttori. Infatti le nuove macchine: *sono fragili, capricciose, irregolari. Il nuovo tempo perde ancora spesso numerosi colpi e l'orologio urbano è spesso guasto. Più che un attrezzo della vita quotidiana, esso è ancora una meraviglia, un ornamento, un giocattolo di cui la città si inorgoglisce. Appartiene all'ornamento urbano, al prestigio più che all'utilità*<sup>4</sup>.

Questi meccanismi destavano tanta meraviglia da circondare di leggende i loro costruttori, personaggi favolosi sospettati talvolta di avere concluso un patto con il diavolo, tanto la loro scienza appariva misteriosa. Certo esistevano anche macchine straordinariamente precise come il trecentesco planetario del Dondi, ma non si trattava di un orologio. Anche se il sistema meccanico per farlo funzionare era il medesimo, il suo compito non era quello di segnare le ore, bensì di rimarcare il moto dei pianeti rifacendosi al sistema tolemaico, si intende cioè con al centro la Terra e non il Sole.

Questa mancanza di precisione degli orologi pubblici non sembra abbia molto disturbato gli uomini del Rinascimento che continuavano a vivere di un tempo incerto: *Tempo non unificato, ancora urbano e non nazionale, sfasato rispetto alle strutture statali che si vanno insediando, tempo di monadi urbane. Lo sottolinea la diversità stessa del punto di partenza del nuovo tempo, l'ora zero degli orologi: qui mezzogiorno, là mezzanotte, il che non sarebbe grave; ma più spesso è ancora il sorgere o il tramontare del Sole.*<sup>5</sup> I viaggiatori del Quattro e Cinquecento in Italia rilevarono la confusione e disordine di questo mutevole inizio o fine della giornata nelle diverse città. L'unificazione del tempo avvenne solo nel secolo XIX in seguito alla rivoluzione industriale, gli orari ferroviari e l'istituzione dei fusi orari. Una delle prime testimonianze letterarie del tempo unificato fu il romanzo di Jules Verne: *Il giro del mondo in ottanta giorni*, edito nel 1873.

Questi grandi orologi erano comunque l'orgoglio campanilistico di molte città europee ma non mancavano neppure nel mondo islamico che in fatto di automi non era, assieme a quello bizantino, da meno a quello occidentale, lo aveva anzi in qualche modo preceduto nell'Alto Medioevo, periodo che non si può certo ritenere l'Europa occidentale un faro di civiltà.

Molte città italiane rinascimentali ebbero così i loro monumentali orologi alcuni dei quali astronomici di cui è opportuno fare una rapida carrellata per poi concentrare la nostra attenzione su due di essi, quelli di Bologna e Macerata (in particolar modo riguardo al primo) per la loro concezione del sistema solare differente da tutti agli altri. La maggior parte di orologi astronomici vennero realizzati nell'Italia settentrionale, ma non mancano esempi anche in quella centrale. Al secolo XV appartengono quelli di Mantova, Parma, Reggio Emilia, Bologna, Ferrara, Venezia, Padova, Siena, al secolo XVI gli orologi di Brescia, Cremona, Clusone,

---

<sup>3</sup> J. Le Goff, *Tempo della Chiesa e tempo del mercante. E altri saggi sul lavoro e la cultura nel Medioevo*, Torino, Giulio Einaudi editore, 1977, p. 34.

<sup>4</sup> *Ibidem*, p. 35.

<sup>5</sup> *Ibidem*, p. 35.

Bassano, Arezzo. L'elenco non è ovviamente completo e l'argomento meriterebbe un approfondimento.

A quei tempi un orologio, specie un grande orologio pubblico, valeva un patrimonio. *Costava costruirlo, e il suo costo d'esercizio, che in genere comprendeva il salario di un governatore costituiva un problema per le finanze locali. La decisione di costruire un orologio era spesso il risultato di lunghi e accesi dibattiti cittadini. Ma in genere le varie comunità si dimostrarono avide e orgogliose di possedere un orologio pubblico* <sup>6</sup>. Il fatto è che a volte, quando si trattava di orologi astronomici, potevano essere utilizzati per scopi che non erano esattamente solo per sapere l'ora. Nel 1473, Bartolomeo Manfredi asseriva che le complicate indicazioni cosmologiche dell'orologio pubblico di Mantova servivano a indicare: *il momento adatto alla flebotomia, la chirurgia, per fare i vestiti, arare la terra, iniziare i viaggi e altre cose necessarie in questo mondo* <sup>7</sup>. Più che astronomia si trattava di astrologia che, comunque, erano a quei tempi strettamente legate.

Scrisse a proposito dell'uso dell'astrologia medica Alfredo Cattabiani: *Venne presto accettata l'astrologia medica con i suoi riferimenti ai quattro elementi e ai quattro umori, spiegando che se ne poteva integrare all'interno del cristianesimo quella parte che trattava delle cose materiali soggette ai cambiamenti sulla scia del corso degli astri e dei pianeti, come per esempio la salute, le malattie, le tempeste, la fertilità o la sterilità; mentre si doveva rifiutarne l'aspetto superstizioso che voleva ricondurre all'influenza degli astri gli eventi contingenti che cadevano sotto il libero arbitrio e riguardavano perciò la libertà umana. Lo studio della medicina astrologica comportava ovviamente anche le tecniche per individuare il tema natale, indispensabile per delineare astrologicamente la costituzione corporea* <sup>8</sup>.

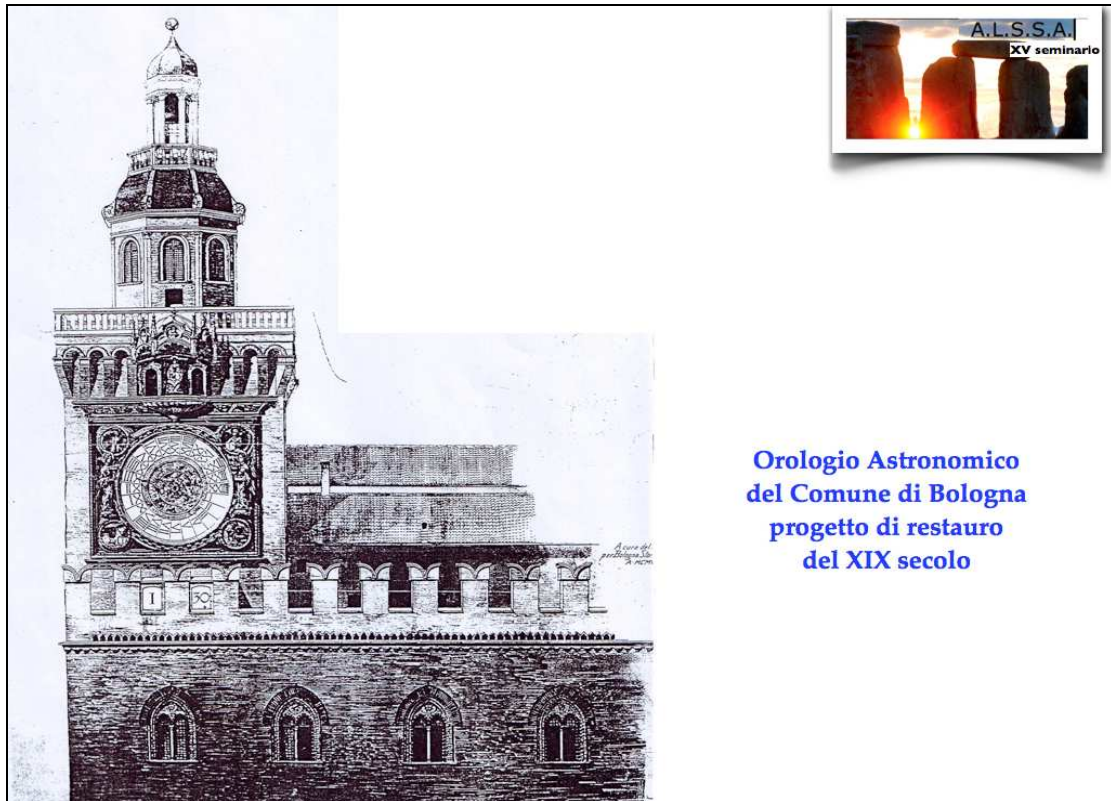


<sup>6</sup> C. M. Cipolla, *Le macchine del tempo*, cit., pp. 21 – 23.

<sup>7</sup> *Ibidem*, p. 24.

<sup>8</sup> A. Cattabiani, *Planetario. Simboli, miti e misteri di astri, pianeti e costellazioni*, Milano, Oscar Mondadori 2010, p. 28.





Orologio Astronomico  
del Comune di Bologna  
progetto di restauro  
del XIX secolo

Ma gli orologi astronomici non erano solo quelli pubblici, cioè da campanile o da torre. Ne furono costruiti anche per gli interni dei palazzi. Fu Lorenzo della Volpaia, componente di una famiglia di orologiai di Firenze, (ma originari di Arezzo) a costruirne uno citato, nel 1484, in una lettera del Poliziano. Così lo descrisse vagamente il suo costruttore: *è uno strumento simile a uno horiuolo nella sfera del quale si mostrerà tutti e pianeti co' loro moti. E inaprima faremo l'horoiuolo potente si che possa resistere alla fatica di tutti si che la prima ruota cioè la maestra del tempo quella che da peso a moto sia così proporzionata con detto horoiuolo che detta ruota peni 4 ore a dare una volta*<sup>9</sup>. L'orologio restò per 25 anni in casa del suo costruttore che lo andò sempre più perfezionando finché fu venduto, nel 1510, alle autorità fiorentine che lo fecero installare a Palazzo Vecchio. Non ci è dato sapere quale tipo di sistema sia stato utilizzato per ordinare il moto dei pianeti, sicuramente quello tolemaico.

L'orologio di Bologna venne fatto oggetto di studio all'inizio del Novecento da Alfonso Rubbiani.<sup>10</sup> Più che del meccanismo vero e proprio Rubbiani si interessò della sfera dell'orologio, raffigurata in modo assai diverso da tutti quelli dell'epoca. L'orologio di Bologna, *secondo solo a quello di Padova per data di costruzione, fu il primo ed unico a mostrare nel suo quadrante un'immagine del mondo diversa dal sistema tolemaico. Il quadrante di Bologna, per suggerimento del cardinal Bessarione, il noto rinnovatore delle lettere greche in Italia e delle filosofie platoniche, avrebbe mostrato il mondo come lo supposero nell'antica Grecia i discepoli di Pitagora e anzitutto Filolao di Taranto, (o Crotone) cioè un fuoco centrale, attorno a cui roteassero il sole, la luna, la terra, i pianeti e la volta siderea*<sup>11</sup>. In realtà l'orologio di Bologna non fu l'unico a fare eccezione nel non presentare la terra al centro del sistema solare, c'è da registrare un'altro caso, l'orologio di Macerata anche se risalente alla seconda metà del XVI

<sup>9</sup> E. Morpurgo, *Dizionario*, op. cit., p. 179.

<sup>10</sup> A. Rubbiani, *L'orologio del Comune di Bologna e la sfera del 1451. Note storiche*, in "Atti e Memorie della R. Deputazione di Storia Patria per le Province di Romagna", ser. 3, XXVI (1908), pp. 349 – 66.

<sup>11</sup> *Ibidem*, pp. 349 – 350.

secolo, ma in un'epoca ancora in cui vigeva il sistema tolemaico. Furono i fratelli Lorenzo Maria e Ippolito Rainieri di Reggio Emilia a realizzare, nel 1569, l'orologio per la torre comunale di Macerata che non presentava la Terra al centro e neppure il fuoco centrale come quello di Bologna, ma il Sole, seguendo il sistema copernicano, mentre tutti gli altri orologi continuavano ad utilizzare il sistema tolemaico. Torneremo successivamente su questo argomento.

Nel medesimo periodo (la seconda metà del XV secolo) furono costruiti gli orologi monumentali di Venezia e di Reggio che, appunto, continuarono a mostrare nei loro quadranti il sistema tolemaico: *ed anzi questo prevalse lungamente negli orologi pubblici, anche dopo divulgata l'invenzione di Copernico. La Terra, rimanendo sempre figurata al centro e il Sole girante coll'indice per le ore del giorno*<sup>12</sup>. E questo ancora per molti decenni dopo la pubblicazione del libro di Copernico avvenuta nel 1543, ma concepito e scritto molto tempo prima.

Era un giorno di ottobre del 1451, scrisse Alfonso Rubbiani: *quando l'orologio, ora detto di Palazzo, apparve finito. La piazza dovè gremirsi di popolo per vedere la nuova meraviglia attesa da sette anni, giacché la commissione ai due orefici, mastro Giovanni di Evangelista da Piacenza e mastro Bartolomeo di Gnudolo, ne era stata (data) dagli Anziani fino dal 1444. Ed era uno dei primi grandi orologi pubblici con mostra e indici delle ore che si vedesse in Italia: anzi appena il secondo dopo quello costruito dal Dondi a Padova*<sup>13</sup>. All'Archivio di Stato (di Bologna) si conserva l'atto con cui ai due artefici soprannominati furono incaricati del suddetto lavoro, il documento contiene anche la minuziosa descrizione di come l'orologio doveva apparire esternamente, tanto da poter essere ricostruito almeno visivamente nei particolari. Si obbligava dunque i maestri: *a costruire e infiggere nella torre un orologio con una sfera e con uno o più raggi indicatori, per modo che ai riguardanti la sfera mostri il tempo delle ore e delle ore del giorno e della notte ordinatamente, l'età della Luna e le sue rivoluzioni*.<sup>14</sup> Gli autori di questo complesso, oltre che orologiai, erano ambedue orefici.<sup>15</sup> Nel quadrante, dove si trovava la sfera, dovevano essere dipinte le quattro figure degli evangelisti, di *fini colori e dorate*, più due statue o figure di angeli dipinti. Sopra la suddetta sfera doveva essere costruito un corridoio in pietra dove circolavano degli automi: *cioè un angelo alto piedi 4 di terra cotta o di legno, dorato o dipinto che rimanga fermo a un canto del corridoio; un immagine della Beata Vergine Maria che abbia in grembo il Signor Nostro Gesù Cristo e sia di piedi 4 e dipinta come sopra, ma mobile, che cioè esca dall'altro canto del corridoio e cammini pel corridoio suonando una tromba davanti a tre statue o figure dei Re Magi in legno, dorate e dipinte, tre piedi alte; e passino davanti la figura della Beata Vergine e rientrino nella torre per una porticella; e appena rientrati l'angelo e i Re, la campana suonino le ore*<sup>16</sup>. Sopra la sfera e il corridoio doveva essere dipinta l'immagine dell'onnipotente Dio Padre e tre immagini di santi e una statua di San Petronio, sopra ancora doveva essere collocata la campana ed un tetto per proteggerla dalle intemperie.

---

<sup>12</sup> *Ibidem*, p. 350.

<sup>13</sup> *Ibidem*, p. 352. per sfera si intendeva il quadrante tondo dell'orologio, nei più antichi era l'indicatore o lancetta (chiamata così per la sua forma a lancia) a stare fermo mentre la sfera girava. Per questo motivo i numeri erano disegnati con l'alto verso l'esterno del cerchio per cui il 12 posto in alto, mentre il 6 che si trova in basso è in posizione rovesciata. Questo modo di segnare i numeri è rimasto in uso per lungo tempo, anche quando i quadranti (o sfera) sono rimasti fissi e giravano le lancette, se ne possono vedere ancora su antichi campanili.

<sup>13</sup> E. Morpurgo, *Dizionario degli orologiai italiani*, Milano 1974, p. 20.

<sup>14</sup> *Ibidem*, p. 352. per sfera si intendeva il quadrante tondo dell'orologio, nei più antichi era l'indicatore o lancetta (chiamata così per la sua forma a lancia) a stare fermo mentre la sfera girava. Per questo motivo i numeri erano disegnati con l'alto verso l'esterno del cerchio per cui il 12 posto in alto, mentre il 6 che si trova in basso è in posizione rovesciata. Questo modo di segnare i numeri è rimasto in uso per lungo tempo, anche quando i quadranti (o sfera) sono rimasti fissi e giravano le lancette, se ne possono vedere ancora su antichi campanili.

<sup>15</sup> E. Morpurgo, *Dizionario degli orologiai italiani*, Milano 1974, p. 20.

<sup>16</sup> A. Rubbiani, *L'orologio del comune di Bologna*, cit., p. 354.

Nel 1492 l'orologio ebbe a subire un incendio provocato dai fuochi artificiali, collocati sulla terrazza davanti all'orologio, per l'elezione di papa Alessandro VI. Restò fusa la campana e danneggiata la mostra dell'orologio. Furono fatte alcune modifiche e: *solo nel 1498, riparati anche i minori guasti nelle pitture e decorazioni della mostra da un Davide Tomasaccio pittore e da un Nicolò di Crevalcore maestro di legname, il gioco dei Re Magi tornò ad agire, mentre suonava la nuova campana fusa da m. Prospero di Reggio.*<sup>17</sup> Altri lavori furono eseguiti poco dopo la metà del '500, la mostra del 1451 ne restò modificata: *andarono perdute la riquadratura architettonica della sfera colle sculture dorate e dipinte degli Evangelisti, degli angeli e la tribunetta di terra cotta marmorata sopra la Madonna e dei Magi. Pur si salvarono la sfera, coi segni delle ore, le costellazioni dello zodiaco, il cielo azzurro del mezzo coi moti della luna, il fuoco centrale di Filolao e di Bessarione*<sup>18</sup>.

### Filolao il pitagorico, il cardinale Bessarione e la teoria del fuoco centrale.

Fu il cardinale Bessarione, Legato di Nicolò V, a Bologna a dare le disposizioni che il quadrante dell'orologio fosse realizzato in quel modo. Volle apportare delle modifiche e aggiungere alcune cose ("*certe sfere*") che non erano previste nel contratto di costruzione dell'orologio. Bessarione, *difensore dei pitagorici e di Platone, nel rinnovato dibattito fra liceo ed Accademia, pur ammirando Aristotele preferiva Platone. Egli nota volentieri che non solo nella trattazione delle cose divine e metafisiche questo superava Aristotele, ma spesso nelle naturali fin dall'antichità ellenica si consentiva o si doveva consentire con Platone. Ora questi, secondo Teofrasto e Plutarco, in sua vecchiezza aveva riconosciuto, a differenza di Aristotele, che la terra non poteva essere al centro dell'universo; ma accostandosi alle antiche opinioni pitagoriche, egli assegnava quel posto a qual'cosa di più degno o etereo. Lo Schiapparelli in una mirabile memoria sui precursori di Copernico nell'antichità, che basterebbe alla celebrità di uno scienziato, asserisce prova anzi che Platone conobbe e adottò la dottrina di Filolao del fuoco centrale*<sup>19</sup>.

Giovanni Bessarione, metropolita di Nicea (1403-1472) fu, oltre a uomo di Chiesa, un grande studioso dell'antichità greca, facilitato dalla conoscenza della lingua (in occidente erano rari i grecisti) e della facilità di reperire libri antichi a Bisanzio o comunque nel territorio dell'impero. L'occasione di soggiornare in Italia gli venne grazie al Concilio che si aprì a Ferrara nel 1438 e continuato l'anno successivo a Firenze. Tale Concilio avrebbe dovuto far riavvicinare la Chiesa greca con quella latina dopo lo scisma avvenuto quasi quattro secoli prima. Lo scopo non era solo quello religioso ma anche politico: l'impero d'oriente era ormai ridotto a poca cosa e gli ottomani continuavano inesorabili la loro avanzata; Costantinopoli era seriamente minacciata di cadere nelle loro mani. Molti vescovi bizantini si erano rifiutati di partecipare al Concilio allora l'imperatore per migliorare il livello intellettuale della delegazione: *aveva elevato alle sedi metropolitane tre dotti monaci: Bessarione di Trebisonda, metropolita di Nicea, Isidoro, metropolita di Kiev e di tutta la Russia, Marco Eugenio, metropolita di Efeso, ed aveva aggiunto quattro filosofi laici, Giorgio Scholaris, Giorgio Amirutzes, Giorgio di Trebisonda e l'anziano Pletone (Giorgio Gemisto)*<sup>20</sup>. Quest'ultimo fu accolto particolarmente bene a Firenze

---

<sup>17</sup> *Ibidem*, p. 354.

<sup>18</sup> *Ibidem*, p. 355.

<sup>19</sup> *Ibidem*, p. 360.

<sup>20</sup> S. Runciman, *La caduta di Costantinopoli 1453*, Milano, Feltrinelli Editore, 1968, p. 25.

dove venne festeggiato come il principale studioso di Platone e Cosimo de' Medici (il vecchio) fondò in suo onore l'Accademia Platonica.

Nelle discussioni seguite nel Concilio, Bessarione e Isidoro furono favorevolmente colpiti dall'erudizione degli italiani e desideravano ardentemente l'integrazione della cultura latina e greca. Alla fine l'accordo tra le due Chiese ci fu, ma rimase lettera morta perché sabotato da chi, a Costantinopoli, non ne voleva sapere di questa unione. Bessarione strinse poi amicizia con papa Niccolò V, succeduto nel 1447 a Eugenio IV. Niccolò *era uno studioso e uomo di pace, la cui più nobile azione fu la fondazione della Biblioteca Vaticana*<sup>21</sup>. Nel 1453 Costantinopoli cadde in mano ai turchi: la notizia arrivò a Venezia il 29 giugno. Fu mandato un corriere a Roma; il 4 luglio si fermò a Bologna *per informare il cardinale Bessarione che ivi soggiornava*<sup>22</sup>.

Bessarione visse sino al 1472, spese molte sue risorse per aiutare i profughi greci e per creare una biblioteca di testi greci che poi lasciò in eredità alla città di Venezia. Fu un seguace di Pitagora, Filolao, (474 – 399? a.C.) ad elaborare un nuovo sistema cosmico *nel quale il Sole era concepito come un astro riflettente la luce di un grande fuoco centrale, la "divina Hestia", emanante energia e calore in tutto l'universo e attorno al quale ruotavano non solo il Sole, Terra, Luna e pianeti ma anche una ipotetica antiterra, invisibile perché nascosta dietro l'astro maggiore, avente soprattutto l'ufficio di far salire a 10, il numero perfetto, il totale dei corpi celesti facenti parte del sistema del mondo. L'eliocentrismo*<sup>23</sup> *di Filolao, sebbene dettato da ragioni assai più mistiche che astronomiche, serviva egualmente bene a propagandare l'idea che non la Terra ma il Sole fosse il centro del mondo; tanto più che il geocentrismo imperante veniva generalmente sostenuto con argomenti che non erano certo più validi di quelli propugnati dai seguaci del pitagorismo mistico.*<sup>24</sup> Filolao in effetti, come pitagorico, riteneva che i dieci corpi che ruotavano attorno al Fuoco centrale *fossero proporzionali alle successive potenze del numero 3, che per i pitagorici aveva un preciso valore rituale*<sup>25</sup>. Per i pitagorici, infatti, il numero 3 era *il simbolo della Manifestazione (Divina) dell'uno – il Vertice – e il molteplice – 2 la base*. Si trattava, per i medesimi, di un numero sacro<sup>26</sup>. Anche il numero 10 era il simbolo della perfezione: *intesa come il compimento della Manifestazione Universale, raggiunta con il 10 che è la somma dei numeri sino al 4(1+2+3+4=10), per cui la decade "contiene il tutto", come l'unità, l'Uno che contiene il Tutto Potenziale*<sup>27</sup>. Secondo Filolao doveva esserci fuoco sia al centro dell'universo sia nel suo punto più alto e circondare tutto all'estrema circonferenza o al livello più alto. *Questo fuoco celeste era in parte osservabile, perché le stelle erano fuochi alla periferia, ma che dire del fuoco centrale? Qui secondo Filolao, i pitagorici fecero un balzo che li mise nettamente in testa rispetto ai loro contemporanei. La Terra non poteva essere il centro del cosmo né poteva esserlo il Sole*<sup>28</sup>.

---

<sup>21</sup> *Ibidem*, p. 65.

<sup>22</sup> *Ibidem*, p. 149.

<sup>23</sup> Il riferimento all'eliocentrismo di Filolao non sembra una definizione corretta perché eliocentrismo sta a significare la centralità del Sole e Filolao non pone il Sole al centro ma il Grande Fuoco, anche il Sole gira attorno ad esso.

<sup>24</sup> R. Migliavacca, *Storia dell'astronomia*, Milano Mursia, 1973, p. 110.

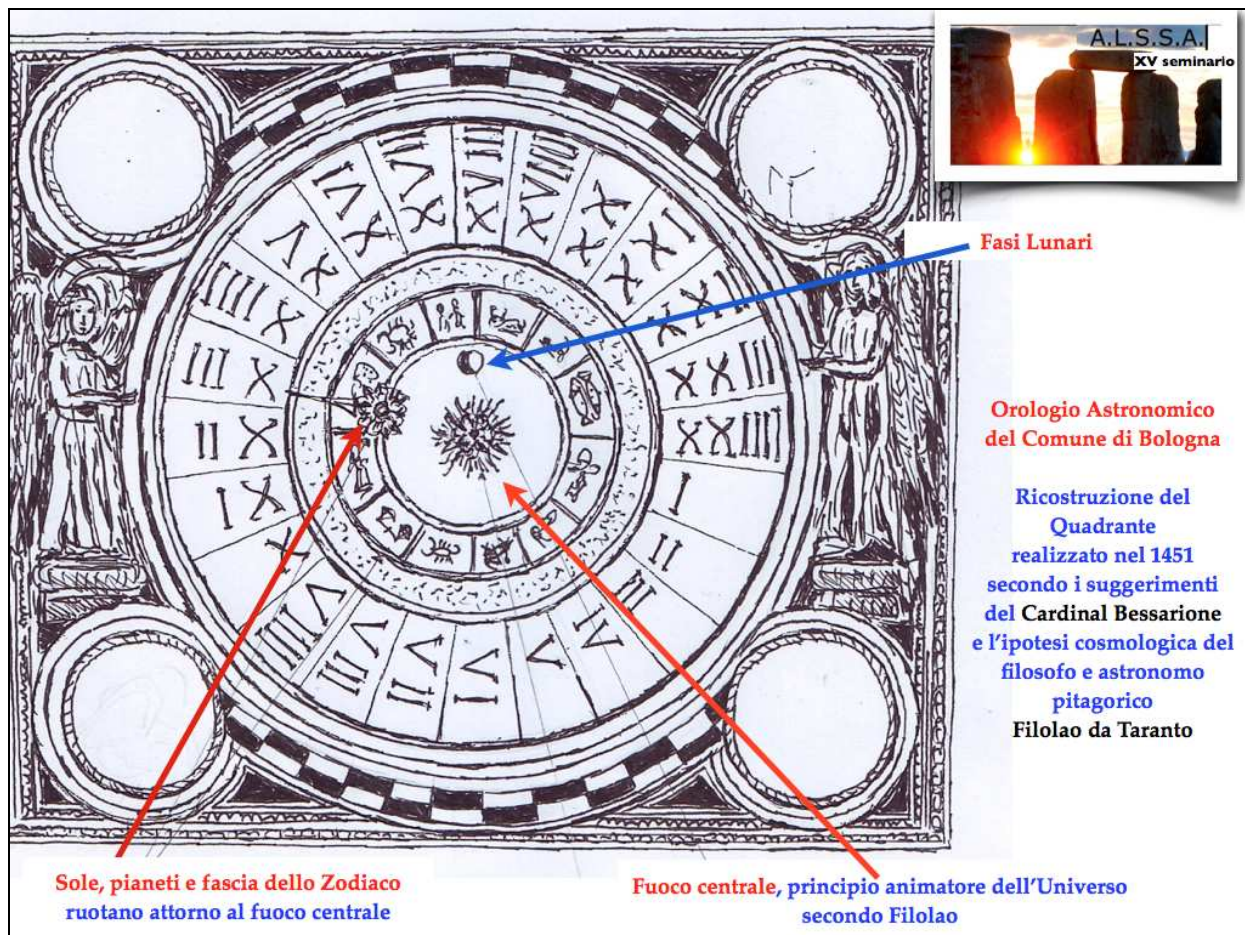
<sup>25</sup> *Dizionario di filosofia, gli autori, le correnti, i concetti*, Milano Rizzoli 1881, p. 163. Filolao fu il maggiore dei pitagorici della seconda generazione. Secondo la tradizione dubbia, dopo la distruzione della casa dei pitagorici a Crotone. Uno dei superstiti, Liside, si sarebbe rifugiato a Tebe e vi avrebbe trapiantato la scuola, in questa si sarebbe formato e istruito Filolao prima di trasferirsi in Italia verso la fine del secolo. Filolao avrebbe poi divulgato i libri segreti della scuola pitagorica.

<sup>26</sup> E. Bonvicini, *Esoterismo nella Massoneria antica, I. La simbologia celata nelle regole costruttive*, Roma Atanòr 1993, p. 134.

<sup>27</sup> *Ibidem*, p. 166.

<sup>28</sup> K. Ferguson, *La musica di Pitagora. La nascita del pensiero scientifico*, Milano, Bollati Boringhieri, 2013, p. 125.





Ma non erano solo i pitagorici a pensare (al contrario di Tolomeo e dei suoi seguaci) che al centro del sistema solare non ci fosse la Terra ma il fuoco centrale o il Sole: nell'antichità nel culto dedicato ad Ermete Trismegisto (che significa tre volte grande), si tendeva a corroborare: *la concezione di una posizione del Sole diversa da quella descritta nel sistema caldeo – tolemaico, universalmente accettato durante il medioevo. L'ordine egiziano dei pianeti era diverso da quello caldeo, perché gli egiziani collocavano il Sole appena al di sopra della Luna e sotto gli altri cinque pianeti, non nel mezzo delle sette sfere planetarie. La differenza tra i due sistemi fu accentuata da Macrobio – un platonico molto studiato nel Medioevo e nel Rinascimento – il quale pose in luce come l'ordine egiziano, che colloca il sole molto più vicino alla terra, fosse quello accettato da Platone*<sup>29</sup>. Occorre dire che tutto questo ha poco a che fare con l'astronomia ma piuttosto con l'astrologia, la magia o la religione. Del resto il Sole stesso era stato divinizzato, perché non doveva essere al centro di tutto? Non solo il Sole era divino per il paganesimo ma doveva essere poi per forza di cose "cristianizzato". In alcuni passi degli scritti ermetici venne chiamato Demiurgo "secondo Dio". Nell'*Asclepius*, Ermete dice: *il Sole illumina le altre stelle non tanto in forza della sua luce, quanto della sua divinità e santità e devi credere Asclepio, che egli è il secondo Dio che governa tutte le cose e diffonde la sua luce su tutta le creature viventi del mondo, sia su quelle che hanno un'anima, sia quelle che non l'hanno*<sup>30</sup>. Queste dottrine solari di tradizione ermetico-egiziana si connettevano filosoficamente alla concezione platonica del Sole, visto come splendore intellegibile o immagine principale delle idee e, dal punto di vista religioso, al simbolismo della luce dello Pseudo-Dionigi. Queste

<sup>29</sup> F. A. Yates, *Giordano Bruno e la tradizione ermetica*, Roma – Bari, Editori Laterza, 2010, p. 173.

<sup>30</sup> *Ibidem*, p. 170.

influenze sono presenti anche in alcune opere di Marsilio Ficino<sup>31</sup>, come nel *De Sole* e nel *De Lumine: il vivo interessamento della magia astrale per il Sole conduceva attraverso il neoplatonismo cristiano dello Pseudo- Dionigi, alla suprema Lux Dei, e in tal modo il Sole divenne per Ficino, a un dipresso, quello che era stato per Ermete o per l'imperatore Giuliano: il "secondo Dio" o il Dio visibile della serie neoplatonica*<sup>32</sup>.

Tornando a Bessarione, egli si occupò con grande passione di astronomia e di matematica nelle quali: *fino da giovane monaco fu istruito dal famoso Pletone per desiderio di Dossiteo arcivescovo di Dorion. Pur troppo cotesta bella figura di filosofo piena di ardore mite e luminoso, è poco conosciuta.*<sup>33</sup> Veramente non è poco noto solo Bessarione, ma anche il suo maestro Giorgio Gemisto,<sup>34</sup> affermatosi con l'appellativo di Pletone, per la sua grande conoscenza di Platone, giunto in Italia assieme all'imperatore bizantino Giovanni VIII e ad altri dotti greci in occasione del concilio di Firenze che avrebbe dovuto riavvicinare la Chiesa latina con quella greca-ortodossa. Quello che avrebbe dovuto essere un incontro occasionale tra i dotti greci e quelli latini divenne in seguito permanente a causa della caduta di Costantinopoli in mano turca nel 1453 e dell'ultimo lembo di mondo bizantino della città di Mistra, residenza di Pletone (località posta nelle vicinanze dell'antica Sparta in Peloponneso), conquistata dai turchi nel 1456. Pletone era più anziano di Bessarione di circa trent'anni ed è possibile che tra gli insegnamenti ricevuti dal filosofo neoplatonico ci fossero anche la teoria del fuoco centrale del pitagorico Filolao.

## Copernico a Bologna.

Nicolò Copernico visse a Bologna dal 1496 al 1500. Ebbe quindi modo di osservare il singolare quadrante dell'orologio e non è escluso che ciò abbia influenzato il suo pensiero sulla nuova concezione del sistema solare. Ma a proposito di questo, le opinioni degli studiosi sono contrastanti. Ne fa cenno Enrico Morpurgo nel suo dizionario degli orologiai, riportando anche l'opinione negativa di Antonio Simoni in cui egli: *ha dimostrato la assoluta infondatezza di questa tesi*<sup>35</sup>.

Durante il periodo bolognese, scrisse di lui, Antonio Bertin: *più che occuparsi di diritto canonico, Copernico rafforzò la sua capacità e il suoi interesse per i problemi dell'astronomia (...). Fu proprio a Bologna, secondo quanto egli stesso dichiarò in seguito, che Nicolò condusse a termine la sua prima osservazione astronomica e cioè l'occultazione della stella Aldebaran da parte della luna (nel 1497)*<sup>36</sup>. Dopo Bologna, Copernico e il fratello si trasferirono a Roma dove

---

<sup>31</sup> Marsilio Ficino (Figline Valdarno 1433 – Careggi, Firenze 1499), umanista e filosofo. Ebbe l'incarico da Cosimo de' Medici di tradurre Platone, con un nucleo di amici e allievi formò il nucleo dell'Accademia Platonica. La sua opera principale è la: *Theologia Platonica* (1482) e la traduzione e commenti dei *Dialoghi* di Platone e delle *Enneadi* di Plotino: *Dizionario di filosofia. Gli autori, le correnti, i concetti, le opere*, Milano, Rizzoli Editore, 1981, p. 161.

<sup>32</sup> F. A. Yates, *Giordano Bruno*, cit., *Ibidem*, p. 170.

<sup>33</sup> A. Rubbiani, *L'orologio*, cit., p. 360.

<sup>34</sup> Giorgio Gemisto Pletone (Costantinopoli 1355 circa – Peloponneso 1450 circa), dell'ammirazione verso Platone è testimone la sua opera: *Differenza fra Platone e Aristotele*, composta attorno al 1440. Tuttavia il Platone tanto amato da Gemisto è notevolmente contaminato da elementi spuri derivati dal tardo neoplatonismo, le idee sono diventate personalità angeliche, disposte secondo una complessa gerarchia. Gemisto scrisse anche un *trattato sulle leggi*, si interessò anche di questioni sociali del suo tempo come attestano le sue memorie, recanti proposte di riforme nel Peloponneso: *Dizionario di filosofia*, op. cit., p. 179.

<sup>35</sup> E. Morpurgo, *Dizionario cit.*, p. 20.

<sup>36</sup> A. Bertin, *Copernico, la vita il pensiero le opere*, Milano, Edizioni Accademia, 1979, pp. 25 – 26.

si celebrava il Giubileo del 1500, vi rimasero per un anno intero. *Niccolò ebbe occasione di tenervi lezioni straordinarie di matematica e di astronomia, e compì in questo periodo un'altra osservazione, quella di un'eclissi di Luna.*

Negli anni trascorsi da Copernico a Bologna, comunque, che sia stato influenzato o no dalla visione dell'orologio, trovò terreno fertile per rivedere le idee sul sistema planetario: *conobbe i principali docenti di astronomia e astrologia dello Studio bolognese e anche un matematico di nome Domenico Maria Novara, la cui influenza fu probabilmente la più importante di tutte quelle che si esercitarono su Copernico in quegli anni. Domenico Maria era un neoplatonico, e pur essendo più giovane, aveva rapporti con i membri dell'Accademia platonica di Ficino a Firenze. Il suo neoplatonismo era decisamente pitagorico. Egli credeva con grande fervore nel bisogno di scoprire la semplice realtà matematica e geometrica che era alla base dell'apparente complessità della natura, e sosteneva che nulla di così complicato e macchinoso come l'astronomia tolemaica poteva essere una rappresentazione corretta del cosmo. Il suo giovane amico Copernico si trovò ben presto ad essere d'accordo con lui*<sup>37</sup>. Copernico tradusse in latino almeno due testi greci, senza tuttavia sapere che uno di essi, la *lettera di Liside a Ipparco*, era un falso.

C'è inoltre da rilevare che egli in origine non chiamò la sua teoria "sistema copernicano" bensì *Astronomia pythagorica o astronomia philolaica*, considerando di adottare la pratica della segretezza. Anche un'importante studioso del Rinascimento, Eugenio Garin, fece un breve cenno sul rapporto tra Copernico e gli antichi astronomi greci. *È probabile che, accanto al viaggio di Colombo, per forza di rottura si debba porre l'ipotesi eliocentrica formulata da Nicolò Copernico, un polacco di Thorn (1473 – 1543), canonico del capitolo di Frauemberg, che aveva studiato e si era laureato in Italia. Il De revolutionibus orbium coelestium del 1543, oltre ad un rigoroso libro di scienza ci appare anche l'eco della quattrocentesca mistica solare cara alla scuola di Marsilio Ficino. Si ha l'impressione di ritrovarsi lungo la linea tracciata dal Cusano, in una visione del mondo che ebbe il suo poeta in Marcello Palingenio Stellato, autore di un'opera di timbro lucreziano, lo zodiaco vitae, pubblicato a Venezia nel 1534. Anche in Copernico, insieme a calcoli e osservazioni rigorose, si trova l'eco lontana di un culto solare. Dove mettere se non al centro del mondo, la lampada splendente del mondo? Non ha forse Ermete Trismegisto chiamato il Sole un Iddio visibile? Di dove se non dal centro, il Sole potrebbe governare la schiera degli astri? Questo l'avvio solenne di Copernico; ed è idea non nuova, già avanzata dai greci come ricordò egli stesso. Eppure è quasi incalcolabile tutto quello che essa importava di rinnovatore, rispetto all'immagine casalinga e tranquilla dell'universo antropocentrico, e del posto privilegiato della terra. Copernico citava Eraclide, Ecfanto, Filolao e Aristarco di Samo*<sup>38</sup>. Copernico non essendo stato soddisfatto della spiegazione dei moti celesti forniti da Tolomeo aveva cominciato a cercarli nei libri di altri antichi filosofi. Aveva così scoperto alcuni autori influenti che, dopo tutto, non avevano concordato con il consenso generale. Nel III secolo a. C. Aristarco da Samo aveva spostato il Sole al centro della sua notevole cosmologia. Cicerone aveva menzionato il suggerimento di Iceta che la terra si muovesse. Meglio ancora, Plutarco aveva scritto nei *Placita philosophorum* (Copernico lo cita in greco): *Altri pensano che la terra sia ferma, ma Filolao il pitagorico ritiene che si muova ruotando intorno al fuoco con un cerchio obliquo, alla stregua del Sole e della Luna*<sup>39</sup>.

Anche Eraclide Pontico ed Ecfanto, un altro pitagorico, facevano muovere la Terra, non attraverso lo spazio ma a guisa di ruota da occidente ad oriente, intorno al suo stesso centro. Ecfanto il pitagorico visse nel IV secolo a.C., ma alcuni studiosi del passato misero in dubbio la

<sup>37</sup> K. Ferguson, *La musica di Pitagora*, Cit., p. 260.

<sup>38</sup> E. Garin, *La cultura del Rinascimento*, Milano Mondadori, 2006, p.136.

<sup>39</sup> K. Ferguson, *La musica di Pitagora*, cit., p. 262.

sua reale esistenza. Copernico lo credeva un personaggio reale e la maggior parte degli studiosi moderni sembrano essere d'accordo. L'intuizione pitagorica che alla base della natura ci fosse armonia e regolarità espresse in numeri fu, per Copernico, un punto di convincimento a favore del suo riordinamento del cosmo e lo spinse a scrivere il suo libro rivoluzionario per la scienza.

Anche l'orologio astronomico della torre comunale di Macerata, realizzato dai fratelli Lorenzo Maria e Ippolito Rainieri di Reggio Emilia nel 1569, ebbe una particolarità che lo diversificava da tutti gli altri: il Sole al centro invece che la Terra. I due orologiai avevano certo usato un concetto differente dall'ideatore dell'orologio di Bologna cioè del cardinale Bessarione, ispirato da Filolao, ma sempre un concetto che odorava di eresia e che ancora 60 anni dopo procurò non pochi guai al povero Galileo. L'orologio di Macerata: *mostrava la posizione del Sole, della Luna, dei pianeti e aveva il corteo dei Re Magi che si inchinava davanti alla Madonna e a Gesù. Del tutto nuovo è l'uccello di bronzo chiamato "Cesare" dai cittadini che col becco suonava le ore. Dopo aver accennato diverse particolarità dell'orologio, sembrerà strano ricordare che gli autori si erano contrattualmente impegnati a fare un orologio simile a quello di Venezia*<sup>40</sup>. Morpurgo intendeva con ciò affermare che i costruttori tornavano alla concezione tradizionale: la Terra al centro e il Sole che le gira intorno assieme agli altri pianeti. È probabile che i Rainieri si limitassero a costruire ciò che gli veniva commissionato e la struttura dei loro orologi non dipendesse dalle loro convinzioni (nel senso che il cliente ha sempre ragione), ma questa è solo una mia ipotesi che andrebbe confermata (o smentita) da una precisa documentazione. Nel 1860 l'orologio si fermò e venne smontato; alcune parti di esso vengono conservate nel museo di Macerata. I due fratelli risultano poi nominati regolatori dell'orologio pubblico di Reggio Emilia nel 1578, ed incaricati anche di ripararne i guasti.

In definitiva questo breve articolo serve a rimarcare un concetto che oggi abbiamo perduto al riguardo agli antichi orologi. Non importa che fossero astronomici oppure no, o che fossero a sistema tolemaico o copernicano, poiché tutti riproducevano il moto del cielo ruotante attorno alla Terra. Come avevo accennato in precedenza era la sfera a girare non la lancetta e spesso in senso antiorario, così come le ore venivano abbinata ad un particolare pianeta (servivano per gli oroscopi) e chiamate ore planetarie, utilizzate anche negli orologi solari. L'approfondimento sulla storia e costruzione di queste antiche macchine può riservarci ancora molte sorprese.

---

<sup>40</sup> E. Morpurgo, *Dizionario*, op. cit, p. 143.



# *Archeoastronomia nelle ville imperiali romane: Villa Jovis a Capri (Napoli)\**

***Marina De Franceschini***

(Archeologa, [mdfmdf28@libero.it](mailto:mdfmdf28@libero.it) , sito web: [www.villa-adriana.net](http://www.villa-adriana.net))

***Giuseppe Veneziano***

(Osservatorio Astronomico di Genova,  
[vene59@libero.it](mailto:vene59@libero.it) , sito web: [www.oagenova.it](http://www.oagenova.it))



Ricostruzione ottocentesca della Villa Jovis, sull'isola di Capri, eseguita dall'architetto tedesco Carl Weichardt (1846-1906), tratta dall'opera *Das Schloß des Tiberius und andere Römerbauten auf Capri*, 1900.

---

\* Il presente studio è stato presentato al XII Convegno Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia (S.I.A.) tenuto ad Albano Laziale, il 5-6 ottobre 2012 ed è in corso di stampa negli Atti relativi.

Da tempo immemorabile l'isola di Capri è uno dei luoghi più belli del mondo; fra i primi ad apprezzarla vi fu l'imperatore Augusto che, come narra Cassio Dione<sup>41</sup>, visitò l'isola nel 29 a.C., durante il viaggio di ritorno a Roma dopo la battaglia di Azio. La bellezza del sito unita ad un prodigio favorevole lo spinse a cedere alla città di *Neapolis* l'isola *Aenaria* (l'attuale Ischia) per avere in cambio Capri, che divenne così proprietà imperiale<sup>42</sup>.

Augusto scelse Capri per la villeggiatura estiva e la chiamò *Apragòpolis*, cioè "città del dolce far niente". Il suo successore Tiberio invece la elesse a propria residenza permanente, quando decise di abbandonare Roma; Tacito racconta che vi possedeva ben dodici ville<sup>43</sup>. Le enormi dimensioni dell'edificio di cui trattiamo provano che era il più importante dell'intera isola, ragion per cui da secoli è stato identificato con la «*villa quae vocatur Jovis*» di cui parla Svetonio<sup>44</sup>.

Secondo quanto riferiscono Tacito e Svetonio<sup>45</sup>, Tiberio scelse Capri per motivi di sicurezza, perché era un luogo isolato e facilmente sorvegliabile; gli piacque anche perché gli ricordava l'isola di Rodi, nella quale aveva vissuto in una casa situata «sulla roccia sopra il mare»<sup>46</sup>. Verso il 6 a.C. Tiberio decise infatti di andare in esilio volontario a Rodi ritirandosi dalla vita pubblica e vi rimase fino a quando Augusto lo adottò per farne il suo successore.<sup>47</sup> Divenuto imperatore nel 14 d.C., per lungo tempo Tiberio fu in contrasto con l'aristocrazia romana; minacciato da congiure e timoroso per la propria sicurezza decise infine di trasferirsi a Capri, dove probabilmente arrivò verso il 26-27 d.C.<sup>48</sup>. Vi rimase per più di dieci anni in splendido isolamento, comunicando col resto dell'impero mediante un sistema di fari e segnalazioni ottiche e luminose.

*Villa Jovis* è stata recentemente studiata e rilevata dall'archeologo svizzero Clemens Krause, che nel 2005 ha pubblicato il bellissimo volume *Villa Jovis, l'edificio residenziale*, nel quale riporta le fonti antiche, esamina gli studi e gli scavi precedenti, e ricostruisce con disegni e modellini l'articolazione dell'edificio principale, che aveva ben otto piani o livelli diversi, costruiti sulla roccia naturale in uno dei luoghi più belli e panoramici di Capri, incluso il famoso "Salto di Tiberio": una roccia a strapiombo sul mare alta 300 m. dalla quale, secondo la leggenda, Tiberio faceva gettare i suoi nemici.

Krause<sup>49</sup> data *Villa Jovis* all'epoca tiberiana ed esclude che vi siano fasi precedenti; l'edificio fu restaurato dopo il terremoto del 37 d.C che secondo quanto riferisce Svetonio distrusse il famoso Faro; altri rifacimenti ebbero luogo dopo il terremoto del 62 d.C. che distrusse Pompei. Gran parte delle strutture dei piani superiori è scomparsa; attualmente si vedono le enormi cisterne per l'acqua che alimentavano la Villa e tuttora servono per l'impianto antincendio dell'isola, e poi i resti di un impianto termale, le sostruzioni con gli ambienti di servizio e parte del piano principale con il cosiddetto Emiciclo.

Dalle fonti antiche sappiamo che *Villa Jovis* era dotata di un gigantesco Faro, che tradizionalmente è stato identificato con una struttura che si trova poco lontano dall'attuale ingresso. Krause giustamente ha osservato che quella struttura – da lui chiamata Faro piccolo

---

<sup>41</sup> Cassio Dione, *Storia Romana*, LII, 43,2.

<sup>42</sup> Strabone, *Geografia*, V, 4,9.

<sup>43</sup> Tacito, *Annales*, IV, 67.

<sup>44</sup> Svetonio, *De Vita Caesarum*, Tiberio, 65,2.

<sup>45</sup> Tacito, VI, 20-21; Svetonio

<sup>46</sup> Tacito, *Annales* VI, 21. Krause 2005, p. 7.

<sup>47</sup> Dizionario di Storia Treccani, 2001, sito web, s.v. Tiberio Claudio Nerone.

<sup>48</sup> Krause 2005, p. 19.

<sup>49</sup> Krause 2005, pp. 163-167.

(vedi oltre [fig. 7](#)) – è collocata troppo a ridosso della Villa che l'avrebbe nascosta in parte, e non era abbastanza alta da essere visibile da tutta la costa. Ha quindi proposto che il vero Faro – che doveva essere alto almeno 200 piedi romani, cioè 59 metri – sia identificato con una poderosa struttura quadrangolare che chiama “Faro Grande”, i cui muri spessi 4 metri presuppongono un edificio di notevole altezza<sup>50</sup>. Le segnalazioni del Faro Grande, che si elevava ben al di sopra della villa principale, erano visibili *ovunque* lungo la costa campana: con esse Tiberio dirigeva la vita dell'impero.

Visitando *Villa Jovis* nel giugno del 2012 rimasi colpita dall'insolita disposizione obliqua di due ambienti A e B nel cosiddetto Emiciclo, e dalla forma triangolare di altri due piccoli ambienti di risulta contigui C e D, posti sui due lati di un largo corridoio centrale E ([fig. 1](#)). Alla fine della visita per puro caso mi chiesi se l'edificio fosse orientato astronomicamente e ne ebbi immediata conferma dalla pianta visibile sul posto, che mostra un perfetto orientamento Est-Ovest, quindi equinoziale.



Figura 1. Vista da Est dei resti dell'emiclo, con il corridoio (E) orientato in direzione equinoziale e con gli ambienti obliqui (A e B) e quelli a sezione triangolare (C e D) che si sono indagati come possibili orientamenti solstiziali e/o lunari. (foto ed elaborazioni di M. De Franceschini)

Tornata a casa cominciai a studiare la documentazione sulla Villa. La mia idea di un orientamento astronomico fu subito confortata dalle notizie storiche riguardanti Tiberio e la sua passione per l'astronomia, riportate da Tacito e Svetonio. In particolare, Tacito<sup>51</sup> racconta come Tiberio durante il suo soggiorno a Rodi si fosse appassionato di astronomia e astrologia e si divertisse crudelmente a mettere alla prova le predizioni degli astronomi/astrologi, che considerava ciarlatani. Solo l'astronomo Trasillo superò indenne l'esame critico dell'imperatore:

<sup>50</sup> Krause 2005, p. 257.

<sup>51</sup> Tacito, *Annales*, VI, 20-21.



«... Le capacità di questo suo tutore [Trasillo] le aveva messe alla prova nel modo seguente. Per tutte le consultazioni di questo tipo egli usava la parte più alta della sua villa e l'aiuto confidenziale di un liberto. Su quelle alture scoscese - dato che la casa è sopra a una scogliera - questa robusta guida analfabeta apriva la strada davanti all'astrologo le cui arti Tiberio voleva mettere alla prova. E al ritorno, se aveva avuto qualche sospetto di frode o incompetenza, lo gettava in mare dalla rupe, affinché non rivelasse il segreto. Trasillo fu condotto sullo stesso sentiero roccioso; dopo aver impressionato il suo interlocutore con delle rivelazioni sul suo futuro di imperatore e sul suo futuro, gli venne chiesto se avesse fatto il proprio oroscopo, quale fosse la caratteristica di quell'anno e la previsione del giorno. Un diagramma in cui egli aveva segnato la posizione e le distanze delle stelle ad un primo momento gli diede un momento di pausa; e poi egli mostrò segni di paura: e più calcolava accuratamente e maggiore diventava la sua trepidazione, fra sorpresa ed allarme. E alla fine egli esclamò che lo sovrastava una crisi che poteva essere fatale. Egli fu prontamente abbracciato da Tiberio il quale, congratulandosi per quello che aveva predetto, gli disse che stava per scampare al pericolo, ed accettò come verità oracolare le predizioni che egli aveva fatto e lo considerò fra i suoi amici più intimi».

Superata la prova, Trasillo divenne intimo amico di Tiberio, uno dei suoi consiglieri più fedeli ed ascoltati e lo seguì quando questi tornò a Roma. Quando la sua profezia si avverò e Tiberio divenne imperatore, fu nominato astronomo/astrologo di Corte, e da ultimo si trasferì con lui a Capri, portando con sé anche il figlio.

La documentazione grafica, cioè la pianta molto precisa e dettagliata disegnata da Krause, confermò l'orientamento astronomico equinoziale dell'edificio. A quel punto chiesi aiuto all'amico archeoastronomo Giuseppe Veneziano, col quale nel 2011 abbiamo pubblicato un volume sulle nostre scoperte di archeoastronomia nella Villa Adriana di Tivoli: *Villa Adriana. I segreti dei Solstizi*.

L'orientamento di *Villa Jovis* verso l'alba dell'Equinozio è evidente e non richiedeva dimostrazioni particolari; gli chiesi invece di calcolare se i due ambienti obliqui A e B, che hanno delle nicchie per statue, potessero avere un orientamento astronomico, presumendo che l'Emiciclo di *Villa Jovis* potesse essere orientato anche verso l'alba dei Solstizi oltre che degli Equinozi, analogamente a quanto avviene, ad esempio, nel tempio preistorico di Mnajdra a Malta.

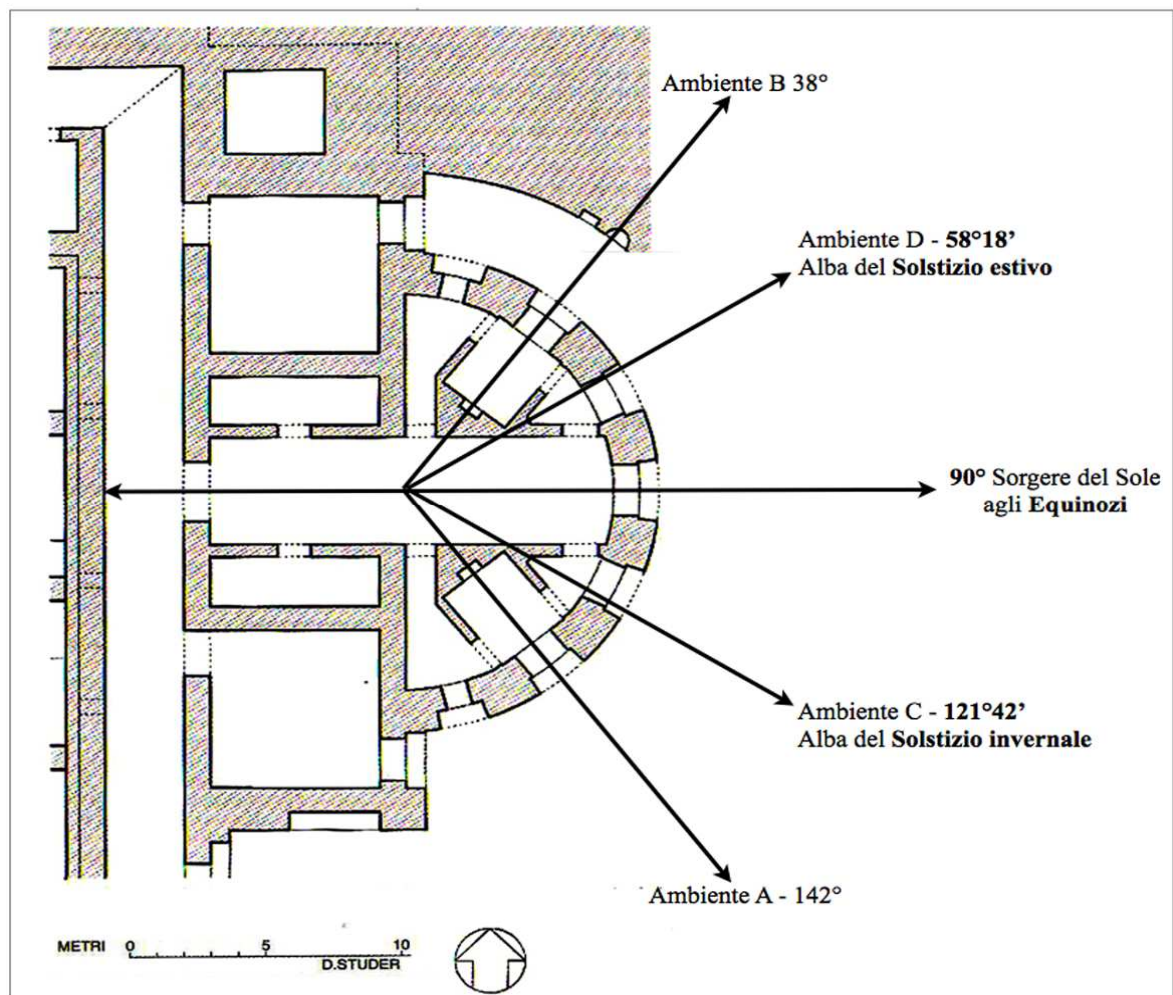
Giuseppe Veneziano ha considerato la longitudine e latitudine del sito, ha ricavato l'altezza delle strutture dalle sezioni misurate da Krause, ed ha quindi calcolato gli *azimut* dei Solstizi ed Equinozi a *Villa Jovis*, sia nel 2012 che nel 25 d.C., probabile anno di costruzione della villa (fig. 2 tabella). Quindi ha sovrapposto alla pianta dell'Emiciclo gli *azimut* solstiziali del Sole (fig. 3). Dai calcoli è emerso che i due ambienti obliqui A e B non potevano essere illuminati dal Sole all'alba dei due Solstizi, perché sono troppo angolati; in compenso potevano essere colpiti dal Sole i due ambienti vicini C e D, con la strana forma triangolare che avevo notato durante la visita. Il corridoio centrale E veniva invece illuminato dal Sole all'alba dell'Equinozio per tutta la sua lunghezza.

<i>Fenomeno solare</i>	<i>Azimut odierni</i>	<i>Azimut nel 25 d.C.</i>
Sorgere al solstizio estivo	58° 40'	58° 18'
Sorgere agli equinozi	90°	90°
Sorgere al solstizio invernale	121° 20'	121° 42'

Declinazione del Sole	23° 26'	23° 41'
-----------------------	---------	---------

**Figura 2.** Tabella con le declinazioni solari e con gli azimut del sorgere del Sole ai solstizi e agli equinozi, dalla latitudine di Capri, oggi e nel 25 d.C., epoca di costruzione della villa. Sono stati considerati solo gli azimut del sorgere del Sole e non quelli del tramonto dal momento che la Villa Jovis è rivolta verso la parte orientale del cielo dove gli astri, per effetto della rotazione terrestre, sorgono. **Figura 3** (sotto): Zone di impatto dei primi raggi al sorgere del Sole e orientamento degli ambienti A e B. (Elaborazioni di G. Veneziano)



Come spiegato e ricostruito dal rilievo di Krause<sup>52</sup>, la parte dell'Emiciclo attualmente visibile e conservata corrisponde al sesto piano o livello dell'edificio, ma un tempo sopra di esso si elevavano altri due piani, il settimo ed ottavo, cosa che si può dedurre dai resti murari inglobati nell'attuale chiesetta dedicata a Santa Maria del Soccorso (**fig. 4 sezione**). I due

<sup>52</sup> Krause 2005, p. 185.

ambienti A e B, anche se servivano come sostruzione dei piani superiori facevano parte dei quartieri frequentati dall'imperatore, come dimostra la loro ricca decorazione: restano infatti tracce di rivestimento di marmo alle pareti, perlomeno lo zoccolo; del pavimento non rimane nulla, solo nel corridoio centrale furono trovati resti di mosaico bianco e nero.<sup>53</sup>

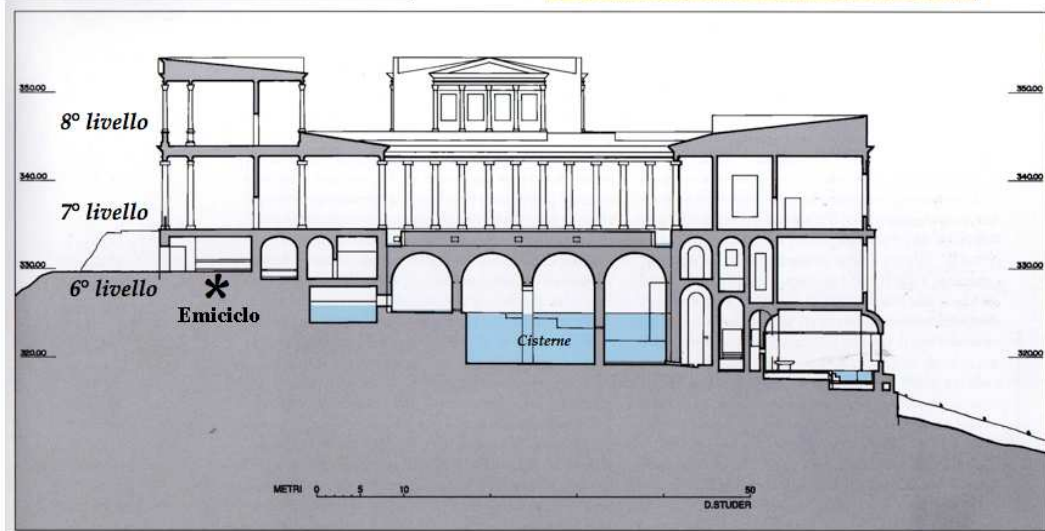
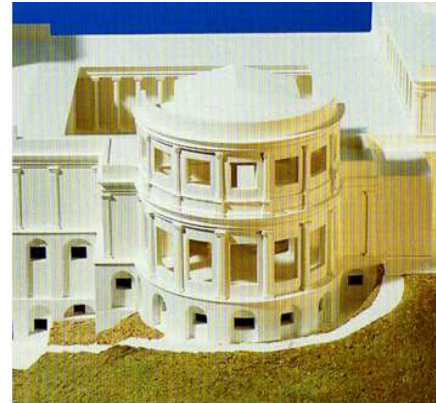
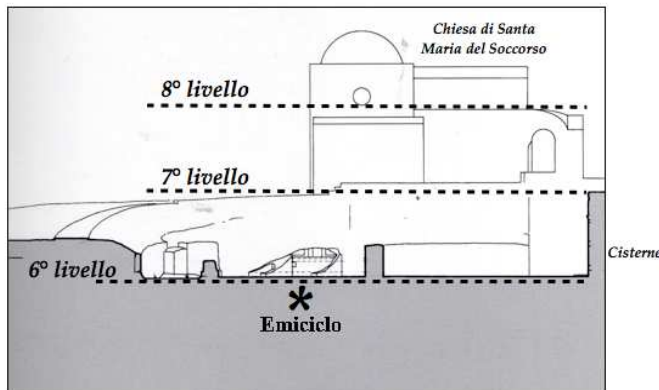


Figura 4. Mappa e sezione dei vari livelli sui quali era articolata in origine Villa Jovis. La parte dell'Emiciclo attualmente visibile e conservata corrisponde al sesto piano o livello dell'edificio. (dal rilievo di C. Krause)

Anche se i piani superiori sono andati distrutti, il sito conserva le sue straordinarie qualità panoramiche: l'Emiciclo ha una serie di finestre dalle quali si vede tutto il golfo di Napoli e parte di quello di Sorrento; lo stesso avveniva, ancora di più, nei piani superiori andati distrutti: una posizione dominante che ne fa un luogo ideale per le osservazioni astronomiche. La visibilità a 360° conferma le notizie storiche su *Villa Jovis* ed i Fari di segnalazione, che potevano essere visti da tutta la costa.

A questo punto era necessario verificare le nostre ipotesi, andando a osservare sul posto che cosa accadeva all'alba dell'Equinozio. Sono molto grata ai signori Gennarino Federico e Antonio D'Urso dell'associazione ProNatura di Capri – benemeriti per la loro opera di volontari nella conservazione e manutenzione del sito – grazie ai quali ho potuto andare a *Villa Jovis* a osservare l'alba dell'Equinozio d'autunno nel 2012. Ringrazio anche l'architetto Marzocchella

<sup>53</sup> Krause 2005, p. 185.



della competente Soprintendenza Archeologica che ci ha consentito questa ‘deroga’ agli orari di visita.

Un primo sopralluogo effettuato nel pomeriggio del giorno precedente – 21 settembre 2012 – ci ha permesso di comprendere che il punto migliore dove sistemare la macchina fotografica era il tetto di una delle cisterne, che si trova allo stesso livello del settimo piano andato distrutto; da lì si vede il mare a perdita d’occhio e l’orizzonte verso Est (fig. 5).



Figura 5. Orizzonte visibile dal corridoio dell’Emiciclo guardando verso Est. Sullo sfondo appare la penisola sorrentina. (foto di M. De Franceschini)

All’alba del 22 settembre 2012, giorno dell’Equinozio, abbiamo avuto la dimostrazione che la teoria va sempre verificata con la pratica, andando ad osservare dal vero i fenomeni sul posto. Al primo chiarore – ore 6:38:52 – abbiamo subito potuto constatare che il Sole non sarebbe sorto perfettamente al centro del corridoio, perché era già spostato leggermente più a destra (verso Sud). Alle ore 6:52:42 il Sole è spuntato dietro una montagna che il giorno precedente non era visibile (fig. 6): si tratta della Cima del Nuda dei Monti Alburni, situata a ben 84 km da Capri, come abbiamo potuto calcolare grazie a Google Earth: è orientata a 90,62 gradi di azimut rispetto a *Villa Jovis*. L’osservazione diretta ci ha fatto quindi scoprire che l’Emiciclo di *Villa Jovis* è orientato a 87° di azimut e non 90°: una differenza che ha fatto cadere le nostre

ipotesi di illuminazione degli ambienti di risulta triangolari in occasione del Solstizi. L'orientamento equinoziale rimane invece confermato, essendo il sorgere del Sole agli equinozi comunque all'interno della copertura visuale del corridoio E.



Figura 6. Ore 6.52 del 22 settembre 2012: il Sole sorge dietro la Cima del Nuda (Monti Alburni). Il suo disco appare leggermente decentrato rispetto all'asse geometrico del corridoio E, ma comunque all'interno della sua visuale. (foto di M. De Franceschini)

Alla luce di questo rilevamento più preciso, osservando la pianta generale del complesso di *Villa Jovis* si può notare che la struttura che Krause identifica come Faro grande è orientata Est-Ovest come tutta la Villa, ma con un angolo leggermente diverso: una differenza di circa  $3^\circ$ , che fa sì che proprio quel Faro fosse perfettamente orientato verso i punti cardinali (fig. 7). Per questo motivo, oltre ad essere usato per le segnalazioni visive e le comunicazioni col resto dell'Impero di cui ci parlano le fonti antiche, poteva servire anche per le osservazioni e i calcoli astronomici di Tiberio e del suo amico Trasillo.

Al pari della *Domus Aurea* di Roma e della *Villa Adriana* di Tivoli, *Villa Jovis* era quindi una villa imperiale romana orientata astronomicamente; non è certamente un caso, anzi appare evidente che l'orientamento astronomico sia stato ricercato e voluto, visto che la sua realizzazione comportò enormi e costose opere murarie. Per orientare astronomicamente la *Domus Aurea* verso gli Equinozi fu necessario costruire enormi sostruzioni che tagliavano trasversalmente il colle Oppio a Roma. A Villa Adriana i lunghissimi muri di contenimento della grande Spianata dell'Accademia furono costruiti in modo da orientarla astronomicamente verso



l'alba del Solstizio invernale ed il tramonto del Solstizio estivo, assieme agli edifici di Roccabruna e Accademia. A Capri la collina rocciosa su cui sorge *Villa Jovis* fu tagliata e regolarizzata per potervi costruire sopra un imponente edificio di otto piani orientato Est-Ovest, dal quale si gode tuttora una vista a 360° tutto intorno: il luogo ideale per le osservazioni ed i calcoli astronomici.

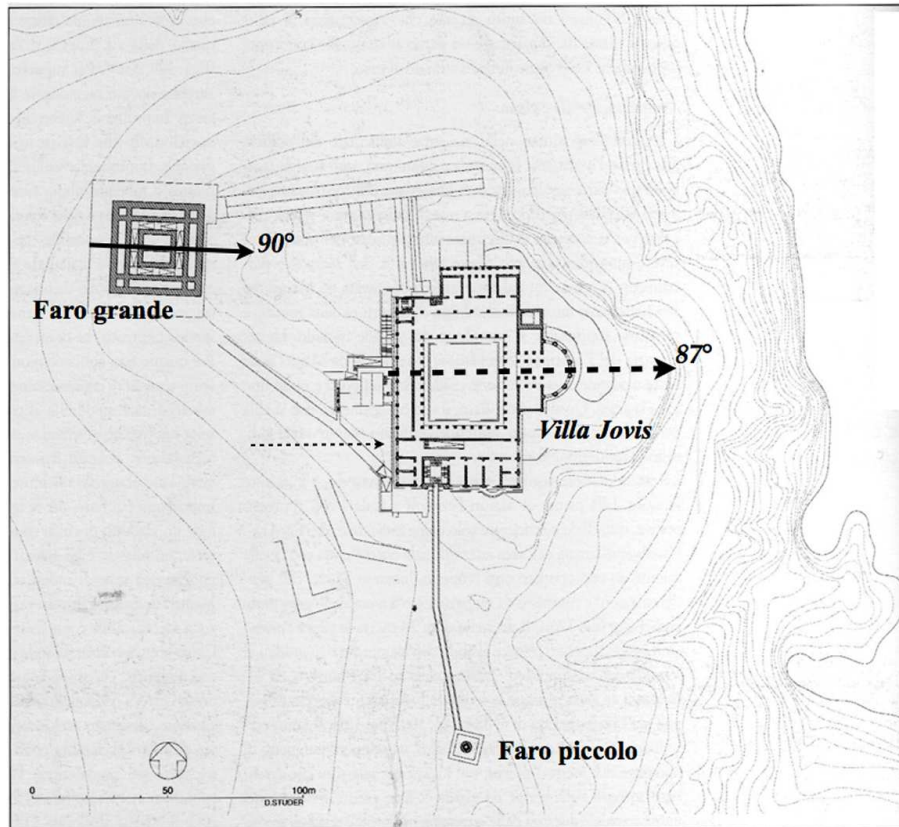


Figura 7. Pianta a largo campo di Villa Jovis e delle due strutture interpretate da C. Krause come i due fari. In particolare il Faro Grande presenta gli assi orientati secondo i quattro punti cardinali. (da Krause, elaborazione di M. De Franceschini)

L'orientamento astronomico di dolmen, manufatti o edifici verso i Solstizi e gli Equinozi è attestato in tutte le epoche (dalla Preistoria in poi) e a tutte le latitudini: serviva sostanzialmente alla verifica del calendario, importantissima perché ad esso erano collegate le scadenze delle cariche religiose e politiche e, soprattutto, le celebrazioni e le feste religiose legate alle Stagioni, fulcro di tutti i culti e religioni dell'antichità, e in particolar modo di quella egizia, greca e romana.

L'imperatore romano (e prima di lui i Faraoni ed i sovrani ellenistici) era al contempo capo politico e religioso. In qualità di *Pontifex Maximus*, antichissima carica religiosa risalente agli albori di Roma e fatta propria dagli imperatori a partire da Augusto, presiedeva le più importanti cerimonie religiose, legate alle Stagioni e quindi ai Solstizi e agli Equinozi.

Edifici o strutture orientati astronomicamente facevano quindi parte dell'iconografia architettonica delle dimore imperiali, al pari dei triclini, dei cubicoli, delle biblioteche, delle terme e dei giardini. Servivano a segnalare gli eventi astronomici con particolari fenomeni luminosi: a *Villa Jovis* il corridoio centrale dell'Emiciclo veniva inondato dalla luce del Sole all'alba dell'Equinozio e così pure avveniva nei due piani superiori andati distrutti.

## *Bibliografia*

Krause C. *Villa Jovis: l'edificio residenziale*, Napoli 2005, pp. 319 con bibliografia precedente

Aprea G. *Villa Jovis. Il Palazzo dell'imperatore Tiberio a Capri*. Associazione ProNatura Capri, Capri 2012

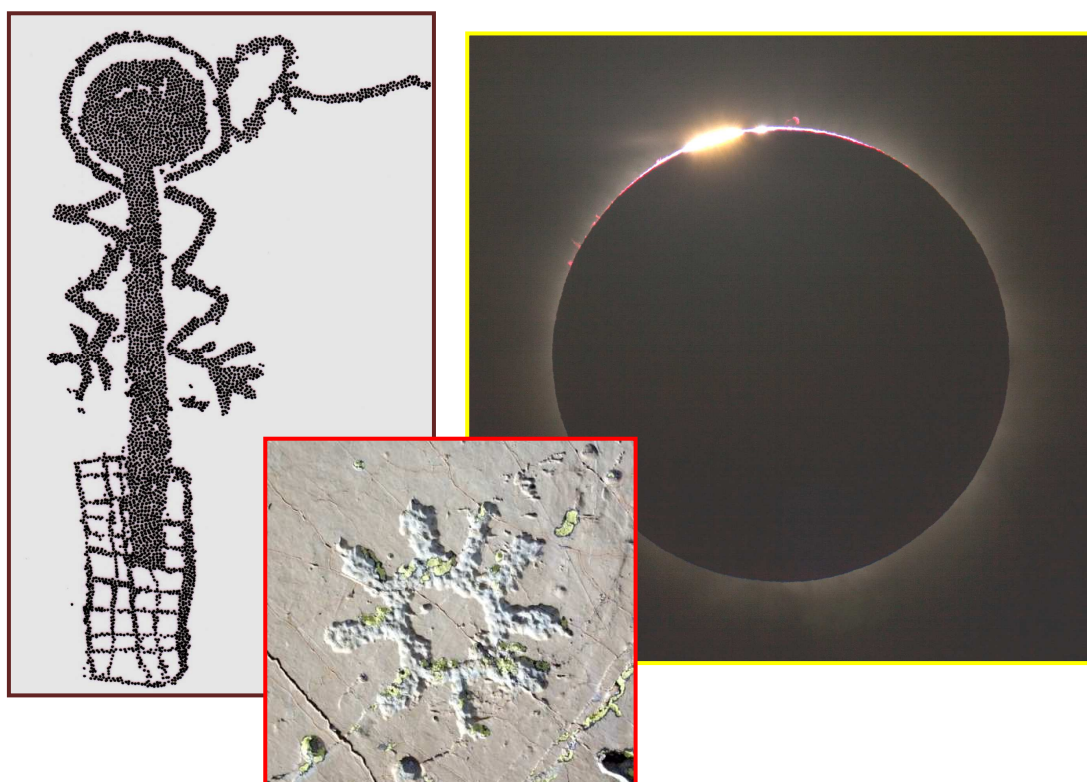


OSSERVATORIO ASTRONOMICODi GENOVA  
Università Popolare Sestrese  
Piazzetta dell'Università Popolare, 4  
16154 GENOVA Italy  
Tel. UPS (39-10) 6043247  
Tel. Osservatorio (39-10) 6042306



XV Seminario di Archeoastronomia A.L.S.S.A.  
Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici  
Genova, 13-14 aprile 2013

## Giuseppe Veneziano



Effetti della rotazione terrestre  
sulla previsione dei fenomeni celesti  
(sulla presunta eclisse del Monte Bego)



ver. 1.0 anno 2013

# Effetti della rotazione terrestre sulla previsione dei fenomeni celesti (sulla presunta eclisse del Monte Bego)

*Giuseppe Veneziano*

(Osservatorio Astronomico di Genova)

## Sommario

1. Premessa
2. Il petroglifo dell' "uomo con le braccia a zig-zag"
3. L'ipotesi archeoastronomica: un'eclisse anulare di Sole ?
4. La presunta eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C.
5. Effetti delle maree sulla rotazione terrestre e sul calcolo del tempo
6. Delta-T e previsione dei fenomeni astronomici nell'antichità
7. Eventi storici e programmi astronomici
8. Il vero percorso dell'eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C.
9. Conclusioni

## 1. Premessa

Questo studio trae spunto da una delle relazioni presentate ad un recente Convegno Internazionale tenutosi dal 24 al 27 settembre 2012 in Francia, presso il Musée Départementel des Merveilles a Tende (l'ex italiana Tenda) e organizzato dal professore Henry De Lumley, direttore dell'Institut de Paléontologie Humaine di Parigi. Il Convegno aveva come filo conduttore il tema "*Representations d'astres, d'amas stellaires et de constellations dans la prehistoire et dans l'antiquité*" (Rappresentazioni di astri, di ammassi stellari e di costellazioni nella preistoria e nell'antichità), ed è stato l'occasione per presentare agli studiosi provenienti da vari Paesi la scoperta di due incisioni rupestri rappresentanti l'ammasso aperto delle Pleiadi sulle rocce del Monte Bego, nella Valle delle Meraviglie, risalenti con molta probabilità all'Età del Bronzo.

I congressisti, convenuti da svariati Paesi europei, hanno arricchito la relazione d'apertura del professor De Lumley, con altrettanto interessanti ricerche effettuate nei propri Paesi d'origine, dando così la possibilità di avere un quadro più ampio della fenomenologia astronomica nell'arte rupestre, ma dando anche l'occasione di conoscersi di persona, quindi di instaurare anche dei rapporti umani, oltre quelli professionali. I risultati ottenuti da questi studi hanno evidenziato che la rappresentazione dei fenomeni celesti nell'antichità era una pratica più consueta di quello che si credeva anche solo qualche decennio fa. La nutrita presenza di ricercatori provenienti dall'Italia, ha spinto gli organizzatori a riservare gran parte della seconda giornata alle relazioni sull'arte rupestre del nostro Paese, incentrate per lo più su studi inerenti l'area alpina occidentale e la Val Camonica.

Tutte le relazioni presentate al Convegno erano, in generale, supportate da evidenze alquanto comprovabili o perlomeno condivisibili dalla maggioranza degli intervenuti. Due di esse hanno invece lasciato perplessi i congressisti presenti – tra i quali lo scrivente – e, nelle discussioni che hanno fatto seguito alle relazioni, hanno generato posizioni di scetticismo. La prima delle due, presentata da André Maucherat, aveva come tema "*Les mythologies de l'ancienne Egypte et les phénomènes célestes*". La seconda, presentata dalla studiosa Chantal Jegues-Wolkiewiez, aveva come tema "*Une éclipse solaire observée dans la vallée des Merveilles, inscrit le début d'un temps historique du monde méditerranéen*". Quest'ultima è quella che discuterò in questa mia relazione.

Mi preme innanzi tutto dire che nutro una grande stima per Chantal Jegues-Wolkiewiez, laureata in Lettere e Scienze Umane, antropologa ed etno-astronoma, con un lungo curriculum come ricercatrice indipendente, e che personalmente reputo una studiosa seria e impegnata nel panorama europeo. La sua fama e il suo impegno mi hanno raggiunto ancor prima di averla conosciuta di persona al suddetto Convegno di Tende. Premesso ciò, ci tengo a dire che questa mia relazione non ha lo scopo di sminuire in qualche modo o mettere in dubbio la sua professionalità, ma piuttosto di affrontare una tematica spesso dibattuta tra gli studiosi di archeoastronomia, e cioè quella dell'attendibilità dei programmi astronomici usati dagli studiosi per risalire ai fenomeni celesti nel lontano passato. Per fare questo partirò proprio dalle argomentazioni da lei presentate nella relazione di Tende, facendo un forse lungo ma dovuto preambolo sull'interpretazione ufficiale del petroglifo oggetto del suo studio. Questo permetterà al lettore di addentrarsi con cognizione di causa al tema di questo mio intervento.

## 2. Il petroglifo “dell’uomo con le braccia a zig zag”

Questo petroglifo della Valle delle Meraviglie – detto “dell’uomo con le braccia a zig-zag” e catalogato con la sigla Z IV. G III. R 16D (vedi [figura 1](#)) – situato su una roccia a 2470 metri di altezza sul livello del mare e databile tra l’Età del Rame (3000-2200 a.C.) e l’antica Età del Bronzo (2200-1800 a.C.), era stato sempre interpretato – secondo un criterio di tipo antropomorfo – come la rappresentazione di una divinità o un essere sovranaturale legato alla fertilizzazione della terra attraverso la pioggia celeste. Come riporta opportunamente Piero Barale, sotto il suo corpo a bastoncino è presente un rettangolo quadrettato, indizio di terreni o campi parcellati, e le sue braccia sono di forma zig-zagante come quella dei fulmini (Barale, 2003, p. 52). Secondo la descrizione di un’altra ricercatrice, Anna Smaldone, l’incisione, situata alla base della roccia delle Meraviglie, “raffigura un antropomorfo con lungo corpo rettilineo sormontato da testa di forma circolare; l’area circolare della testa, completamente incisa, è cinta da un cerchio che suggerisce un’aureola. Le braccia a zig zag, che evocano il fulmine, terminano in mani a quattro e a cinque dita aperte rispettivamente a sinistra e a destra. La figura antropomorfa è collegata ad una figura geometrica di forma rettangolare campita da un reticolato che evocherebbe il Sole con i terreni coltivati, secondo H. De Lumley (De Lumley 1996, p. 220). All’altezza della testa è associato un claviforme interpretato come ascia o come mazza a manico ricurvo. Un altro reticolato si imposta al di sopra della testa dell’antropomorfo.” (in: Tusa, Buccellato, Biondo, 2009, p. 111)

La raffigurazione di un antropomorfo con le braccia a zig zag, a rappresentare una divinità dei fenomeni atmosferici non deve sorprendere, soprattutto in un’area come quella del Monte Bego, soggetta ad improvvisi quanto violenti temporali che dovevano eccitare l’immaginazione degli eventuali testimoni. Il fulmine era interpretato come un vero e proprio atto sessuale (una ierogamia) con cui gli dèi del cielo (dalle caratteristiche maschili) fecondavano la terra (divinità prettamente femminile). Come scrive Piero Barale: “*Le personificazioni mitiche del tuono, del fulmine e della pioggia, sul Monte Bego si dovevano concretizzare in una sola entità atmosferica: il dio del temporale.*” Egli suggerisce inoltre una stimolante ipotesi: “... la testa dell’uomo con le braccia a zig zag risulta colpita e penetrata da un’ascia-accetta. Secondo una tradizione popolare, consuetudine riscontrata in tutta l’Europa occidentale, si pensava che le asce e le accette in pietra levigata, prodotte dal Neolitico all’Età dei Metalli, cadessero dal cielo. Questi utensili infatti vengono ancora chiamati nell’area piemontese <per du trun> (le pietre del tuono). Tale consuetudine quindi, lascia presupporre che questi manufatti ... siano in qualche modo legati al fulmine che, secondo la tradizione, colpendo il terreno vi lasciava nei solchi dei campi arati l’attrezzo o l’arma che l’aveva generato.” (Barale 2003)

Il ritrovamento in molti luoghi preistorici di asce o accette in pietra sepolte a pelo del terreno con la lama rivolta verso l’alto aveva molto probabilmente lo scopo di attirare i fulmini a scopo fecondativo.

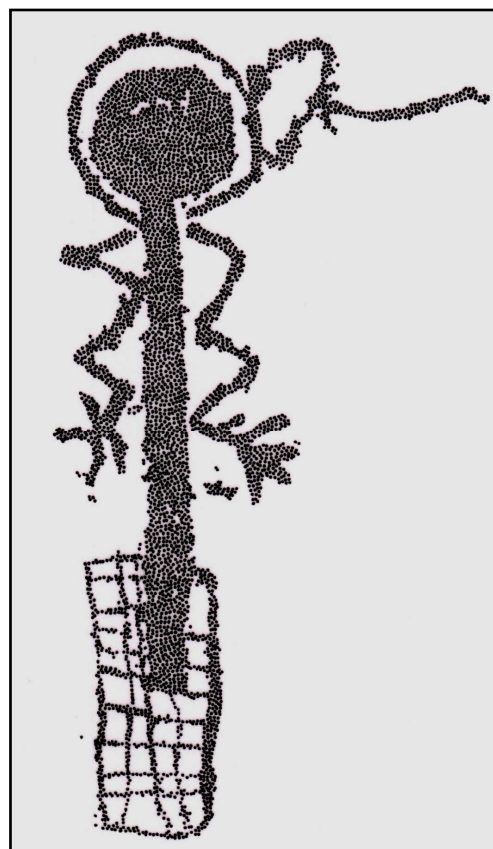
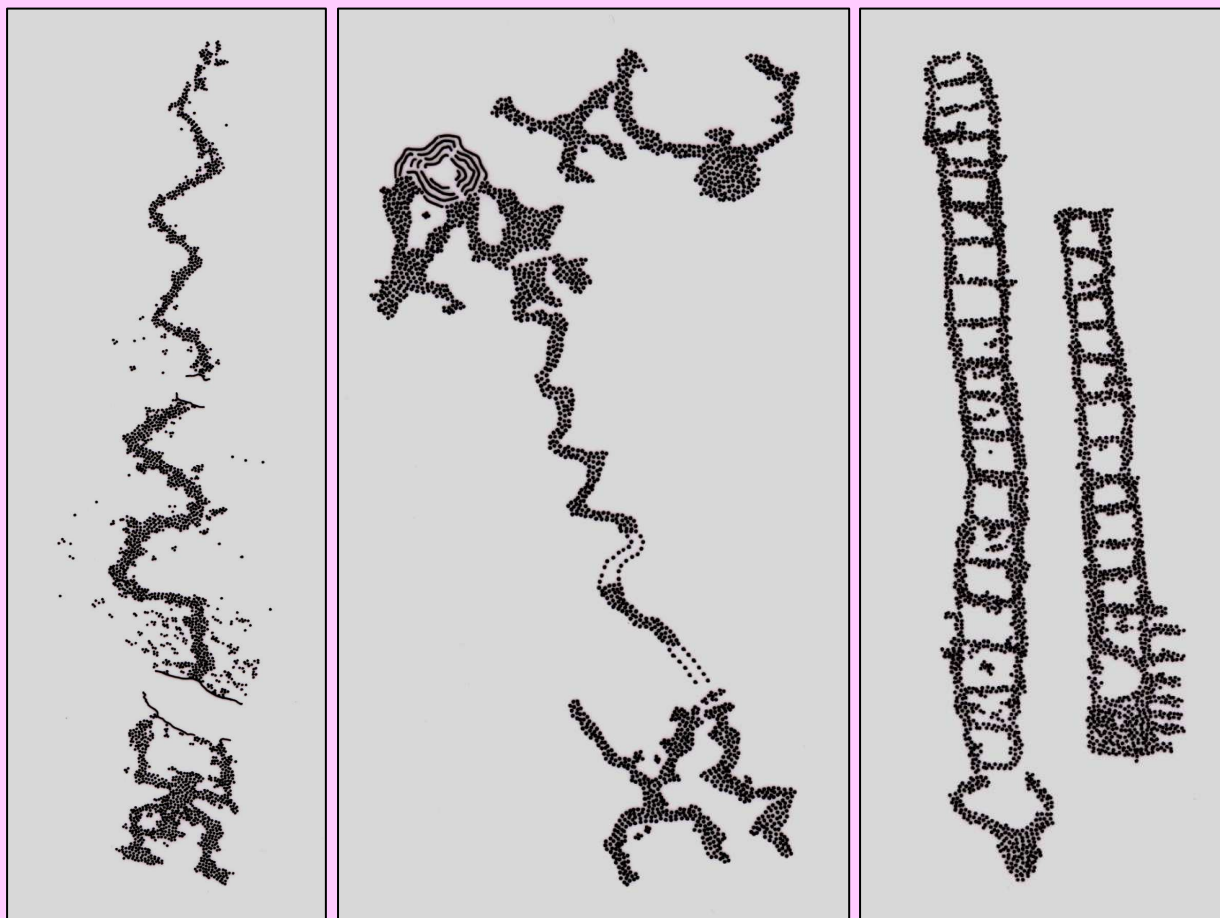


Fig. 1. Disegno dell’incisione detta dell’uomo con le braccia a zig-zag, un essere sovranaturale che con la pioggia, il tuono ed i fulmini feconda dei terreni parcellati. (da Barale 2003, cortesia di Piero Barale)

## Le montagne degli dèi



L'importanza delle montagne nel culto dei nostri predecessori per gli eventi naturali è attestata praticamente in tutte le culture in ogni parte della Terra. Esse erano considerate dei "luoghi cosmici", dei punti di collegamento in cui la Terra si univa al cielo, luogo in cui gli umani potevano avere un contatto con le forze degli dèi. La grande maggioranza dei popoli antichi associava il fulmine alla collera divina. Il dio Baal possedeva attributi caratteristici di un dio preposto alle forze della natura: una mazza per fracassare le nuvole, dando origine al tuono (simile al martello tonante del dio nordico Thor), ed una lancia a forma di saetta con cui scaricava la folgore sulla terra e la fertilizzava. Il dio greco Zeus (il romano Giove) e quello germanico Wodan (Odino) usavano il fulmine come arma di castigo divino. In alcuni casi, nelle culture italiche, si riconosce nel *divum fulgur* una delle potenzialità del dio del Sole. Nelle prime civiltà agricole e pastorali, il fulmine era anche uno dei mezzi con cui gli dèi del cielo rendevano feconda la terra, atto che si espletava in una sorta di ierogamia in cui la Terra era ben rappresentata da una donna (idea che confluirà nell'immagine della Grande Dea Madre), ed il cielo (o gli dèi del cielo) ad un uomo o all'immagine di un toro, simbolo di potenza sessuale per eccellenza. Le incisioni presenti sul Monte Bego, generalmente databili tra il 2500 e il 1700 a.C., testimoniano tali credenze che portarono ad una serie di culti e di riti religiosi ad esse connessi. L'immagine in alto a sinistra rappresenta una entità antropomorfa associata al fulmine e alla pioggia. Al centro, alcuni personaggi, forse dei sacerdoti, ed una figura taurina associata ad un fulmine. A destra un esempio di corniforme associato alle cosiddette "Scale del Paradiso", simbolo religioso dalla caratteristica ascensionale, che è generalmente interpretato come un'unione tra la Terra ed il Cielo. (Immagini: cortesia Piero barale)



In tal senso, un'interessante interpretazione è stata fornita dalla ricercatrice francese Emilia Masson (Masson 1992) che ritiene i petroglifi della Valle delle Meraviglie frutto di due diverse fasi incisorie. In Val Fontanalba è presente una zona a temi profani, vertenti su tematiche agricole e di vita domestica. Ai piedi del Picco delle Meraviglie invece, anche in base

alle sue esperienze sul campo in Anatolia, ella identifica una zona sacra contraddistinta da rappresentazioni antropomorfe di qualità incisoria decisamente superiore. In questo contesto la Masson collega l'Uomo con le braccia a zig zag, identificato con il dio *Ouranòs* padre del cielo, con la dea "acefala" (cioè senza testa) incisa accanto, che sarebbe una rappresentazione della Dea Madre (Gaia, la Terra): la loro unione ierogamica sarebbe raffigurata dall'incisione di due pugnali paralleli con le lame rivolte nella medesima direzione.

**PETROGLIFO DELL'UOMO  
CON LE BRACCIA A ZIG-ZAG**

- LATITUDINE: 44° 04' 02" Nord
- LONGITUDINE: 7° 26' 02" Est
- ALTEZZA s.l.m.: 2470 m
- AZIMUT: 90°
- INCLINAZIONE DELLA ROCCIA: 24°

Gli uomini dell'antichità davano una spiegazione fantasiosa dei fenomeni che vedevano avvenire in natura. Per loro il fulmine doveva essere l'emanazione di una qualche divinità e doveva avere uno scopo ben specifico. Dal momento che con la bella stagione la natura tornava a rifiorire, era abbastanza logico pensare che il fulmine fosse un atto fecondativo divino. In fondo questo non era molto lontano dalla realtà quotidiana dell'uomo. L'atto sessuale con la donna permetteva, dopo alcuni mesi, di vedere il frutto del concepimento con la fase di gestazione ed infine con il parto.

Pur descrivendolo in maniera decisamente più fantasiosa, gli antichi non erano molto lontani da ciò che sappiamo oggi grazie alla scienza moderna. Gran parte dell'aria che respiriamo è costituita da azoto e ossigeno molecolari (composta cioè da due atomi uniti assieme, che danno stabilità chimico-fisica alla molecola). In questo stato l'azoto reagisce difficilmente con altri elementi chimici, quindi non può essere utilizzato tal quale dagli organismi viventi, ma deve essere trasformato in altri composti più facilmente assimilabili (ammoniaca  $\text{NH}_3$ , ioni ammonio  $\text{NH}_4^+$  e ossidi di azoto  $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ). Quando un fulmine attraversa l'atmosfera, il calore da esso generato origina un canale di ionizzazione, cioè l'ossigeno e l'azoto atmosferico investite dalla scarica elettrica si ionizzano scindendo i rispettivi legami delle molecole biatomiche e successivamente, terminata la scarica, si ricompongono casualmente reagendo chimicamente tra loro a formare ossidi di azoto. Questi si disciolgono nel vapore acqueo presente nelle nubi e vengono trascinati dalla pioggia fin sul terreno, dove vengono fissati da particolari batteri (detti "azoto-fissatori") e utilizzati dagli organismi viventi, soprattutto dalla vegetazione.

Anche il tuono, spesso associato al fulmine, aveva una sua origine divina. Molte divinità atmosferiche dell'antichità – cioè quelle associate ai temporali, ai tuoni e ai fulmini – sono spesso rappresentate con delle mazze o delle asce in mano, nell'atto di colpire le nuvole per produrre il tuono, così come si batte un gong od un tamburo con la bacchetta. Ad esempio, Thor, il dio del tuono della mitologia nordica, era raffigurato con un micidiale martello (Mjöllnir) nella mano destra; i fulmini erano le scintille prodotte dal suo battere su un'incudine. Piero Barale ricorda a tal riguardo che queste credenze vengono ben descritte e assimilate anche nell'iconografia della divinità paleo-semitica *Ba'al* (Baal), il cui nome significa "signore, padrone delle forze oscure ma benefiche della natura". Il Baal di Ugarit (l'odierna Ras Shamra, in Siria, [figura 2](#)), databile alla fine del II millennio a.C., viene raffigurato su una stele "con le sembianze di un dio barbuto col capo ornato da un paio di corna. La figura, posta sullo sfondo di un profilo montuoso, brandisce con una mano una mazza, di cui si serve per fracassare le nuvole, e con l'altra scocca verso la terra una folgore appuntita come una lancia che termina a

*rami d'albero ...*" (Barale, 2003). Le corna di Ba'al ben si accostano ai corniformi presenti nella Valle delle Meraviglie, simboli di virilità e potenza, spesso associati ai fulmini. La lancia con cui Ba'al trasmette il fulmine al suolo è associata simbolicamente a motivi fitomorfi, segno che si era già intuita la correlazione tra questi fenomeni atmosferici con la crescita della vegetazione.

Fig. 2. Baal con fulmine e scettro-mazza per provocare i tuoni. La stele calcarea, che misura 142 cm d'altezza e 50 cm di larghezza, è stata ritrovata da Claude Schaeffer nel 1932 durante gli scavi nell'acropoli di Ugarit (Ras Shamra). È conservata a Parigi, al Museo del Louvre, Dipartimento di archeologia mediorientale. Sala B. Levant: Syrie côtière, Ougarit et Byblos. Numero di inventario: AO 15775. (Riferimenti: Musée du Louvre, Atlas database: entry 21464).

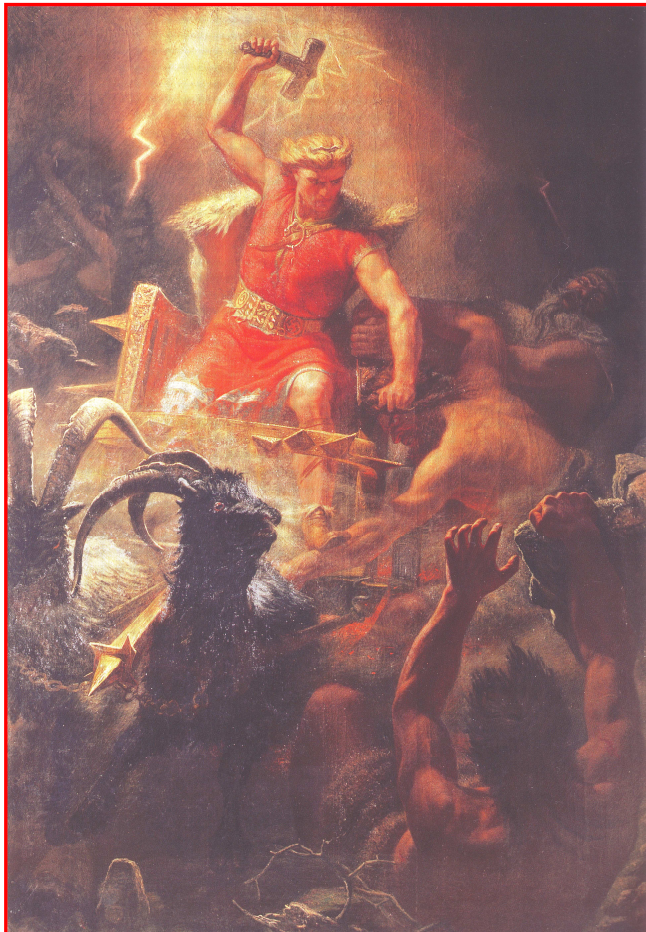
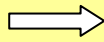


Fig. 3. Thor, dio del tuono della mitologia nordica, col suo mitico martello Mjöllnir (nome che significa "frantumatore") in un dipinto del 1872, ad opera di Mårten Eskil Winge.



Passiamo ora ad analizzare l'interpretazione archeoastronomica del petroglifo, che è poi l'oggetto del dibattere. Nel seguito verrà esposta l'ipotesi avanzata dalla ricercatrice Chantal Jegues-Wolkiewiez, che il petroglifo dell'uomo con le braccia a zig zag possa essere invece la rappresentazione di un'eclisse anulare di Sole avvenuta durante l'Età del Bronzo. L'ipotesi però, – per quanto suggestiva – è a mio parere impossibile da sostenere, per una serie di motivazioni che esporrò nel seguito di questa trattazione.



### 3. L'ipotesi archeoastronomica: un'eclisse anulare di Sole ?

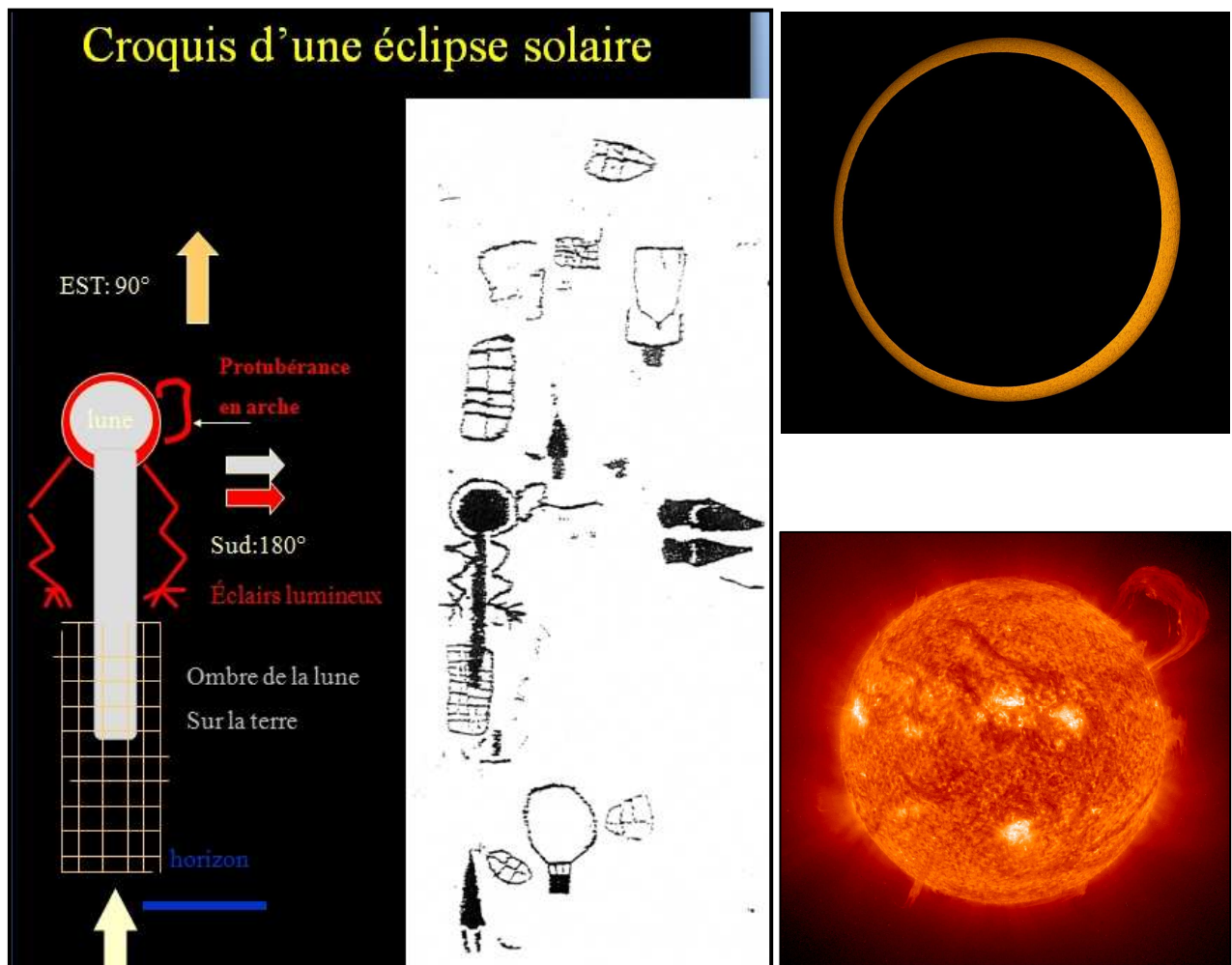
Nella sua relazione, Chantal Jegues-Wolkiewiez sosteneva che l'incisione dell'*uomo con le braccia a zig-zag* altro non fosse che la rappresentazione di un'eclisse anulare di Sole visibile dalla zona del Monte Bego nella prima mattinata del 10 ottobre -1717 (cioè il 1718 a.C. degli storici).<sup>54</sup> Secondo la ricercatrice, durante l'Età del Bronzo, l'equinozio d'autunno avveniva il 9 ottobre, per cui questa eclisse anulare, coincidente con l'inizio della stagione autunnale, avrebbe avuto un significato del tutto particolare per quelle popolazioni, tanto particolare che l'avrebbero incisa sulla roccia (vedi [figura 4](#)). Dalla zona del Monte Bego, guardando verso Est, il Sole sarebbe sorto in eclisse anulare con la Luna. I due cerchi concentrici che compongono la testa dell'uomo (o della divinità) con le braccia a zig zag, corrisponderebbero quindi ai due astri parzialmente eclissati. L'ascia o l'accetta in corrispondenza della testa altro non sarebbe che un'enorme protuberanza solare, cioè un getto di plasma che, partendo dalla cromosfera, si estende nella corona solare allontanandosi dalla sua superficie, a volte per migliaia di chilometri, spinto dalle forze del campo magnetico del Sole. Il corpo a bastoncino dell'antropomorfo inciso sulla roccia rappresenterebbe invece l'ombra della Luna che si proietta sulla Terra.



Fig. 4. Un suggestivo fotomontaggio che illustra come dovrebbe essere apparso il fenomeno luni-solare agli occhi di un eventuale osservatore dalla roccia incisa del Monte Bego. In primo piano, quasi al centro, è visibile il petroglifo dell'*uomo con le braccia a zig-zag*. (dalla presentazione di Chantal Jegues-Wolkiewiez)

<sup>54</sup> La cronologia dell'Era Cristiana non prevede un anno zero, e passa direttamente dall'anno 1 a.C. all'anno 1 d.C. Questa notazione pone problemi seri per i calcoli; se si deve calcolare il numero di anni passati tra due date si devono seguire regole diverse a seconda che gli anni siano entrambi prima o dopo di Cristo, o se siano invece uno prima e uno dopo Cristo. Nel 1740 l'astronomo Jacques Cassini (1677-1756), figlio del più noto Gian Domenico, pensò di introdurre l'anno zero e i numeri negativi per gli anni prima di Cristo. L'anno 1 a.C. degli storici, diviene così l'anno 0 degli astronomi. il 2 a.C. diviene l'anno -1, il 3 a.C. diviene il -2 e così via. In pratica, per gli anni dopo Cristo non vi sono differenze, per quelli avanti Cristo la notazione astronomica usa un numero negativo che è, in valore assoluto, minore di uno rispetto a quello usato dagli storici.

In questa pagina, sul lato sinistro, è riprodotta una delle diapositive dalla presentazione di Chantal Jegues-Wolkiewiez, che illustra la sua interpretazione del petroglifo. Sul lato destro, invece, due immagini al telescopio: quella in alto è di un'eclisse anulare di Sole (quella del 15 gennaio 2010 visibile dall'India); quella sotto è di una protuberanza solare ripresa con particolari filtri il 3 dicembre 2012 dalla sonda spaziale SOHO (Solar and Heliospheric Observatory), nata dalla collaborazione tra l'ESA (l'Ente Spaziale Europeo) e la NASA (l'Ente spaziale statunitense) e dedicata all'osservazione dell'attività solare.



Certo, a prima vista la somiglianza tra i particolari dell'incisione rupestre e le due immagini astronomiche a lato è notevole. Ma è solo una somiglianza morfologica, non fisica. Va detto, innanzi tutto, che un'eclisse anulare di Sole è completamente diversa da un'eclisse totale di Sole ed anche i fenomeni fisici visibili durante questi due eventi astronomici variano enormemente gli uni dagli altri.

Dal momento che l'orbita della Luna attorno alla Terra è leggermente ellittica, la distanza tra i due astri non è costante. Al perigeo (il punto più vicino alla Terra) la Luna dista dalla Terra 363.104 chilometri. All'apogeo (il punto più lontano dalla Terra) la Luna dista 405.696 chilometri. Di conseguenza anche la dimensione angolare della Luna varia a seconda della distanza alla quale essa si trova (vedi [figura 5](#)).



Fig. 5. Due immagini della Luna Piena riprese al telescopio. Quella a sinistra è stata ripresa quando la Luna era vicina al perigeo (il punto più vicino alla Terra); quella a destra quando la Luna era vicina all'apogeo (il punto più lontano dalla Terra). Una differenza tra le due distanze di circa 50.000 chilometri. (Immagini di Catalin Paduraru. Fonte: <http://apod.nasa.gov/apod/archivepix.html>, 2012 November 29)

Quando la Luna è nel punto più lontano dalla Terra, il suo diametro apparente è inferiore a quello solare, per cui non riesce a coprire completamente il disco del Sole: il cono d'ombra proiettato dalla Luna non riesce a raggiungere la superficie terrestre, ma solo il suo cono di penombra. Si origina quindi un'eclisse anulare, in cui la Luna oscura solo la zona centrale del Sole, lasciandone scoperte quelle periferiche. Durante la fase di centralità dell'evento, del disco solare rimane solo un luminoso anello. La durata massima della centralità di un'eclisse anulare di Sole (durante la quale il Sole assume la forma di un anello) su un punto della superficie terrestre è di circa 12 minuti.

Invece, quando la Luna è nei pressi del punto più vicino alla Terra, il suo diametro apparente è uguale o leggermente superiore a quello solare, per cui riesce a coprire completamente il disco del Sole: sia il cono d'ombra che quello di penombra proiettati dalla Luna giungono sulla superficie terrestre dando origine ad una eclisse totale di Sole. La durata della fase di totalità durante un'eclisse totale di Sole può essere al massimo di 7 minuti e 40 secondi.

A causa della sua alta luminosità superficiale, a occhio nudo è possibile distinguere il disco solare al tramonto o in presenza di nebbia e di nubi, quando l'intensità luminosa decresce sensibilmente. Tali osservazioni ad occhio nudo permettono, seppure in rare circostanze, di osservare delle macchie solari particolarmente estese, come è accaduto allo scrivente e ad altri colleghi dell'Osservatorio Astronomico di Genova il 25 settembre 2000. Nessun altro particolare della superficie solare è visibile ad occhio nudo senza l'ausilio di particolari strumentazioni.

Durante un'eclisse totale, le stelle ed altri particolari strutture del Sole – come la corona solare e le protuberanze – sono visibili solo durante i pochi minuti della totalità. Basta solo una piccolissima percentuale della superficie solare non coperta dalla Luna – come avviene ad esempio in una eclisse anulare – per escluderne la visibilità. Nel caso specifico delle protuberanze solari, come riporta l'astronomo Jamey L. Jenkins in una sua opera: *“In passato, le protuberanze visibili al lembo solare erano osservabili solo durante le rare opportunità rappresentate dalle eclissi solari. Gli astronomi avevano difficoltà a capire se le protuberanze fossero fenomeni del Sole, della Luna o dell'atmosfera della Terra. C'era persino chi ipotizzava che si trattasse di nuvole lunari, rese visibili grazie alla diffusione della luce del Sole al momento della totalità. Le protuberanze rimasero un mistero ... fino all'introduzione della fotografia in astronomia, alla metà del XIX secolo. ... In ogni caso le protuberanze al bordo della cromosfera rimasero visibili solo durante i pochi minuti della totalità.”* (Jenkins 2009, pag. 102) Uno dei metodi moderni per l'osservazione delle protuberanze nella cromosfera, dal momento che sono essenzialmente composte da idrogeno in emissione, sono gli spettroscopi con un particolare filtro di colore rosso denominato H-alfa ( $H-\alpha$ ) che lascia passare preferenzialmente le lunghezze d'onda attorno ai 656,3 nm (nanometri, o 6563 Ångstrom). Il colore rosso-rosa della cromosfera, nella quale si rendono visibili le protuberanze, è dovuto al predominio della riga H-alfa e alla sua posizione nella regione rossa dello spettro.

Riassumendo: risulta chiaro che non è possibile osservare delle protuberanze solari ad occhio nudo durante un'eclisse parziale o anulare. È invece possibile osservarle durante i pochi minuti della totalità, quando la Luna ha occultato completamente il disco solare. Questa considerazione sembra quindi escludere che la struttura ad arco incisa all'altezza della “testa” dell'uomo con le braccia a zig-zag possa essere una protuberanza solare.

#### 4. La presunta eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C.

Secondo il programma astronomico utilizzato da Chantal Jegues-Wolkiewiez, il fenomeno dell'eclisse anulare di Sole sarebbe iniziato poco prima del sorgere del Sole il 10 ottobre 1718 a.C, per cui il Sole sarebbe sorto già con la Luna sovrapposta. Il percorso della penombra<sup>55</sup> generata dalla Luna sulla superficie terrestre sarebbe partito dalla zona settentrionale della Penisola Balcanica, spostandosi poi gradualmente verso Sud-Est, verso il Mar Nero e la penisola della Crimea (l'antica Tauride dei Greci). Sarebbe poi proseguito attraverso Iran, Afghanistan, Pakistan, India e Sumatra, fino a spegnersi in Oceania. L'intero fenomeno sarebbe durato più di sei ore.

Nella figura 6 (nella pagina successiva), viene mostrato il tragitto percorso dalla penombra solare (in nero), così come è stato elaborato dal programma utilizzato da Chantal Jegues-Wolkiewiez. Secondo la ricercatrice, un eventuale osservatore posto nella zona del Monte Bego, guardando verso Est (riga viola) avrebbe visto sorgere il Sole in eclisse.

In realtà, una tale interpretazione pone numerosi interrogativi. Iniziamo dall'osservabilità delle eclissi per concludere con il tragitto percorso dalla penombra sulla superficie terrestre.

---

<sup>55</sup> Si è visto in precedenza che, trattandosi di una eclisse anulare di Sole, sulla superficie terrestre non arriva il cono d'ombra generato dalla Luna, ma solo il cono della penombra.



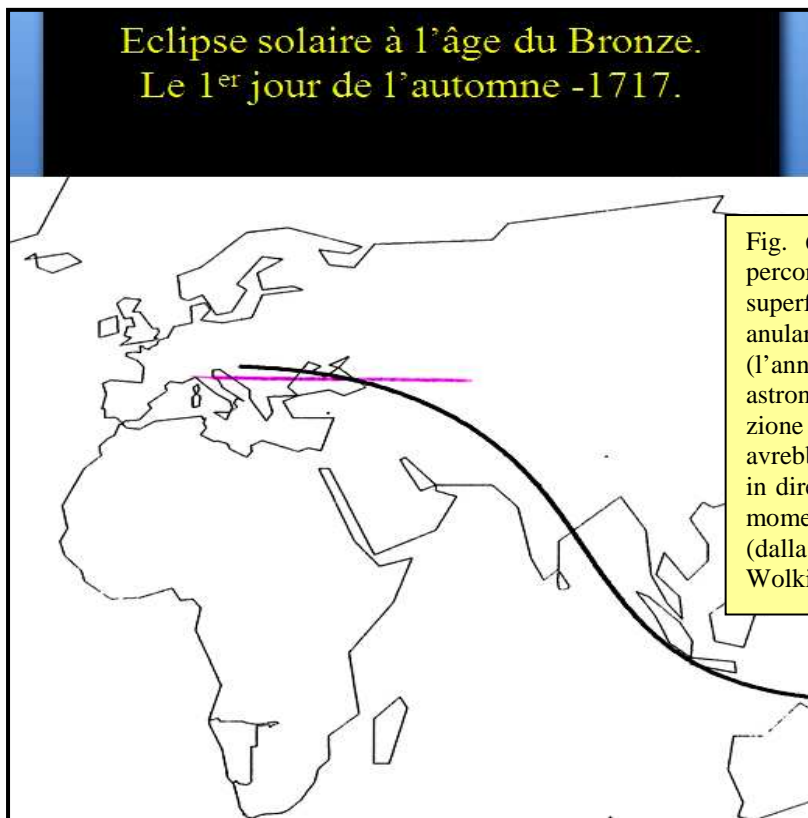
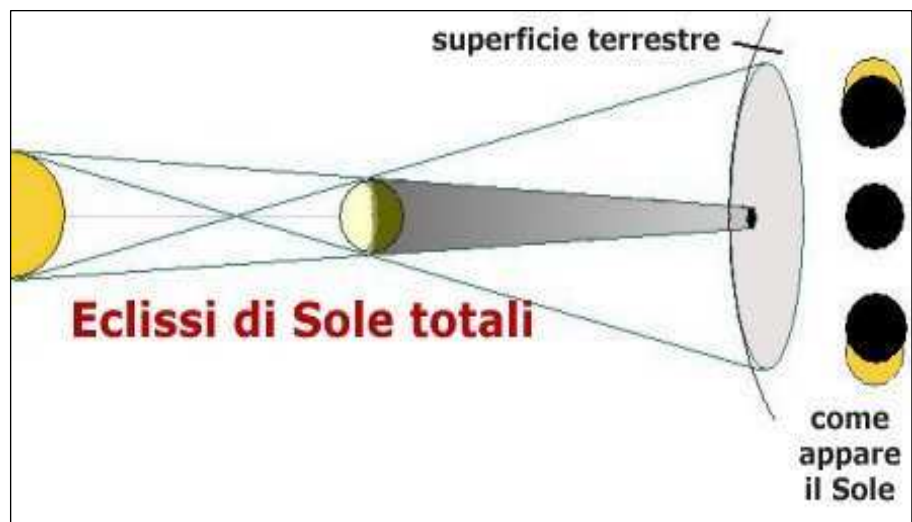


Fig. 6. Elaborazione al computer del percorso della penombra solare sulla superficie terrestre durante l'eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C. (l'anno -1717 secondo la datazione degli astronomi.). In base a tale interpretazione un osservatore dal Monte Bego avrebbe potuto vedere il Sole in eclisse in direzione Est (riga viola), proprio nel momento in cui esso stava sorgendo. (dalla presentazione di Chantal Jegues-Wolkiewicz)

Durante un'eclisse totale di Sole, la Luna proietta un cono d'ombra che quando raggiunge la Terra è largo circa 200 chilometri e viaggia a velocità comprese tra i 1600 chilometri orari nei pressi dell'equatore, fino a 7200 chilometri orari a latitudini più elevate, per cui può coprire un punto sulla superficie terrestre solo per alcuni minuti. Il percorso dell'ombra sulla superficie terrestre (determinato sia dallo spostamento di Sole e Luna ma anche dalla rotazione terrestre) può essere lungo parecchie migliaia di chilometri. Tale fascia è detta "**fascia di totalità**". Per gli osservatori sulla superficie terrestre che si trovano all'interno di questa fascia, l'eclisse di Sole è totale. Il cono d'ombra della Luna è circondato da una zona di penombra che scorre anch'essa sulla superficie terrestre, determinando due fasce adiacenti alla fascia di totalità su entrambi i suoi lati. Per gli osservatori sulla superficie terrestre che si trovano all'interno di queste due altre fasce, l'eclisse di Sole è parziale. (vedi [figura 7](#)). Invece per coloro che sono all'esterno di queste ultime due fasce, non è visibile alcuna eclisse.

Fig. 7. Schema di una eclisse totale di Sole. La zona di totalità (in nero) è circondata da una zona più ampia di penombra (in grigio). Entrambe scorrono sulla superficie terrestre determinando una fascia in cui il Sole è completamente eclissato (fascia di totalità) e, ai suoi due estremi, due fasce in cui il Sole è oscurato o eclissato dalla Luna solo parzialmente (fascia o zona di parzialità).



È quindi chiaro che un osservatore posto sulla superficie terrestre è in grado di vedere i due astri sovrapposti (e quindi in eclisse) solo se è in un luogo attraversato dal cono d'ombra generato dagli astri stessi. Nel caso di un'eclisse anulare, dal momento che arriva sulla Terra solo il cono di penombra, il fenomeno è visibile solo se l'osservatore è all'interno della fascia generata dallo spostamento di questo cono di penombra. Dall'immagine proposta da Chantal Jegues-Wolkiewiez nella sua relazione, si evince che il cono d'ombra non passa sul Monte Bego. Nel suo punto ad Est (l'incrocio tra le righe nera e viola), il fenomeno è visibile sul Mar Nero e la Crimea, che dista più di 2200 chilometri dal Monte Bego! Quindi un eventuale osservatore dal Monte Bego non avrebbe mai potuto osservare un'eclisse il cui cono di penombra passava al di fuori del punto della superficie terrestre su cui egli era.

Inoltre, la durata del fenomeno, stimata dalla ricercatrice francese in più di sei ore, si riferisce chiaramente alla durata globale di tutto l'evento sulla Terra, dal momento che il fenomeno dell'anularità visto da un singolo punto della Terra è di circa 12 minuti al massimo.

Ma c'è un'altra ragione per credere che l'eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C, non sia mai stata vista dal Monte Bego. Infatti, un'altra delle problematiche relative alla determinazione degli eventi astronomici avvenuti nel lontano passato è dovuta alla variazione della velocità di rotazione della Terra e più specificamente al suo graduale rallentamento ad opera delle maree causate dall'attrazione gravitazionale soprattutto della Luna.

## 5. Effetti delle maree sulla rotazione terrestre e sul calcolo del tempo

Le notizie che abbiamo sulle osservazioni della Luna nell'antichità, risalgono essenzialmente a fonti di epoca tardo-babilonese e cinesi, databili a partire dall'VIII secolo a.C. (Peters 2010). Praticamente tutte le civiltà – anche se con metodi diversi – hanno anche registrato le eclissi, sia solari che lunari. Le più recenti di queste registrazioni hanno aiutato i ricercatori a definire con buona accuratezza la mutua posizione di Sole, Luna e Terra. Queste informazioni particolareggiate sono di grande valore potenziale perché permettono di calibrare le effemeridi<sup>56</sup> e perché danno la possibilità di rilevare andamenti o variazioni orbitali e cosmologiche a lungo termine.

Le osservazioni storiche possono essere molto utili soprattutto per calcolare le effemeridi lunari, che sono le più difficili poiché anche nella loro forma più semplice costituiscono comunque un problema a tre corpi di non facile soluzione. Già nel 1695 l'astronomo inglese Edmund Halley, analizzando le osservazioni delle eclissi di epoca classica, aveva intuito che la Luna presentava una accelerazione secolare che non poteva essere spiegabile con la soluzione proposta da Isaac Newton per l'orbita lunare. Nel XIX secolo, il francese Charles Eugene Delaunay suggerì giustamente che queste discrepanze potevano essere dovute al rallentamento del periodo di rotazione della Terra a causa dell'attrito delle maree (*Ralentissement de la rotation de la Terre*, 1866).

---

<sup>56</sup> Le effemeridi (o efemeridi, l'etimologia del termine deriva dalla parola greca ἑφημερίς, *ephemeris* che significa "giornaliero" e dal latino *ephemēris*) sono tabelle che contengono valori calcolati, nel corso di un particolare intervallo di tempo, di diverse grandezze astronomiche variabili, quali la magnitudine degli astri, le loro coordinate e parametri orbitali. Tramite le effemeridi è possibile anticipare le posizioni degli astri e prevedere eventuali fenomeni astronomici significativi quali eclissi, occultazioni e congiunzioni.

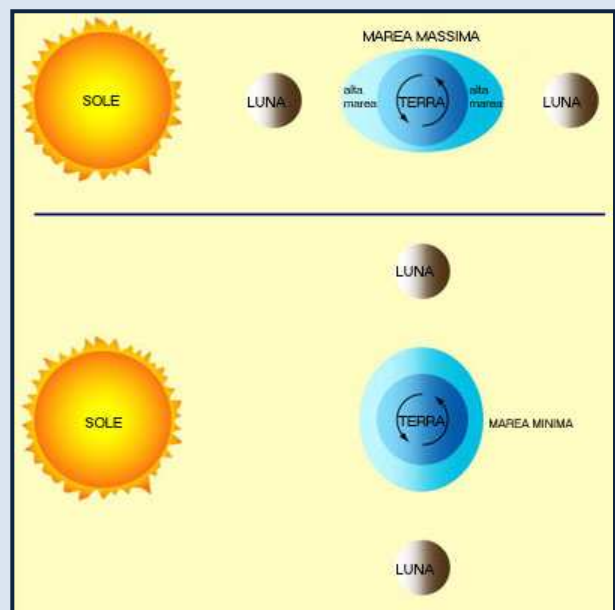
# La Luna, il Sole e le maree

La marea è un moto periodico di grandi masse d'acqua (oceani, mari ed i laghi più vasti), le quali si innalzano (flusso o alta marea) e abbassano (riflusso o bassa marea) con una frequenza pari a circa sei ore (un quarto di giorno terrestre). Tra un'alta marea e quella successiva ci vogliono 12 ore e 41 minuti. Questo moto è indotto da una forza mareale che è la risultante di altre due forze che agiscono in direzioni opposte e che quindi ne attenuano reciprocamente gli effetti:

- Dall'attrazione gravitazionale esercitata sulla Terra dagli altri corpi celesti del sistema solare. Tra questi predomina l'attrazione della Luna grazie alla sua distanza dalla Terra molto inferiore di quella di tutti gli altri corpi; poi quella del Sole, mentre è trascurabile quella degli altri pianeti. Sulla superficie della Terra questa forza esercitata dalla Luna è equivalente a circa un decimilionesimo della forza di gravità, ma seppure apparentemente così piccola è in grado di produrre effetti notevoli a causa dell'enorme massa d'acqua su cui agisce.
- Dalla forza centrifuga dovuta alla rotazione del sistema Terra-Luna intorno al proprio centro di massa (baricentro), il quale si trova a circa 4700 chilometri dal centro della Terra e circa 1700 chilometri sotto la superficie terrestre.

Sulla superficie terrestre rivolta verso la Luna è maggiore la forza gravitazionale esercitata dal nostro satellite, per cui le masse d'acqua vengono attratte in tale direzione. Sulla superficie opposta alla Luna invece è maggiore la forza centrifuga esercitata dalla rotazione terrestre, per cui le masse d'acqua vengono attratte (o, per meglio dire, "spinte") in direzione opposta alla precedente. Ne consegue un sollevamento dei mari sia sul lato della Terra rivolto verso la Luna, sia sul lato opposto (la cosiddetta "seconda gobba" della marea). Ciò spiega anche il perché l'alta e la bassa marea si alternano all'incirca due volte al giorno. La rotazione terrestre fa anche sì che il punto più alto della marea non sia rivolto esattamente in direzione della Luna, ma che sia in "ritardo" di circa 20°.

Anche il Sole esercita sulla Terra una forza di marea simile a quella della Luna, ma essendo circa 400 volte più lontano, sebbene abbia una massa maggiore di quella della Luna, la forza di marea del Sole risulta pari a solo il 46% circa di quella lunare. A seconda della posizione relativa di Terra, Sole e Luna, la forza di marea del Sole può agire concordemente a quella lunare o nel verso opposto: ne risulta un rafforzamento della marea quando i due astri si trovano in congiunzione (Luna Nuova) o in opposizione (Luna Piena) e, invece, un suo indebolimento quando si trovano in quadratura (Primo e Ultimo Quarto). L'ampiezza delle maree perciò aumenta e diminuisce ciclicamente con un periodo di circa 15 giorni.



L'attrazione gravitazionale della Luna provoca un innalzamento delle masse d'acqua sulla superficie terrestre (marea). Questo innalzamento o rigonfiamento, non solo segue la Luna nel suo moto orbitale mensile intorno alla Terra, ma è anche trascinato dalla rotazione della Terra stessa sul proprio asse. La conseguenza di questi due fenomeni è che il rigonfiamento mareale causa una spinta addizionale alla Luna nella sua orbita, per cui essa viene accelerata. Questo aumento di accelerazione ha una conseguenza sull'orbita lunare: la Luna si sposta verso un'orbita più alta, allontanandosi dalla Terra e rallentando al tempo stesso anche la sua velocità. Come contropartita, la conservazione del momento angolare richiede che la rotazione terrestre rallenti: il momento angolare di rotazione perduto dalla Terra viene guadagnato dalla Luna, preservando così il momento angolare totale del sistema. In definitiva, le maree lavorano come un freno sulla rotazione terrestre. Secondo alcuni studi il movimento di rotazione della Terra, con i ritmi di rallentamento attuali, si estinguerebbe non prima di 19 mila milioni di anni.

Il rallentamento della rotazione terrestre fu scientificamente dimostrato in maniera convincente dall'astronomo inglese Harold Spencer Jones nel 1939. Il problema generato da questo effetto riveste però anche il nostro calcolo del tempo, dal momento che la rotazione della Terra è stata usata come orologio per datare con precisione le osservazioni astronomiche: il cosiddetto U.T., Universal Time (o Tempo Universale, T.U.). Con le osservazioni lunari espresse in U.T. è molto difficile districarsi tra accelerazione mareale lunare e decelerazione della rotazione terrestre. Di conseguenza fu deciso di utilizzare un tempo a scala variabile che concordasse con le osservazioni astronomiche, soprattutto quelle del sistema solare: l'E.T., o Ephemeris Time (Tempo effemeride o delle effemeridi). Nel 1955 divennero operativi gli orologi atomici al cesio (si parla in questo caso di scala T.A.I., International Atomic Time) e ci si accorse subito che la rotazione terrestre era irregolare; questo causa un allungamento del tempo rispetto alla scala temporale, cioè che la lunghezza del giorno varia durante l'anno. Osservando la posizione dei corpi celesti ci si accorse che essi non si trovavano dove era previsto. Fu per questo che, nel 1976, l'Unione Astronomica Internazionale (I.A.U., International Astronomical Union) sostituì il Tempo Effemeride (ET) con il Tempo Dinamico Terrestre (TDT) poi rinominato semplicemente Terrestrial Time (T.T., Tempo Terrestre) nel 1991<sup>57</sup>. La differenza tra il Tempo Terrestre<sup>58</sup> ed il Tempo Universale è chiamato Delta T ( $\Delta T$ ) e cioè:

$$\Delta T = T.T. - U.T.$$

A causa della complessità delle maree, l'accelerazione lunare non si può dedurre teoricamente. Delta T è una quantità di tempo che varia continuamente e con irregolarità, anche se si è evidenziata una tendenza generale a lungo termine di tipo parabolico, che diminuisce dal lontano passato fino al XIX secolo. Dal 1902 iniziò ad aumentare di circa 1 secondo l'anno, ma talvolta anche di quantità inferiori, dell'ordine di 0,1-0,2 secondi l'anno. Quando la differenza fra il Tempo Universale ed il Tempo Terrestre (o Effemeride) si approssima a 0,7 secondi in valore assoluto, gli istituti di metrologia inseriscono 1 secondo (secondo intercalare) nei segnali orari radiotrasmessi.

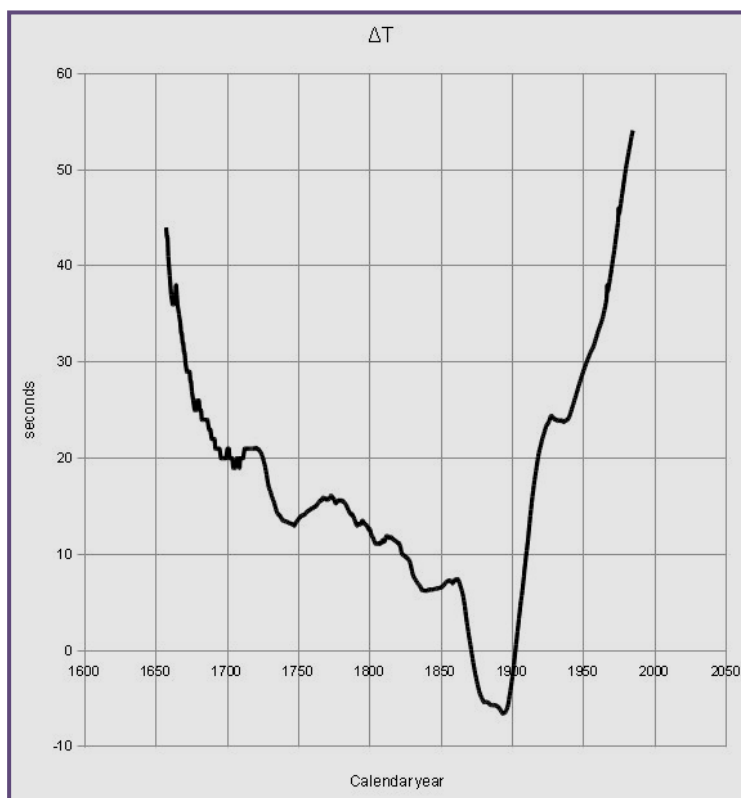
Durante le missioni spaziali con atterraggi sulla Luna, furono posizionati sulla superficie del nostro satellite dei "retro-riflettori" che hanno reso possibile misurare, per mezzo del Lunar Laser Ranging (LLR), la posizione della Luna e la sua distanza con una precisione mai ottenuta prima. Le misurazioni sono state utilizzate per ottenere le più accurate integrazioni numeriche, conosciute come Development Ephemerides (DE) del NASA's Jet Propulsion Laboratory.

<sup>57</sup> Per la trattazione della storia delle varie scale temporali fino alla prima metà del XX secolo, si veda Britton 1992.

<sup>58</sup> Dal momento che il Tempo Terrestre (TT) era formalmente conosciuto anche come Tempo Effemeride (ET, usato dal 1952 al 1983) e Tempo Dinamico Terrestre (TDT, usato dal 1984 al 2000), nella formula il termine TT può essere sostituito da ET e da TDT. Quindi è valido anche affermare  $\Delta T = E.T - U.T.$ , così come riportato in vari testi.



Fig. 8. Nel grafico è riprodotto l'andamento del valore di  $\Delta T$  nel corso del tempo, dal 1657 al 1984. (Fonte: IERS – Rapid Service / Prediction Center, 1986, “*Historic Delta T and Length Of Day*” attribuito a McCarthy e Babcock. Da: Wikipedia inglese, alla voce: “delta-T”).



Dopo circa 18 anni di osservazioni (corrispondente ad un ciclo dei nodi lunari) sono state recentemente pubblicate le effemeridi DE 421 (NASA), che riportano un valore di  $-25,85''/\text{cy}/\text{cy}$  (secondi d'arco su secolo al quadrato) per l'accelerazione mareale lunare e un incremento di 38,14 mm/anno per la distanza (Peters 2010), quindi molto vicini a quelli trovati da Morrison e Ward analizzando i transiti del pianeta

Mercurio sul disco solare (Morrison e Ward, 1975,  $-26 \pm 2$  arco secondi/secolo<sup>2</sup>) e utilizzati poi da Stephenson per le eclissi storiche (Stephenson 1997). Il monitoraggio della Luna evidenzia che la rotazione della Terra è erratica in tutte le scale del tempo considerate in precedenza (Dickey 1995).

Uno dei risultati dello studio di Stephenson è che il rallentamento a lungo termine della rotazione terrestre è più piccola di quanto ci si aspettasse dalla corrispondente accelerazione mareale della Luna, sempre considerando la conservazione del momento angolare. Morrison e Stephenson (2001, p. 262) hanno trovato un cambiamento nella lunghezza del giorno (LOD, Length Of Day) di circa  $+1,8$  ms/secolo (millisecondi al giorno/secolo), invece di quanto si aspettassero e cioè  $+2,3$  ms/secolo. Ciò vuol dire che, apparentemente, qualcosa ha accelerato la rotazione della Terra. È stato proposto che il progressivo impoverimento delle calotte polari abbia diminuito la pressione della crosta continentale sul mantello all'interno della Terra favorendo uno spostamento delle placche equatoriali verso le zone polari; questo porterebbe ad un minore valore del momento di inerzia della Terra, e alla conservazione del momento angolare che poi causa una maggiore velocità di rotazione.

Accanto a questi andamenti a lungo termine, ci sono poi delle variazioni dei valori di  $\Delta T$  con periodi di decenni, ma le cui osservazioni e testimonianze storiche sono troppo sparse e inaccurate per poter creare un modello di calcolo atto a poter identificare una qualsiasi causa fisica (Peters 2010). A questo riguardo, c'è una recente variazione che dimostra la complessità di questi fattori: in accordo con la teoria mareale, la Terra dovrebbe rallentare di una misura costante (L.O.D. pari a  $+1,8$  ms/secolo), che richiede a noi l'aggiunta in avanti di un secondo, sul nostro orologio, ogni anno e mezzo, in maniera da sincronizzarlo con l'attuale angolo di rotazione. Eppure, dall'inizio del 1999 alla fine del 2005, non è stato necessario aggiungere alcun secondo, poiché la Terra ha accelerato la sua rotazione. Questo effetto è indipendente dall'accelerazione lunare, che ha continuato ad aumentare (fonte LLR). Questo vuol dire che ci sono forze non-mareali che agiscono sulla Terra e che hanno effetto sul  $\Delta T$ , ma non sull'accelerazione mareale lunare. Questo potrebbe essere avvenuto anche in passato.

## 6. Delta-T ( $\Delta T$ ) e previsione dei fenomeni astronomici nell'antichità

La rotazione terrestre è alla base di tutti i calcoli per la determinazione e la previsione dei fenomeni celesti. Il suo valore può essere utilizzato per ottenere il tempo, che è la posizione angolare della Terra (precisamente l'orientazione del meridiano di Greenwich rispetto al fittizio Sole medio). Come si è visto, l'incertezza del  $\Delta T$  gioca un ruolo importante nella previsione dei fenomeni astronomici. Naturalmente, più si va indietro nel tempo più l'incertezza è maggiore. I dati ottenuti devono quindi essere correlati con fonti storiche attendibili.

Queste fonti storiche devono però soddisfare alcuni importanti requisiti. Richard F. Stephenson (Stephenson 2008) ha formulato almeno quattro criteri che le registrazioni storiche devono possedere per poter essere usate nello studio dell'orbita lunare e della rotazione terrestre e, quindi, nella previsione dei fenomeni astronomici:

1. Una fonte sicura, attendibile e affidabile
2. Un chiaro riferimento ad una eclisse maggiore (cioè che l'eclisse sia totale)
3. Un'unica data accuratamente conosciuta
4. Un ben stabilito sito di osservazione

Tenendo conto di questi fattori, Muller e Stephenson hanno individuato, tra l'VIII ed il II secolo a.C., almeno quattro eclissi che soddisfano tutti questi criteri:

- Eclisse totale di Sole del 7 luglio 709 a.C., a Chu Fu, Cina.
- Eclisse totale di Sole del 26 settembre 322 a.C., a Babilonia.
- Eclisse totale di Sole del 4 marzo 181 a.C., a Ch'ang An, Cina.
- Eclisse totale di Sole del 15 aprile 136 a.C., a Babilonia.

L'eclisse del 136 a.C. è stata valutata dallo stesso Stephenson come la più attendibile ed accurata prima dell'invenzione del telescopio. Di questa eclisse sono state trovate due distinte tavolette e le loro registrazioni descrivono la precisa posizione del Sole e dei numerosi pianeti nel cielo durante la fase di totalità. Una delle due tavolette, in particolare, menziona che 14 giorni prima dell'eclisse totale di Sole, ce n'era stata una di Luna (Kelley, Milone 2011).

Eclissi come quelle appena citate, hanno dato la possibilità agli astronomi di affinare il calcolo sulle fluttuazioni del delta-T nel corso dei secoli passati e dei suoi effetti sulla variazione della rotazione terrestre. Inoltre, dal momento che un'eclisse può avvenire soltanto quando il Sole e la Luna sono in corrispondenza con i nodi dell'orbita lunare e quando il nostro satellite è in fase di Luna Nuova (per le eclissi solari) o in fase di Luna Piena (per le eclissi lunari), le eclissi del passato danno anche la possibilità di calcolare i corrispettivi effetti sull'orbita lunare.

Integrando i valori di  $\Delta T$  con i dati desunti dalle antiche registrazioni delle eclissi totali è stato quindi possibile estrapolare una tabella di massima (vedi pagina seguente) che riporta il valore del  $\Delta T$  nel corso dei secoli, valore del quale è assolutamente necessario tenere conto quando si effettua una previsione di fenomeni celesti avvenuti nell'antichità. Nella tabella, sia il  $\Delta T$  che  $\sigma$ , che rappresenta l'errore standard, sono espressi in secondi. (Van Gent, s.d.).

**Valori raccomandati di  $\Delta T = TT - UT$  (in secondi)  
per il periodo: -1000 (1001 a.C.) a +1700**

Anno	$\Delta T$	$\sigma$	Anno	$\Delta T$	$\sigma$	Anno	$\Delta T$	$\sigma$
-1000	+25400	640	0	+10580	260	1000	+1570	55
-900	+23700	590	100	+9600	240	1100	+1090	40
-800	+22000	550	200	+8640	210	1200	+740	30
-700	+20400	500	300	+7680	180	1300	+490	20
-600	+18800	460	400	+6700	160	1400	+320	20
-500	+17190	430	500	+5710	140	1500	+200	20
-400	+15530	390	600	+4740	120	1600	+120	20
-300	+14080	360	700	+3810	100	1700	+9	5
-200	+12790	330	800	+2960	80			
-100	+11640	290	900	+2200	70			

Se ad esempio si prende il valore di  $\Delta T$  proposto per l'anno -1000 (cioè il 1001 a.C.), che è 25400 secondi, questi corrispondono a poco più di 423 minuti, cioè 7,05 ore. In questo lasso di tempo, la Terra ha ruotato spostandosi in longitudine. Se si considera che attualmente la Terra fa un giro di  $360^\circ$  in 24 ore, 7,05 ore corrispondono ad uno spostamento in longitudine corrispondente a  $(24 : 360 = 7,05 : x)$   $105,75^\circ$ .<sup>59</sup> Questo divario aumenta andando più a ritroso.

Se noi analizziamo un'antica eclisse osservata ad esempio 2500 anni fa, dobbiamo prima di tutto correggere la posizione della Luna di qualcosa come  $2^\circ 15'$ ! L'analisi delle antiche eclissi hanno poi portato a stimare – come si è visto – il tasso medio di aumento della lunghezza del giorno a 1,8 millesimi di secondo/secolo durante gli scorsi 2500 anni (Stephenson 1983). Solo dopo aver proceduto a queste correzioni sarà possibile stimare la zona d'impatto dell'eclisse stessa, cioè su che zone della Terra è passato il cono d'ombra dell'eclisse. Altrimenti faremmo avvenire l'eclisse in un luogo della Terra in cui in realtà non si è mai verificata.

Facciamo l'esempio di un'eclisse totale di Sole storica: quella del 14 gennaio 484 d.C. (citata anche da Richard F. Stephenson; in Stephenson 1983, 2008). Questa eclisse fu osservata non lontano da Atene poco dopo l'alba. Se analizziamo la zona della Terra interessata dal cono d'ombra, con uno dei più sofisticati programmi di effemeridi attualmente disponibile, il “*Five Millennium Canon of Solar Eclipses*”, preparato appositamente per la NASA<sup>60</sup>, troveremo che l'estremità d'inizio dell'eclisse totale è nei pressi proprio della città di Atene (figura 9). Questo perché il programma in questione – elaborato dall'astrofisico americano Fred Espenak (del Goddard Space Flight Center della NASA) e dall'astronomo belga Jean Meeus – ha utilizzato effemeridi solari e lunari che tengono conto del graduale rallentamento della rotazione terrestre. Se invece si assume che la durata del giorno sia sempre stata costante (come fanno erroneamente alcuni programmi) allora – a seconda del programma utilizzato – troveremo che l'eclisse è

<sup>59</sup> Oppure, in maniera più sbrigativa, dal momento che il Sole in un'ora percorre nel cielo un arco di  $15^\circ$ , in 7,05 ore percorrerà  $(15^\circ \times 7,05 =)$   $105,75^\circ$ .

<sup>60</sup> Reperibile sul sito internet: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEpubs/5MCSE.html>.

iniziata al sorgere del Sole sulla Spagna oppure sull'Oceano Atlantico nei pressi della Penisola Iberica (Stephenson 1983; Kelley, Milone, 2011, pp.106-7). In generale si nota uno spostamento in longitudine, mentre la latitudine viene sommariamente rispettata (figura 10).

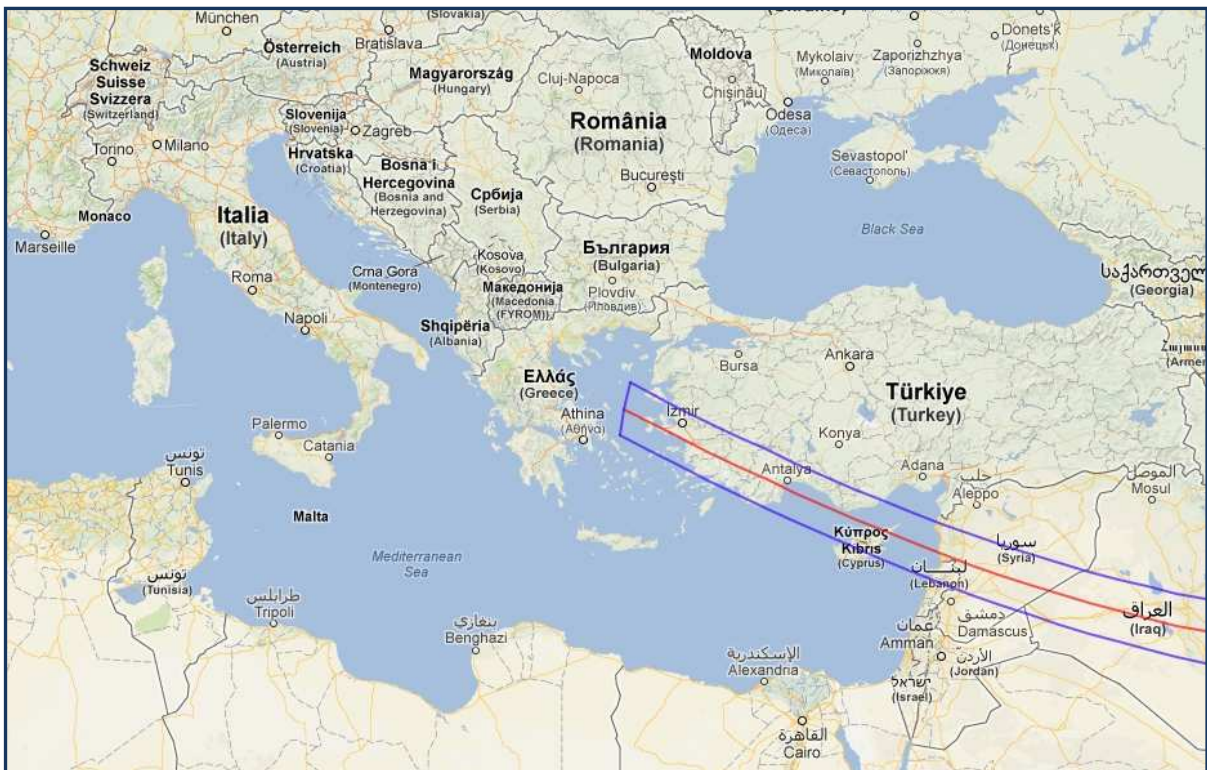
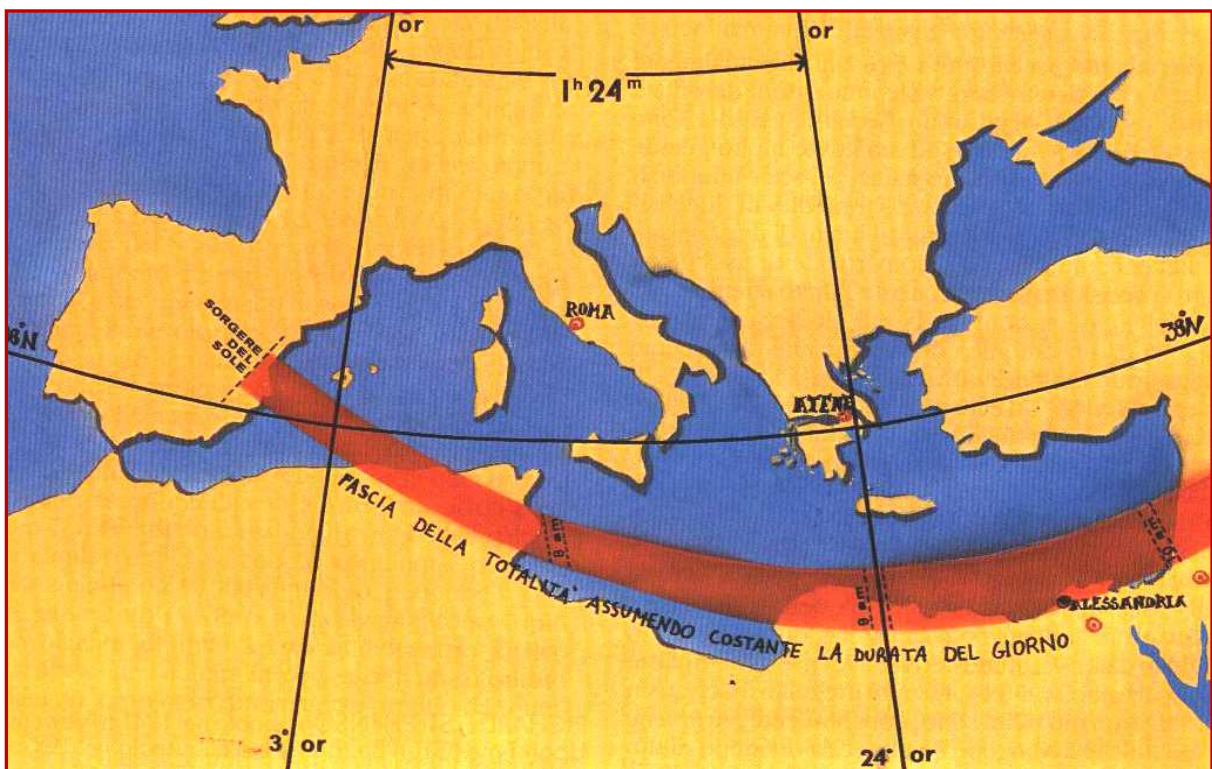


Fig. 9 (sopra): fascia di totalità dell'eclisse totale di Sole del 14 gennaio 484 d.C. (*Five Millennium Canon of Solar Eclipses*). L'eclisse è visibile al sorgere del Sole nei pressi della città di Atene, in accordo con le fonti storiche. Fig. 10 (sotto): se il programma non tiene conto del rallentamento della rotazione terrestre l'eclisse è iniziata erroneamente nei pressi della Penisola Iberica. (da: Stephenson 1983).





## 7. Eventi storici e programmi astronomici

Le varie scale per il calcolo del tempo (E.T., T.T., U.T., T.A.I.) usate nelle effemeridi di Terra, Luna, pianeti e stelle, sono a volte molto complesse da armonizzare in un unico programma astronomico, anche a causa della loro non sempre prevedibile variabilità relativa. Di seguito verranno presi in considerazione due eventi astronomici dell'antichità dei quali si hanno dettagliate testimonianze osservative (Henriksson 2010) e si cercherà di determinare la correttezza degli algoritmi usati da due programmi astronomici per computer che sono oggi largamente usati da chi si occupa di archeoastronomia. Quello da me utilizzato è il programma *Starry Night Pro Plus 6.0*, della canadese Imaginova Ltd. Nello stesso tempo ho chiesto all'amico Luigi Torlai di coadiuvarmi con il programma da lui utilizzato, il *Cybersky 5.0*.

Il primo test è stato eseguito su una congiunzione stretta tra la Luna e la stella Spica (alfa Virginis) descritta dal filosofo e astronomo greco Timòcari di Alessandria (circa 320-260 a.C., contemporaneo del matematico Euclide), e citata in seguito da Claudio Tolomeo (II secolo d.C.) nella sua opera *Almagesto* (VII, 3, H29, H30). Questo fenomeno, secondo Timòcari sarebbe avvenuto “*nell'anno quattrocentosessantaseiesimo (466°) da Nabonassar, nel mese di Thot il giorno 7 del calendario egizio, quando era già passata mezza ora della decima ora della notte*” il che significa alle ore 3.30 del 9 novembre 283 a.C. (-282). Sempre secondo Tolomeo, Timòcari avrebbe osservato sorgere la Luna sopra l'orizzonte di Alessandria, in Egitto, dopo di che avrebbe visto la stella Spica quasi a toccare esternamente il punto più settentrionale della falce lunare. Inserendo nel programma le coordinate di Alessandria d'Egitto, il giorno e l'ora indicati da Timòcari si ottiene l'immagine sottostante ([figura 11](#)).

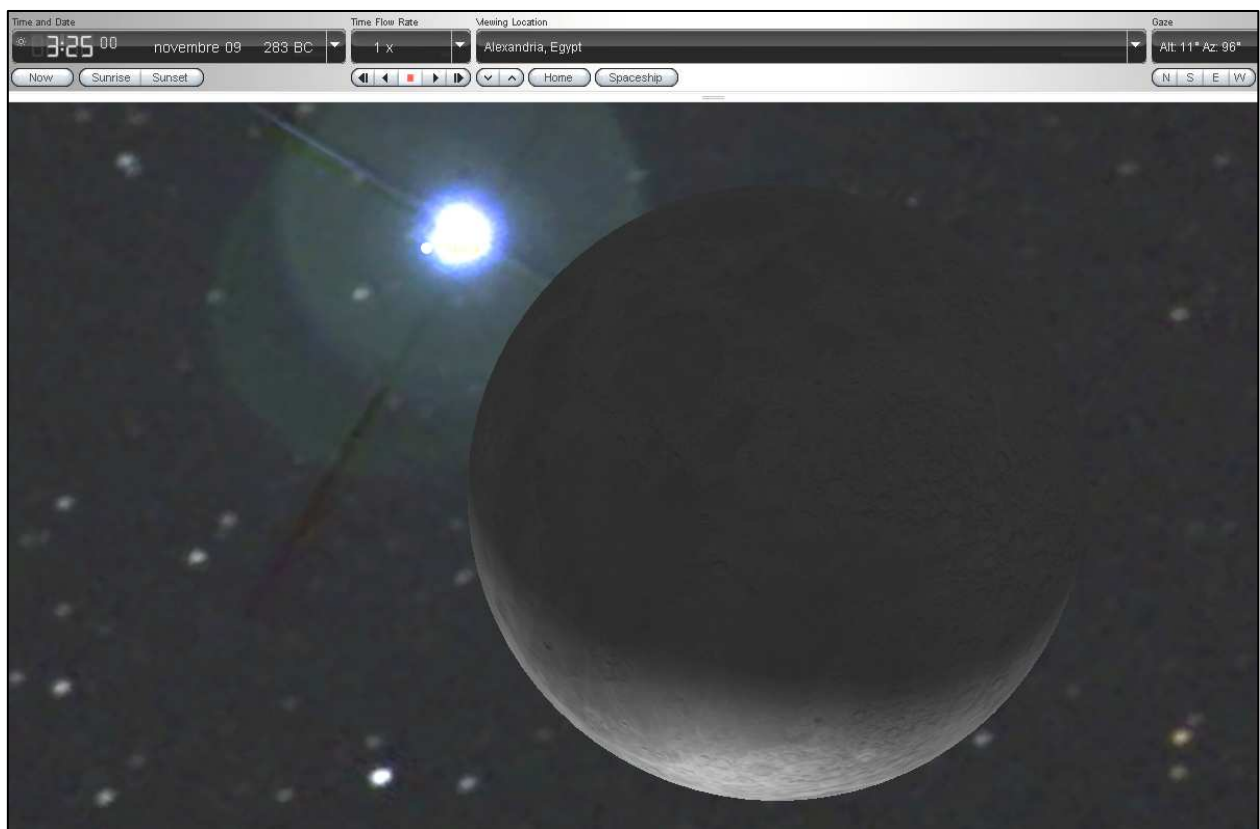


Fig. 11. Immagine elaborata col programma *Starry Night Pro Plus 6.0* della congiunzione stretta tra la Luna (in fase calante a forma di falce) e la brillante stella Spica nella notte tra l'otto e il nove novembre 283 a.C., descritta dall'astronomo Timòcari e riportata, più di quattro secoli dopo, nell'*Almagesto* di Claudio Tolomeo.

Il secondo evento considerato è quello relativo ad una occultazione del pianeta Venere ad opera della Luna, descritto nel testo cuneiforme denominato VAT 4924, ritrovato a Babilonia ed ora conservato a Berlino. La Luna è in fase calante a forma di falce e Venere “*entra nel corno meridionale della Luna*”. Il fenomeno fu visibile a Babilonia il 19 giugno 419 a.C. (–418) alle 4.00 ore solare media locale, quando il Sole era  $8,6^\circ$  sotto l’orizzonte e la magnitudine di Venere era 4,3. Nonostante questo sia un test molto severo, poiché la posizione della Luna è computata in U.T. (Universal Time) e quella di Venere in T.T. (Terrestrial Time), una volta inserite nei due programmi le coordinate di Babilonia (corrispondenti all’odierna Al Hillah), data e ora, si sono ottenuti da entrambi risultati che ben si adattavano alle osservazioni babilonesi (figure 12 e 13).

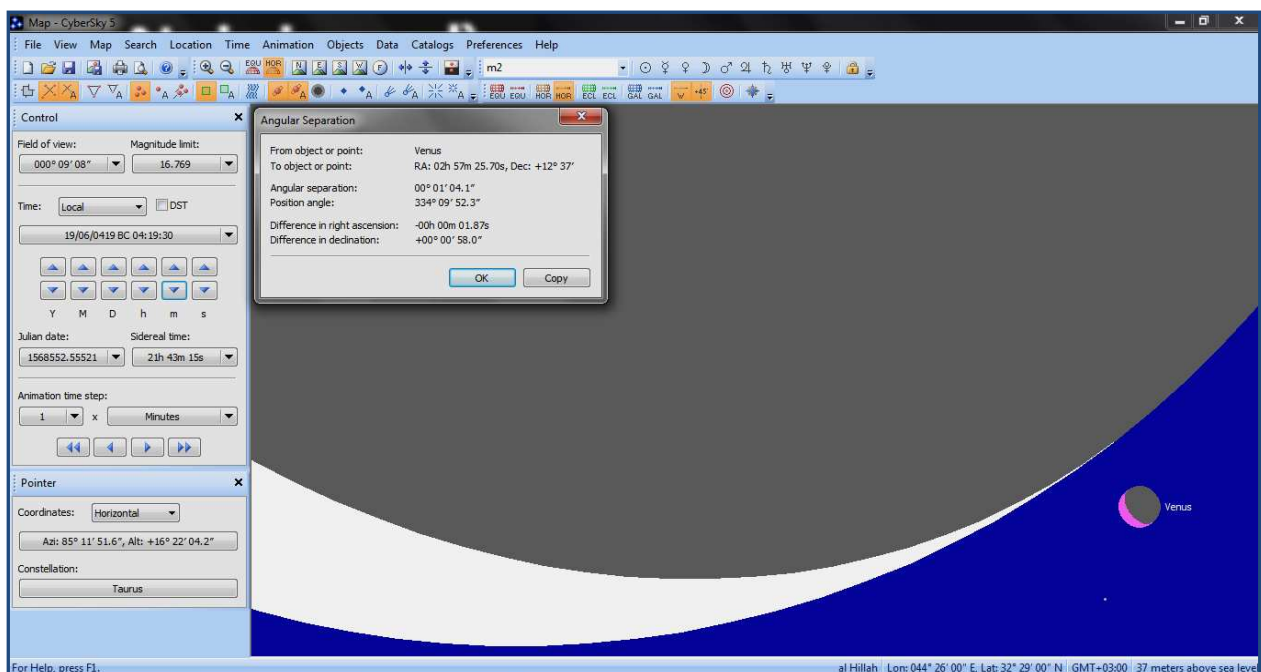
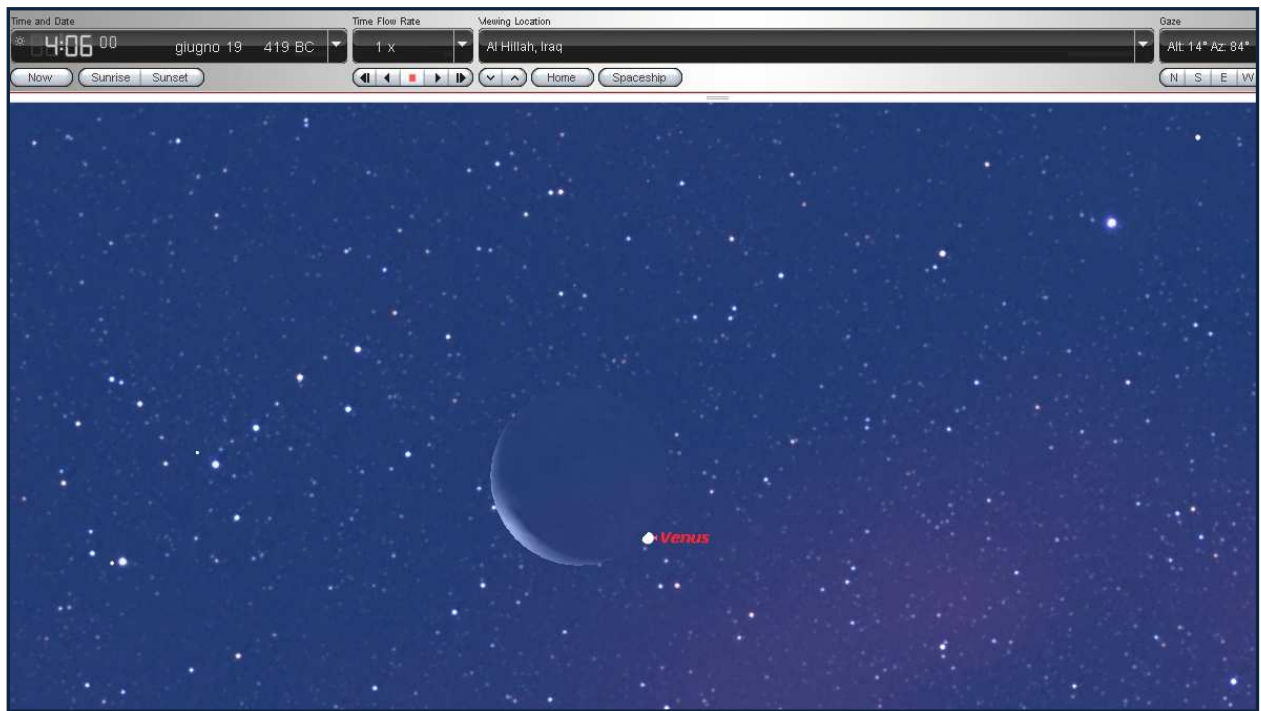


Fig. 12 (in alto): immagine elaborata col programma *Starry Night Pro Plus 6.0* dell’occultazione di Venere dalla Luna in fase calante a forma di falce, del 19 giugno del 419 a.C. Fig. 13 (in basso): immagine dello stesso fenomeno elaborata da Luigi Torlai con il programma *Cybersky 5.0*. I risultati sono praticamente identici.

## 8. Il vero percorso dell'eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C.

Come si è visto, il graduale rallentamento della rotazione terrestre come conseguenza degli effetti mareali che il nostro pianeta subisce soprattutto da parte della Luna (ma anche dal Sole), porta ad un'incertezza nel calcolo delle zone della superficie terrestre dalle quali sono stati visibili particolari eventi astronomici dell'antichità. Se i programmi che si utilizzano non tengono conto di questo fattore, più ci si allontana dal presente e si va indietro nel lontano passato, più alto sarà inevitabilmente l'errore che si accumula.

In commercio ci sono programmi astronomici di largo uso commerciale che permettono una visione del cielo notturno e delle costellazioni in formati molto belli e accattivanti dal punto di vista estetico, ma che purtroppo rivelano i punti deboli dei loro algoritmi di calcolo non appena si chiede loro di risalire a come era il cielo anche solo a 500 anni fa. Personalmente non conosco il programma utilizzato da Chantal Jegues-Wolkiewiez per calcolare il percorso della penombra dell'eclisse del 10 ottobre 1718 a.C. sulla superficie terrestre, ma ritengo purtroppo che risenta dei difetti sopra descritti. Vediamo il perché.

Servendosi del programma *Five Millennium Catalog of Solar Eclipses* (disponibile sul sito: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/SEcatalog.html>) che, come si è detto, utilizza i più raffinati algoritmi oggi disponibili, è possibile risalire all'eclisse in questione, la cui fascia di visibilità è riportata in: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEsearch/SEsearchmap.php?Ecl=-17171010> (vedi [figura 14](#)).

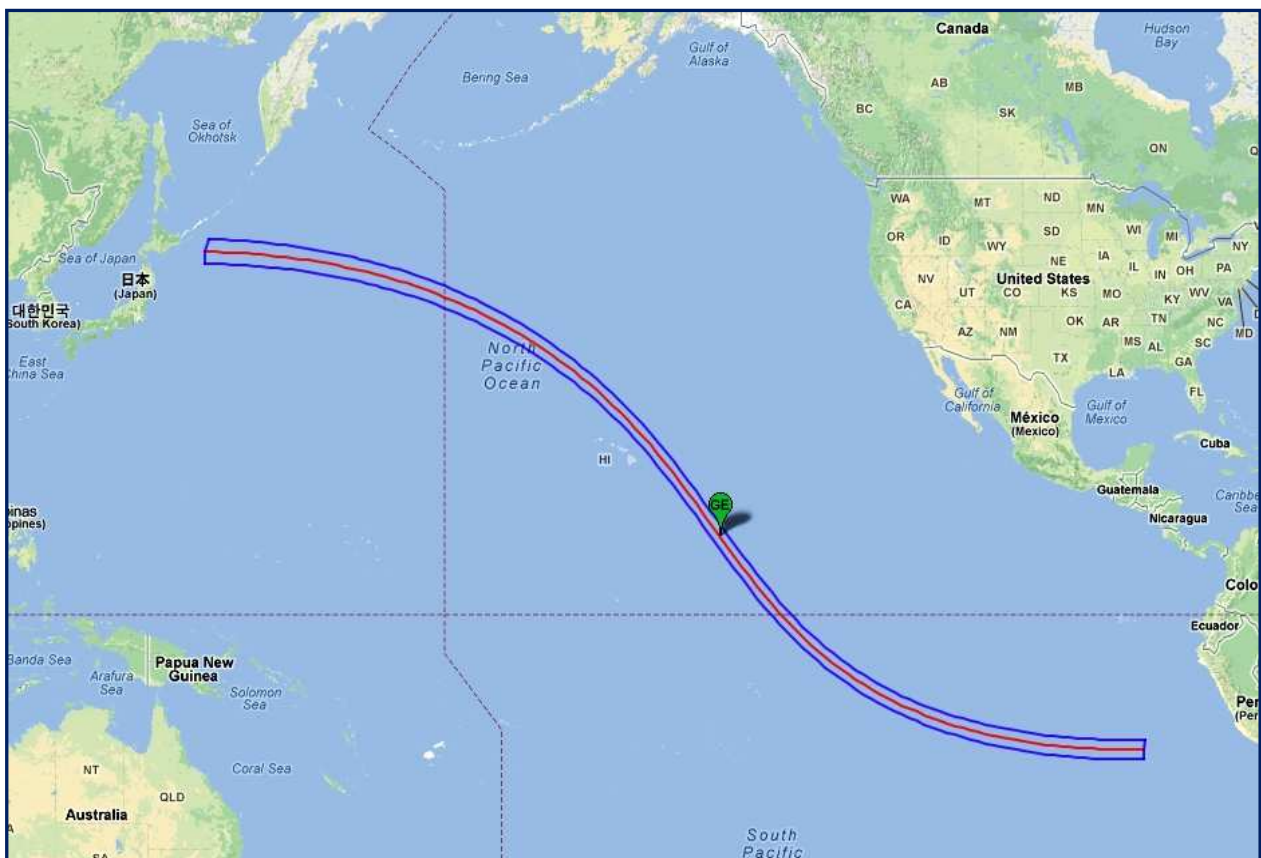


Fig. 14. Fascia di visibilità dell'eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C. nella sua fase anulare. Al di fuori di questa fascia l'eclisse è stata vista come parziale. (*Five Millennium Canon of Solar Eclipses*).

Le due linee blu in figura 14, rappresentano i limiti estremi settentrionale e meridionale delle zone di visibilità dell'evento, la linea rossa indica la zona di massima durata di visibilità dell'eclisse anulare. La mappa è centrata sulle coordinate di latitudine  $10^{\circ} 20'$  Nord e longitudine  $144^{\circ} 00'$  Ovest. Quindi l'intero fenomeno è avvenuto in pieno Oceano Pacifico e non è stato visibile da terre emerse. È iniziato all'estremità orientale del continente asiatico a circa un migliaio di chilometri ad Est del Giappone, passando a circa 1000 chilometri dalle isole Hawaii, per spegnersi al largo delle coste del Perù in Sud America. La durata della sua fase massima (l'anularità) è stata di quasi 6 minuti, sulla linea centrale (la linea rossa), mentre l'intero fenomeno – dalla sua comparsa al largo delle coste del Giappone fino alla sua scomparsa al largo del Perù – è durato quasi sei ore, valore che corrisponde a quanto riportato da Chantal Jegues-Wolkiewiez. Al di sopra e al di sotto di questa fascia (rappresentata nuovamente in figura 15 in colore rosso) l'eclisse è stata vista dagli eventuali abitanti dell'Asia Orientale e delle coste occidentali del continente americano solamente come parziale (linee verdi piene).

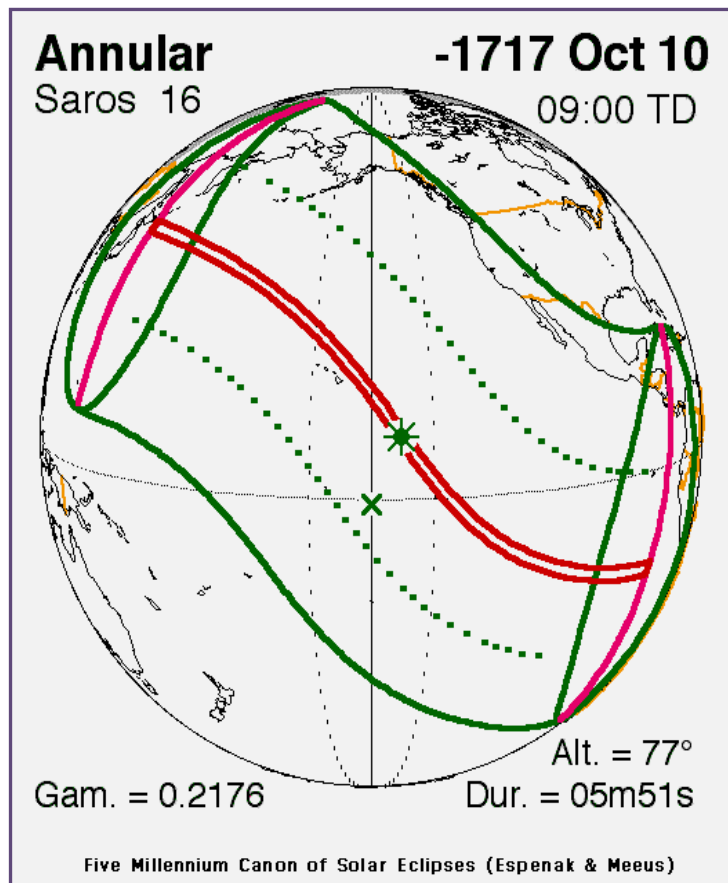


Fig. 15. Visibilità dell'eclisse di Sole del 10 ottobre 1718 a.C. Gli eventuali osservatori all'interno della fascia rossa hanno visto l'eclisse come anulare; quelli al di fuori di questa fascia ed entro la fascia delimitata dalle linee verdi piene, hanno visto l'eclisse semplicemente come parziale (*Five Millennium Canon of Solar Eclipses*).

<http://eclipse.gsfc.nasa.gov/5MCSEmap/-1799--1700/-1717-10-10.gif>.

Se si confrontano le due zone d'impatto previste per l'eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C. – cioè quella del programma *Five Millennium Catalog of Solar Eclipses* della NASA a cura di Fred Espenak e Jean Meeus (passante sull'Oceano Pacifico) con quella proposta dal programma utilizzato da Chantal Jegues-Wolkiewiez (passante sull'Europa) – ci si accorge immediatamente che le due fasce giacciono praticamente alla stessa latitudine, ma sono molto distanti l'una dall'altra nel senso della longitudine. La differenza di longitudine tra le due previsioni è all'incirca dell'ordine di  $135^{\circ}$ - $140^{\circ}$ , non molto lontano dai valori proposti da Stephenson per l'anno 1700 a.C. che calcola uno spostamento in longitudine tra i  $155^{\circ}$  e  $168^{\circ}$ . Da questo si arguisce che gli algoritmi del programma utilizzato dalla ricercatrice francese non tengono conto del progressivo rallentamento della rotazione terrestre nel corso dei secoli, fattore che finisce per falsare la zona d'impatto della fascia di penombra dell'eclisse sulla superficie terrestre. Nelle due pagine seguenti (figure 16, 17, 18 e 19) alcune elaborazioni dell'eclisse come è stata osservata dalla fascia di visibilità nell'Oceano Pacifico e la posizione reciproca di Sole e Luna nella stessa mattinata dal Monte Bego.

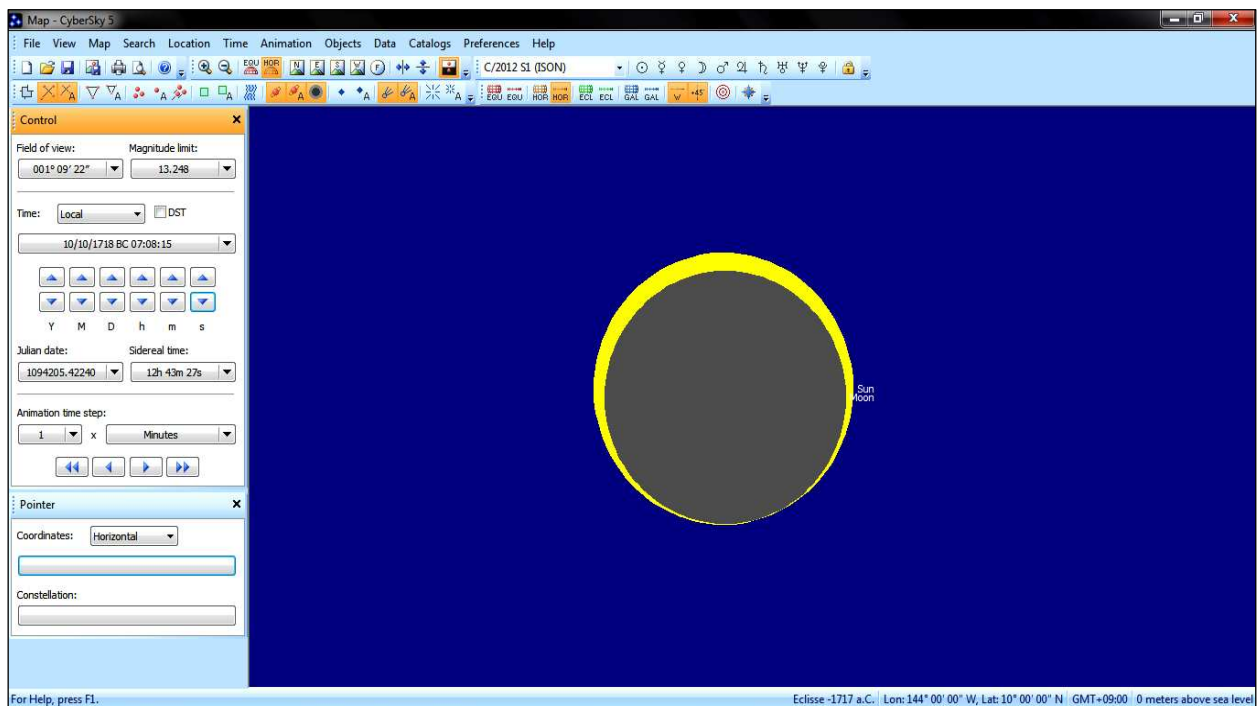


### Catalog of Solar Eclipses: -1799 to -1700

Catalog Number	Calendar Date	TD of Greatest Eclipse	AT	Luna Num	Saros Num	Ecl. Type	QLE	Gamma	Ecl. Mag.	Sun Path			Central Dur.	
										Lat °	Long °	Alt km		
<a href="#">00693</a>	<a href="#">-1721 Dec 23</a>	01:13:39	39907	-46011	<a href="#">14</a>	T	nn	<a href="#">0.0364</a>	1.0494	21S	31W	88	164	04m27s
<a href="#">00694</a>	<a href="#">-1720 Jun 16</a>	17:56:39	39896	-46005	<a href="#">19</a>	A	nn	<a href="#">0.0531</a>	0.9579	25N	74E	87	153	04m58s
<a href="#">00695</a>	<a href="#">-1720 Dec 11</a>	16:04:48	39885	-45999	<a href="#">24</a>	H3	p-	<a href="#">-0.6533</a>	1.0129	60S	83E	49	58	00m55s
<a href="#">00696</a>	<a href="#">-1719 Jun 05</a>	23:20:36	39874	-45993	<a href="#">29</a>	A	t-	<a href="#">0.8156</a>	0.9985	68N	51W	35	9	00m06s
<a href="#">00697</a>	<a href="#">-1719 Nov 01</a>	08:52:28	39865	-45988	<a href="#">-4</a>	Pe	-t	<a href="#">1.5624</a>	0.0080	61N	77W	0		
<a href="#">00698</a>	<a href="#">-1719 Dec 01</a>	01:44:30	39863	-45987	<a href="#">34</a>	P	t-	<a href="#">-1.4014</a>	0.2734	63S	174W	0		
<a href="#">00699</a>	<a href="#">-1718 Apr 27</a>	04:58:09	39854	-45982	<a href="#">1</a>	T-	-t	<a href="#">-0.9988</a>	1.0262	61S	14W	0		
<a href="#">00700</a>	<a href="#">-1718 May 26</a>	11:58:02	39852	-45981	<a href="#">39</a>	Pb	t-	<a href="#">1.5157</a>	0.0319	62N	37E	0		
<a href="#">00701</a>	<a href="#">-1718 Oct 21</a>	08:33:49	39843	-45976	<a href="#">6</a>	A	-p	<a href="#">0.9195</a>	0.9091	50N	100W	23	861	08m18s
<a href="#">00702</a>	<a href="#">-1717 Apr 16</a>	22:13:43	39832	-45970	<a href="#">11</a>	T	-n	<a href="#">-0.2642</a>	1.0714	9S	21E	75	240	05m49s
<a href="#">00703</a>	<a href="#">-1717 Oct 10</a>	09:00:26	39821	-45964	<a href="#">16</a>	A	nn	<a href="#">0.2176</a>	0.9456	10N	144W	77	205	05m51s
<a href="#">00704</a>	<a href="#">-1716 Apr 05</a>	12:48:28	39810	-45958	<a href="#">21</a>	T	p-	<a href="#">0.5035</a>	1.0218	26N	139E	60	85	01m52s
<a href="#">00705</a>	<a href="#">-1716 Sep 28</a>	16:18:00	39799	-45952	<a href="#">26</a>	H	p-	<a href="#">-0.4927</a>	1.0002	22S	86E	60	1	00m01s
<a href="#">00706</a>	<a href="#">-1715 Feb 24</a>	05:51:54	39790	-45947	<a href="#">-7</a>	Pe	-t	<a href="#">-1.5449</a>	0.0340	62S	22E	0		
<a href="#">00707</a>	<a href="#">-1715 Mar 25</a>	20:46:57	39789	-45946	<a href="#">31</a>	P	t-	<a href="#">1.3171</a>	0.4188	61N	46W	0		
<a href="#">00708</a>	<a href="#">-1715 Aug 19</a>	20:53:33	39779	-45941	<a href="#">-2</a>	P	-t	<a href="#">1.4584</a>	0.1402	62N	161E	0		
<a href="#">00709</a>	<a href="#">-1715 Sep 18</a>	06:04:44	39778	-45940	<a href="#">36</a>	P	t-	<a href="#">-1.1521</a>	0.7235	61S	179E	0		
<a href="#">00710</a>	<a href="#">-1714 Feb 13</a>	05:44:32	39768	-45935	<a href="#">3</a>	A	-p	<a href="#">-0.8361</a>	0.9311	66S	47W	33	468	05m21s
<a href="#">00711</a>	<a href="#">-1714 Aug 09</a>	12:47:18	39758	-45929	<a href="#">8</a>	T	-p	<a href="#">0.7902</a>	1.0335	67N	167W	37	184	02m07s
<a href="#">00712</a>	<a href="#">-1713 Feb 02</a>	08:57:33	39747	-45923	<a href="#">13</a>	A	nn	<a href="#">-0.0858</a>	0.9750	26S	143W	85	90	02m39s

Fig. 16. Caratteristiche dell'eclisse anulare di Sole del 10 ottobre 1718 a.C. (*Five Millennium Catalog of Solar Eclipses*; <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEcat5/SE-1799--1700.html> ).

Fig. 17. Elaborazione con il programma *Cybersky 5.0* del fenomeno dell'eclisse anulare del 10 ottobre 1718 a.C. così come è stato osservato nella fascia di penombra sull'Oceano Pacifico. (cortesia Luigi Torlai)



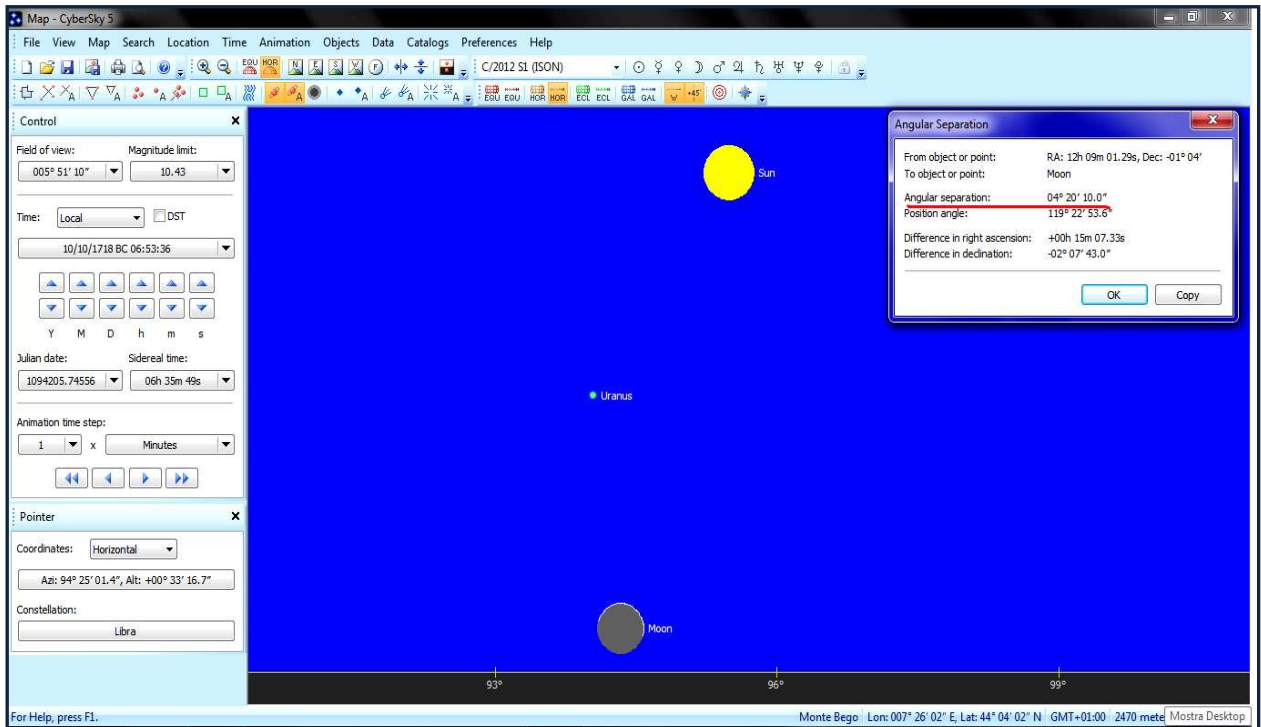
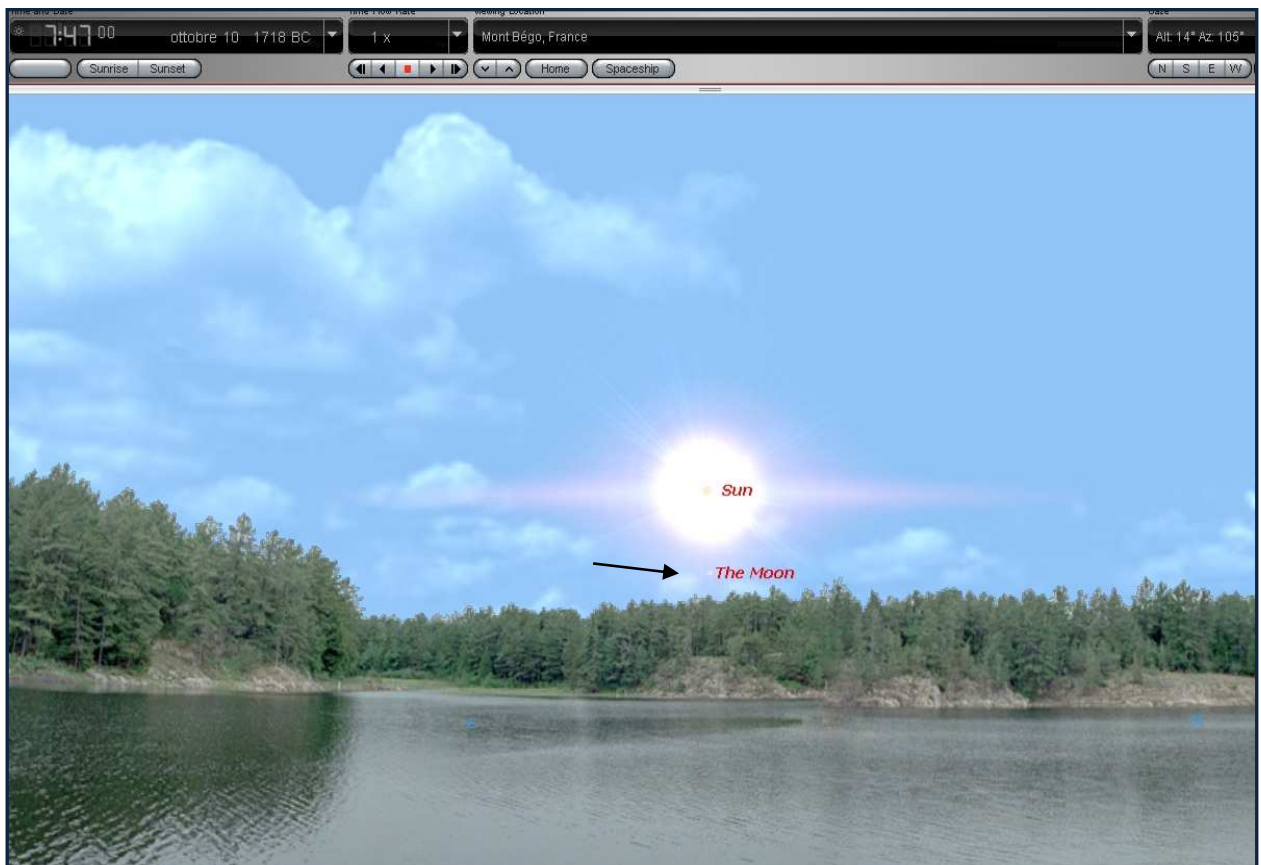


Fig. 18. Posizione reciproca di Sole e Luna nella zona del Monte Bego nella prima mattinata del 10 ottobre 1718 a.C.. Mappa elaborata col programma *Cybersky 5.0*. La Luna, in fase di Luna Nuova (non visibile poiché in congiunzione con il Sole), non si sovrappone al Sole ma è distante da esso circa  $4^\circ$ . (cortesia Luigi Torlai)

Fig. 19. Elaborazione con il programma *Starry Night Pro Plus 6.0* del sorgere del Sole dal Monte Bego il 10 ottobre 1718 a.C. La Luna in fase di Luna Nuova (quindi non visibile ad occhio nudo), indicata da una freccia è alcuni gradi sotto il disco solare. Il risultato è confrontabile con l'elaborazione precedente di Luigi Torlai.



## 9. Conclusioni.

L'archeoastronomia è forse una delle scienze più complesse che esistano. È un punto d'incontro – una sorta di unione – tra le materie umanistiche (l'archeologia) e le materie scientifico-matematiche (l'astronomia). La struttura multidisciplinare di questa scienza, oltre alle ovvie conoscenze tipiche delle due materie, prevede l'utilizzo di altre discipline ad esse correlate, quali la geologia, la geofisica, la toponomastica, l'etnografia, la storiografia, ed altre ancora. Proprio per queste sue molteplici sfere d'influenza, è molto difficile avere tutte le competenze necessarie per poter dipanare tutti gli interrogativi che questi studi pongono. È per questo che quando si affrontano queste tematiche bisogna affidarsi all'aiuto di colleghi che possono esserci d'aiuto in settori a noi più ostici. I risultati più eclatanti in questo campo di studi si ottengono dalla collaborazione senza prevaricazioni tra studiosi di diversa estrazione culturale. Gli archeologi non possono fare a meno della collaborazione degli astronomi, così come gli astronomi non possono fare a meno della collaborazione degli archeologi.

Fatta questa dovuta puntualizzazione, veniamo alla conclusione delle argomentazioni qui presentate. L'interpretazione "antropologica" del petroglifo dell'*uomo con le braccia a zig-zag* incisa su una roccia della Valle delle Meraviglie (Francia), che rappresenterebbe una divinità degli elementi temporaleschi (pioggia, fulmini e tuoni), rimane – a mio parere – sempre la più valida. L'interpretazione "archeoastronomica", presentata dalla ricercatrice francese Chantal Jegues-Wolkiewiez, che riteneva che l'incisione rupestre fosse la rappresentazione di un'eclisse anulare di Sole – con tanto di protuberanze e di ombra proiettata verso la Terra – visibile dalla zona del Monte Bego nella prima mattinata del 10 ottobre -1717 (il 1718 a.C. degli storici) invece non è credibile in base alle argomentazioni che sono state qui dettagliatamente discusse e che, in conclusione, brevemente riassumo:

- Durante un'eclisse totale di Sole, le particolari strutture superficiali della nostra stella – come la corona solare e le protuberanze – sono visibili ad occhio nudo solo durante i pochi minuti della totalità. Ma in una eclisse anulare di Sole la superficie della nostra stella non è mai completamente oscurata e ciò rende praticamente impossibile l'osservazione di qualsiasi struttura superficiale a causa della sua alta luminosità residua.
- Durante un'eclisse anulare di Sole, solo la penombra raggiunge la superficie terrestre, e solo un osservatore che è in un luogo all'interno della fascia percorsa dalla penombra è in grado di vedere questo fenomeno. Un eventuale osservatore sul Monte Bego – luogo che era posto all'esterno di questa fascia, come è stato evidenziato nel caso dell'eclisse proposta dalla ricercatrice francese – non avrebbe mai potuto osservare l'eclisse, né tantomeno la sua ombra proiettata sulla Terra.
- L'eclisse in questione non è avvenuta in Europa, bensì nell'Oceano Pacifico. Gli algoritmi del programma astronomico utilizzato da Chantal Jegues-Wolkiewiez hanno causato un sostanzioso errore di latitudine, dal momento che non hanno tenuto conto del graduale rallentamento della rotazione terrestre ( $\Delta T$ ) ad opera delle maree sollevate dalla Luna e dal Sole.

## Bibliografia

ARCÀ A., 1999, *Incisioni topografiche e paesaggi agricoli nell'arte rupestre della Valcamonica e del Monte Bego*, Notizie Archeologiche Bergomensi, n. 7, pp. 207-234, periodico di archeologia del Civico Museo Archeologico di Bergamo. Reperibile sul sito:

[http://www.academia.edu/1169437/Arca\\_Andrea\\_1999\\_Incisioni\\_topografiche\\_e\\_paesaggi\\_agricoli\\_nell\\_arte\\_rupestre\\_della\\_Valcamonica\\_e\\_del\\_Monte\\_Bego](http://www.academia.edu/1169437/Arca_Andrea_1999_Incisioni_topografiche_e_paesaggi_agricoli_nell_arte_rupestre_della_Valcamonica_e_del_Monte_Bego)

BARALE P., 2003, *Il Cielo del Popolo del Faggio – Sole, Luna e stelle dei Ligures Bagienni*, Editore “La Torre”, Pollenzo (Cuneo).

BRIARD J., 1994, *Miti e religioni dal Neolitico all'inizio dell'età del Ferro in Preistoria e antichità*, in: *Storia d'Europa*, Einaudi, Torino, 1994, pp.631-633.

BRITTON J., 1992, *Models and Precision: The Quality of Ptolemy's Observations and Parameters*, Garland, New York.

BRUNOD G.– CINQUETTI M.– PIA A.– VENEZIANO G., 2008, *Un antico osservatorio astronomico – Un calendario per gli uomini dell'Età del Rame (Roccia del Sole a Paspardo, Brescia, Valcamonica)*, Print Broker S.a.s., Brescia.

CHAPRONT J. – CHAPRONT-TOUZÈ M. – FRANCOU G., 2002, *A new determination of lunar orbital parameters, precession constant and tidal acceleration from LLR measurements*, *Astronomy & Astrophysics*, n. 387, 700-709.

DICKEY J. O., 1995, *Earth Rotation Variations from Hours to Centuries*, in: *Highlights of Astronomy*, vol. 10, pp. 17-44, Appenzeller, I (ed.), IAU (International Astronomy Union).

ELIADE M., 1976, *Trattato di storia delle religioni*, Boringhieri Editore, Torino.

ESPENAK F., *Eclipse predictions and Earth's rotation*, <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEhelp/rotation.html>.

ESPENAK F. – MEEUS J., 2006, **Five Millennium Canon of Solar Eclipses: –1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE)**, NASA TP–2006-214141, NASA Goddard Space Flight Center, Greenbelt, Maryland, 648 pp, 2006. Reperibile sul sito: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEpubs/5MCSE.html> .

DE LUMLEY H., 1996, *Le grandiose et le sacré*, Edisud, Ain-en-Provence.

GAINOTTI A. – MODELLI A., 2006, *Questo pianeta*, Zanichelli Editore, Bologna.

GEIST H., 1995, *Fontan, Cime de Causéga*, in DRAC Provence-Alpes-Cote d'Azur Bilan Scientifique 1994, Aix-en-Provence, pp. 91-93.

GOLDREICH, 1972, *Le maree e il sistema Terra-Luna*, *Le Scienze*, n. 47, luglio 1972.

HENRIKSSON G., 2010, *Einstein's Theory of Relativity Confirmed by Ancient Solar Eclipses*, *Journal of Cosmology*, July 2010, vol. 9, 2137-2146. (vedi Peters 2010)

HUNGER H. – PINGREE D., 1999, *Astral Sciences in Mesopotamia*, Brill Ed., Leiden, Netherlands.



KELLEY D.H. – MILONE E.F., 2011, *Exploring Ancient Skies – A Survey of Ancient and Cultural Astronomy (Second Edition)*, Springer Science & Business Media.

JEGUES-WOLKIEWIEZ C., 2012, *Une éclipse solaire observée dans la vallée des Merveilles, inscrit le début d'un temps historique du monde méditerranéen*, pre-atti del Colloquio Internazionale “*Representations d'astres, d'amas stellaires et de constellations dans la préhistoire et dans l'antiquité*”, 24-27 settembre 2012, Musée Départementel des Merveilles a Tende (France).

JENKINS J. L., 2009, *The Sun and How to Observe it*, Springer Science & Business Media, edito anche in italiano col titolo: *Come si osserva il Sole*, 2010, Springer-Verlag Italia, Milano. Alcune pagine essenziali di quest'opera sono reperibili sul sito: [http://books.google.it/books?id=ZHH7uZ-J9KsC&pg=PP3&hl=it&source=gbs\\_selected\\_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false](http://books.google.it/books?id=ZHH7uZ-J9KsC&pg=PP3&hl=it&source=gbs_selected_pages&cad=3#v=onepage&q&f=false)

MAGGI R., 2009, *La contraddizione ligure - Gli estremi si incontrano*, dal volume realizzato in occasione della mostra “*Le orme dei giganti*” (2000-2006) a cura di S. Tusa, C. Buccellato, L. Biondo, patrocinato dalla Regione Sicilia, dalla Soprintendenza per i Beni Culturali Ambientali di Trapani.

MASSON E., 1992, *La Vallée des Merveilles livre son message: concepts et croyances des indo-européens au Mont Bégo*, in: *Archéologie*, 1992, n. 276, pp. 13-23.

MOREL C., 2006, *Dizionario dei simboli, dei miti e delle credenze*, Giunti Editore, Firenze.

MORRISON L.V. – WARD C.G., 1975, *An analysis of the transits of Mercury*, *Mon. Not. Royal Astronomical Society*, n. 173, 183-206.

MORRISON L.V. – STEPHENSON F.R., 2001, *Historical eclipses and the variability of the Earth's rotation*, *Journal of Geodynamics*, n. 32, 247-265.

MORRISON L.V. – STEPHENSON F.R., 2004, *Historical values of the Earth's clock error Delta T and the calculation of eclipses*, *Journal of the History of Astronomy*, XXXV (3), 327-336.

PETERS A.R., 2010, *Ancient Records Silent on Theory of Relativity – A Refutation of Henriksson's Article*, *Journal of Cosmology*, July 2010, vol. 9, 2245-2258. (vedi Henriksson 2010)

STEPHENSON F.R. – MORRISON L.V., 1995, *Long-term fluctuations in the Earth's rotation: 700 BC to AD 1990*, *Philosophical Transactions of the Royal Society London*, A 351, 165-202.

STEPHENSON F.R., 1983, *Antiche eclissi e i ritardi dell'orologio-Terra*, *L'Astronomia*, n. 22, maggio 1983.

STEPHENSON F.R., 1997, *Historical Eclipses and Earth's Rotation*, Cambridge University Press.

STEPHENSON F.R., 2008, *How Reliable are Archaic Records of Large Solar Eclipses?*, *Journal for the History of Astronomy*, May 2008, Vol. 39, n. Issue 2, p. 229. Reperibile sul sito Internet: <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/2008JHA....39..229S> .

TUSA S. – BUCCELLATO C. – BIONDO L. (a cura di), 2009, *Mostra “Le Orme dei Giganti” (2000-2006)*, Regione Sicilia, Soprintendenza per i Beni Culturali Ambientali di Trapani.

VAN GENT R., s.d. (senza data), *Delta T: Terrestrial Time, Universal Time and Algorithms for Historical Periods*, Reperibile sul sito: <http://www.staff.science.uu.nl/~gent0113/deltat/deltat.htm>.

VENEZIANO G., 2006, *11 agosto 1999 – Eclisse totale di Sole in Austria*, Osservatorio Astronomico di Genova. Reperibile sul sito: [http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/eclisse\\_di\\_sole\\_11801999.pdf](http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/eclisse_di_sole_11801999.pdf)

## L'Autore

**Giuseppe Veneziano** è nato a Genova nel 1959. In giovanissima età è diventato socio della Sezione Astrofili dell'Università Popolare Sestrese, una delle prime università popolari d'Italia, fondata nel 1907, con sede a Genova Sestri Ponente. Dal 1973 al 1984 è stato tra i soci fondatori dell'Osservatorio Astronomico di Genova, gestito dalla stessa Università Popolare. Dopo l'inaugurazione della struttura, è entrato a far parte del Consiglio Direttivo dell'Osservatorio, dove ha rivestito gli incarichi di Segretario e di Responsabile alla Divulgazione. Negli anni accademici dal 1997 al 2000 e nel biennio 2002-2003 ha ricoperto la carica di Direttore e, attualmente, è Responsabile della Didattica dell'Astronomia.

Per una ventina d'anni si è dedicato all'astronomia pura interessandosi in particolar modo di comete e di spettrografia stellare. Nel frattempo, nell'ambito di una caratterizzazione del sito su cui sorge l'Osservatorio, ha portato avanti uno studio pluriennale sulle precipitazioni atmosferiche e sulle sue implicazioni chimico-fisiche a livello locale.



Intorno al 1995, l'incontro con alcuni studiosi di archeoastronomia, tra i quali il prof. Vittorio Castellani, ha fatto maturare una svolta nel suo campo di interessi, che lo ha portato ad un sempre maggiore impegno nello studio di questa relativamente nuova materia. Nel 1997 è stato tra i soci fondatori dell'Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (A.L.S.S.A.), una delle prime associazioni italiane a livello regionale per lo studio dell'archeoastronomia. È attualmente Presidente di questa associazione per la quale organizza gli annuali seminari scientifici. Dal 2005 è membro della Società Italiana di Archeoastronomia (S.I.A.), con sede presso l'Osservatorio Astronomico di Brera, a Milano.

In anni recenti ha collaborato con altri ricercatori contribuendo allo sviluppo di nuove interpretazioni archeoastronomiche. Tra queste si ricordano: una nuova ipotesi sulla "stella di Betlemme" e sulla correlazione tra la cronologia biblica ed il fenomeno astronomico della precessione degli equinozi, in collaborazione con Mario Codebò ed Ettore Bianchi; lo studio di una incisione rupestre dell'Età del Rame, la cosiddetta "Roccia del Sole" in Val Camonica (Brescia), interpretata come una "meridiana stagionale", in collaborazione con Giuseppe Brunod e Mauro Cinquetti; lo studio degli orientamenti astronomici della celebre Villa Adriana di Tivoli, in collaborazione con l'archeologa Marina De Franceschini.

Veneziano Giuseppe  
Via Bartolomeo Parodi 36/1  
16014 Ceranesi (Genova)

tel.: 339-4679590

e-mail: [vene59@libero.it](mailto:vene59@libero.it)

# *L'Età del Mondo*

## *Il sistema cronologico newtoniano tra astronomia, archeologia ed esegesi*

**Alessio Miglietta**

(Osservatorio Astronomico di Genova)

Nel 1728, un anno dopo la morte di Isaac Newton, venne pubblicata, a Londra, un'opera a cui il grande filosofo naturale aveva dedicato gran parte delle proprie energie negli ultimi anni della sua esistenza: la *Chronology of Ancient Kingdoms Amended*. Lo stile arido del testo, l'atteggiamento esoterico dell'autore (sempre riscontrabile nelle sue opere), lo studio estremamente analitico, hanno indotto Richard Westfall, uno dei maggiori biografi di Newton, a definire la *Chronology* un'opera "dal tedio colossale"<sup>61</sup>: si tenterà, con questo intervento, di renderla il più possibile interessante, magari provando a smentire, almeno in parte, questo tranciante giudizio.

L'opera, dedicata alla cronologia antica, s'inseriva nell'ampio dibattito, all'epoca molto vivace, sull'età del mondo (anche e soprattutto nel più ampio senso della storia naturale) e sulla correttezza della cronologia sacra rispetto ai sistemi concorrenti delle altre civiltà antiche. Le tesi dei libertini, dei preadamiti, ma anche di più prudenti studiosi come John Marsham, minavano alle fondamenta i principi di assoluta superiorità e antichità della storia ebraica. Newton,

---

<sup>61</sup> Cfr. R. Westfall, *Never at Rest. A biography of Isaac Newton*, Cambridge, 1980, p. 815.

convinto assertore della bontà di un'interpretazione letterale della Scrittura, interviene in difesa della storia sacra: lo fa confutando le antiche cronologie greche, egizie, assire, babilonesi, mede e persiane, subordinandole alla Scrittura, con l'utilizzo di metodologie in parte innovative (come la datazione attraverso la precessione equinoziale, tentata per la prima volta nella storia) e in parte mutuata dalla ormai secolare letteratura dedicata alla cronologia, oltre che attraverso l'analisi di (molte) fonti letterarie antiche e di (poche) testimonianze archeologiche.

I risultati di questi studi, resi pubblici da Newton e da egli stesso ritenuti di pari dignità rispetto a quelli raggiunti con i suoi *Principia* e con le altre sue opere edite, suscitano, all'epoca, moltissime critiche e rari riconoscimenti: oggi sappiamo, invece, che la *Chronology* non avrebbe avuto nemmeno lontanamente la fortuna degli altri lavori newtoniani pubblicati, ma il suo valore inserito nel contesto storico in cui fu pubblicata, e la sua esemplarità del metodo e del pensiero newtoniani, sono oggi ingiustamente sottovalutati. Sottovalutati come la stessa disciplina della cronologia antica che appare ormai acquisita agli occhi della maggior parte dei contemporanei, ma che ha comportato un ingente sforzo intellettuale e minuziose ricerche, prima di consolidarsi; e per quanto possa sembrare incredibile, oggi non mancano revisionisti che propongono interpretazioni radicalmente emendatrici, anche nell'ambito di tale materia. Gli studi cronologici di Newton, che risalgono originariamente agli anni settanta del XVII secolo (gli stessi anni che lo videro cominciare ad approfondire tutti i suoi interessi "occulti", dall'alchimia alle dottrine eretiche antitrinitarie), s'inseriscono in un più ampio e personale progetto di ricerca (le cui vie percorse spaziavano dalla matematica alla fisica, dall'ermetismo all'esegesi biblica) che, in ultima analisi, non è altro che il tentativo di avvicinarsi il più possibile alla conoscenza dell'unico vero principio, inteso come il fondamento e l'origine di ogni cosa: il principio divino.

## Quando il tempo è un'opinione

Se, aprendo un codice medievale miniato di argomento storico,<sup>62</sup> ripercorriamo le sue numerose illustrazioni, diventiamo spettatori di una rappresentazione del passato che ha poco a che fare con un approccio filologico fedele all'ambiente e al contesto del periodo storico ricostruito e che ha molto invece a che vedere con l'epoca in cui lo stesso codice ebbe la luce. Qualsiasi manuale, anche elementare, di storia dell'arte (ma anche la visita a una qualunque pinacoteca di arte medievale o moderna) ci ricorda che l'asincronicità tra rappresentazione visiva e soggetto storico riprodotto, è un *leit motiv* che percorre i secoli dell'espressione artistica umana, con resistenze almeno fino al XVII secolo, se non oltre. Non si trattò, almeno nella maggior parte dei casi, di una scelta estetica o di un espediente consapevolmente studiato a tavolino per consentire una maggiore immedesimazione dello spettatore (o del lettore), ma di una vera e propria incapacità di cogliere i cambiamenti nel corso del medio e lungo periodo, una miopia prospettica del passato che non è, però, indotta dal mero disinteresse a una fedele rappresentazione della realtà, seppur risalente nel tempo; è, piuttosto, un fenomeno dovuto all'impossibilità da parte di un singolo uomo, vissuto in epoca preindustriale, di assistere a sensibili mutamenti dell'ambiente circostante e, soprattutto, del contesto culturale e tecnologico in cui egli ha vissuto.

Dal XIX secolo in poi la situazione cambierà radicalmente, con "il progresso, l'evoluzione, la marcia dei tempi"<sup>63</sup>, tanto che è ormai parte del nostro bagaglio percettivo il mutare continuo e frenetico del mondo che ci è intorno: i nostri nonni ci raccontano un passato

<sup>62</sup> Si pensi, ad esempio, alla *Storia di Roma* di Tito Livio, tradotta da Pierre Bersuire (ca. 1350).

<sup>63</sup> E. Zolla, *Che cos'è la tradizione*, Milano, 1971, p. 24.



lontano, diverso, alieno dal nostro, mentre i nonni del medioevo raccontavano di un tempo uguale, congelato, del tutto familiare al presente dei propri nipoti. Le immagini medievali rispecchiavano questa condizione: la loro nota mancanza di profondità spaziale (a causa dell'assenza di una teoria della prospettiva) procedeva di pari passo con la loro mancanza di profondità temporale; non a caso il successivo Rinascimento, insieme a una riscoperta dell'antico come elemento di discontinuità rispetto al torpore del precedente medioevo (quindi di un passato "diverso") e a un rinnovato approccio filologico alle fonti che si concentra sulla fedeltà all'originale e che rifiuta ogni interpretazione allegorica e anagogica (almeno dei testi profani), porterà a maturazione (anche in senso matematico) il concetto di prospettiva nelle arti visive.<sup>64</sup>

Per questo motivo è assai frequente la presenza, nelle rappresentazioni medievali, di grandi e piccoli elementi anacronistici (per lo più nei costumi e negli oggetti tecnologici)<sup>65</sup>: un apostolo con gli occhiali,<sup>66</sup> Edipo con le vestigia di un cavaliere normanno,<sup>67</sup> i Romani di Tito Livio che assediano un castello del Duecento.<sup>68</sup>

Riportare all'originale alveo storico, alla purezza e autenticità del messaggio proveniente dal passato, è un processo complesso e assai arduo e presuppone un'ampia consapevolezza del dipanarsi del tempo storico, delle sue periodizzazioni, di una capacità di estraniare, il più possibile, il punto di vista limitato del presente per accogliere un mondo, quello del passato, fatto tanto di somiglianze quanto di differenze. Tempo storico, periodizzazione, cronologia sono concetti che ai nostri occhi appaiono ormai per lo più scontati, naturalmente acquisiti, ma, in realtà non era affatto così fino a pochi secoli orsono. La cronologia degli eventi umani si è rivelata disciplina oggetto di aspre contrapposizioni e di diverse interpretazioni, e l'attuale datazione degli eventi storici, che oggi può sembrare automatica e banale, è il risultato di secoli di studi e comparazioni.

Ricordiamo bene, con simpatia e comprensione, le "sviste" dei primi – e non solo dei primi – *colossal* hollywoodiani (dove è capitato anche di vedere soldati romani sfoggiare stridenti orologi da polso)<sup>69</sup> che in qualche modo evocano, anche solo superficialmente, le immagini medievali che furono non solo frutto di realizzazioni frettolose e pressapochiste, ma anche la testimonianza di come, anche in epoche recenti, la nostra società abbia avuto, e abbia ancora, difficoltà a collocare nel giusto contesto storico e cronologico i fatti e gli individui. E se qualcuno pensa che almeno l'*élite* della cultura contemporanea sia esente da queste ingenuità o da più generali tentativi di confutazione dell'intera cronologia oggi comunemente accolta, coltiva pie e infondate illusioni. Basti pensare al revisionismo<sup>70</sup> proposto dal docente universitario moscovita Anatoly Fomenko e alle sue teorie (convogliate nella cosiddetta "nuova cronologia") che mirerebbero a stralciare dalla storia, e dal patrimonio culturale, tutta l'antichità fino all'alto medioevo: una delle supposte prove presentate dal revisionista russo sarebbe proprio la modalità medievale di rappresentazione visiva – prevalentemente pittorica – di eventi storici antichi (da lui tutti collocati dopo il IX secolo d.C.) che, come si è visto, immergeva il passato in

<sup>64</sup> Già ripreso, peraltro, all'epoca dei "primi lumi", alla fine del XIII secolo, cioè ai tempi di Giotto di Bondone e Duccio di Buoninsegna. Cfr. E. Panofsky, *Renaissance and renaissances in western art*, Stokholm, 1960, tr. it. M. Taddei, *Rinascimento e rinascenze nell'arte occidentale*, Milano, 2009, pp. 137 e ss.

<sup>65</sup> Sull'anacronismo delle miniature medievali a carattere storico si rimanda ai lavori di B. Smalley, *Historians in the Middle Ages*, Oxford, 1974 e B. Guenée, *Histoire et culture historique dans l'Occident médiéval*, Paris, 1980. Per un apparato iconografico esemplificativo, è utile il testo E. Morrison e A.D. Hedeman, *Imagining the Past in France. History in Manuscript Painting, 1250-1500*, Los Angeles, 2010.

<sup>66</sup> Come, ad esempio, nell'affresco di Conrad von Soest a Bad Wildungen (1403).

<sup>67</sup> Cfr. *Histoire Universelle*, London, British Museum, Ms. Add. 15268, f. 77v.

<sup>68</sup> Cfr. Pierre Bersuire, *Histoire romaine*, Paris, Bibliothèque Sainte-Geneviève, Ms 777, f. 7r.

<sup>69</sup> Vera e propria miniera, su questo specifico aspetto, S. Bertelli, *I corsari del tempo*, Firenze, 1994.

<sup>70</sup> Il revisionismo è essenziale in storia come nelle altre discipline del conoscere. È altresì altrettanto necessario discernere il revisionismo fondato, da quello privo di giustificazioni oggettive.

un contesto temporale attualizzato.<sup>71</sup> Ecco, quindi, che la spedizione di Antioco IV contro Gerusalemme (II secolo a.C.), rappresentata in una miniatura della *Cronique de la Bouquechardière* (1470), sarebbe in realtà un avvenimento risalente alle origini dell'impero ottomano (quindi nel XIV secolo d.C.).<sup>72</sup> Ai nostri occhi, le stravaganti confutazioni del professore russo non sembrano intaccare realmente le evidenze che secoli di studi cronologici, storici, filologici, archeologici, scientifici, hanno consegnato alla generale conoscenza: questo perché, innanzitutto, tali studi sono da tempo strutturati tramite processi rigorosi condivisi da una comunità retta sia da una rete di comunicazione e di reciproco controllo, sia da regole determinate.<sup>73</sup> Questo approccio che potremmo definire, in senso lato, "scientifico", molto deve alle elaborazioni relative al metodo tentate nel XVII secolo e dovute soprattutto agli apporti intellettuali di Francis Bacon e di René Descartes,<sup>74</sup> ma che affonda le sue radici nella sapienza antica, almeno dal pensiero greco in poi (compreso il pensiero medievale, ingiustamente emarginato anche dalla recente storiografia)<sup>75</sup> e fortemente rielaborate già da David Hume e in séguito dagli esponenti della "nuova filosofia" del XX secolo.

Naturalmente non tutte le discipline, e non allo stesso modo, sono adatte ad accogliere *in toto* l'approccio scientifico (si pensi alla teologia), e ancor meno matematico (si pensi alle scienze sociali), ma di ognuna è possibile constatare come siano sempre presenti sia il rigore, che esclude qualunque fantasia non supportata da evidenze dimostrabili attraverso gli strumenti della logica (che sia formale o semplicemente derivata dal buon senso), sia il confronto con l'insieme degli studiosi, cioè la cosiddetta comunità scientifica, sia le osservazioni dirette (ovvero esperienze ed esperimenti).<sup>76</sup> Ogni proposta di soluzione a un determinato problema è presentata al vaglio degli altri studiosi e sottoposta a eventuale, e alla lunga inevitabile, falsificazione (Popper). Ma le resistenze a questo tipo di approccio alla conoscenza, che nella sua versione matura è in fondo tra i rari preziosi tesori che ci ha consegnato la cosiddetta modernità, sono tutt'oggi assai forti e distribuite a ogni livello della società. Altrimenti domande come "Cosa ne pensa dell'inquisizione?" o "Crede all'evoluzionismo?" rivolte a storici o a scienziati, oggi non dovrebbero essere più proponibili,<sup>77</sup> cosa che invece accade quotidianamente, soprattutto a livello d'informazione di massa (per ovvie motivazioni propagandistiche che qui si preferisce non approfondire). Ciò che lo storico *pensa*, ciò che lo scienziato *crede*, non ha, di per sé, alcun valore scientifico: ciò che assume importanza e validità è quello che può dimostrare o, più in generale, che può provare attraverso le evidenze e il ragionamento. La giusta percezione della distanza epistemologica tra quello che si *vorrebbe* essere vero, quello che si ritiene *potrebbe* essere vero e quello che, fino a prova contraria, *si prova* essere vero, è talvolta sottovalutata, ma è il punto di partenza per una valida valutazione della materia scientifica. Certo, tra le scienze sociali, quelle storiche si rivelano le più resistenti all'approccio scientifico, con le palesi

<sup>71</sup> È anche vero che tra le tante congetture (basate in parte anche su osservazioni astronomiche), spiccano varie dimostrazioni *ratione mathematica*, soprattutto nel scivoloso ambito delle scienze statistiche.

<sup>72</sup> Cfr. A. Fomenko, *History: Fiction or Science?*, Douglas, 2003, v. I, p. 41. Analogo procedimento, ad esempio, lo si può ritrovare nella collocazione della guerra di Troia (v. *ibidem*, v. II, pp. 111 e ss.).

<sup>73</sup> Rigore e confronto che peraltro non mancavano anche in epoche precedenti, quando la verità era riposta nelle *auctoritates* – biblica, patristica e filosofica – e il metodo prescientifico affidato al pensiero aristotelico-tomistico.

<sup>74</sup> Che, seppur oggi generalmente considerate errate, hanno posto la questione e stimolato critiche e confutazioni necessarie. D'altronde la storia della scienza, come quella dell'epistemologia, è una lunga strada lastricata di errori.

<sup>75</sup> Vedi nota n° 13.

<sup>76</sup> Come ha scritto recentemente il più grande teologo vivente, Benedetto XVI: "[...] La scientificità ha ogni volta la propria forma, secondo la particolarità del suo oggetto. L'essenziale è che applichi un metodo verificabile, escluda l'arbitrio e garantisca la razionalità nelle rispettive diverse modalità". Ciò, naturalmente, in un sistema virtuoso che allontani da sé il dogmatismo, cosa che non sempre si è verificata nella storia della scienza (e della religione) e che ancor oggi resiste pervicacemente.

<sup>77</sup> Con buona pace di Popper, che invece non valuta le leggi evoluzionistiche come appartenenti al metodo scientifico. Cfr. K. Popper, *The Poverty of Historicism*, London, 1961, tr. it. C. Montaleone, *Miseria dello storicismo*, Milano, 2005, pp. 111 e ss.

difficoltà nell'identificare fenomeni unici privi delle semplificazioni e delle standardizzazioni tipiche dell'esperimento ripetibile:<sup>78</sup> spesso si lavora su ipotesi azzardate, talvolta con pochissime evidenze a disposizione; si pensi, ad esempio, all'archeologia che si muove nel "buio di pietre ben misurate", le quali parlano un linguaggio "sul quale gli strumenti scientifici tendono a scivolare come sull'olio".<sup>79</sup> Tutto ciò, naturalmente, non esclude che, nelle scienze naturali come in quelle sociali, l'elemento creativo nel processo di formazione delle teorie sia un mezzo fondamentale, anzi necessario, dell'approccio moderno.

Un passo importante nel lungo e risalente percorso verso una trattazione della conoscenza in senso scientifico e rigoroso (non necessariamente applicato solo alla descrizione della realtà naturale)<sup>80</sup>, lontano dai pericolosi eccessi d'interpretazione, fu compiuto da Isaac Newton nel 1687, nel contesto di quella corrente di pensiero, nerbo della rivoluzione scientifica, che accordava alla ragione umana la capacità di raggiungere la Verità; con la pubblicazione delle sue celebri *regulae philosophandi* e della dichiarazione di principio, *ipoteses non fingo* – a cui in verità, come vedremo anche nel caso della cronologia newtoniana, non sempre rimarrà fedele – si tratterà una netta demarcazione (che ingenererà molte incomprensioni) tra le proposte di molti dei suoi contemporanei e predecessori, che si prefiggevano una rappresentazione probabile o verosimile della realtà (le ipotesi),<sup>81</sup> e la propria certezza derivata dalla descrizione matematica della realtà, "così come ci viene proporzionata" (Mersenne) e ottenuta tramite "sensate esperienze e certe dimostrazioni" (Galileo). Ma se al suo tempo la sicurezza ostentata dal filosofo naturale inglese sarà, da un punto di vista prettamente storico, del tutto giustificata nell'ambito della matematica e della fisica, diversi esiti avrà il suo approccio "scientifico" reiterato nell'ambito della storia e della cronologia (e nelle rare e diffidenti incursioni nell'antiquaria, madre della moderna archeologia), come vedremo più avanti con alcuni esempi.

Anche Newton si presenta alla comunità degli eruditi del tempo come un revisionista, visto il suo intento di accorciare, anche sensibilmente, le tradizionali cronologie antiche delle civiltà pagane, come la greca, l'egizia e quelle del vicino oriente. La disciplina cronologica ha origini relativamente antiche e si è sviluppata nel corso di oltre mille anni di studi, di analisi approfondite e, come sempre accade (e accadrà) in tutte le discipline, di innumerevoli abbagli ed errori. L'approccio filologico e lo sviluppo di una percezione consapevole della profondità del passato, con le sue differenze e le sue evoluzioni, sono solo alcuni degli elementi che hanno stimolato e accresciuto la precisione e l'attendibilità degli studi cronologici. In verità, il principale motivo che spinse la cronologia moderna all'approfondimento della disciplina fu il desiderio, quasi l'impellenza, di calcolare il tempo esatto trascorso dalla Creazione a fini escatologici: secondo questa concezione, la fine del mondo potrà essere prevista solo conoscendo il momento della sua genesi. Non a caso, già i primi storici cristiani inauguravano le loro cronache con un riepilogo dei tempi – spesso sintetico e frettoloso – che partiva dalla Genesi e giungeva ai loro giorni. A ciò si aggiunse, in séguito, l'annosa diatriba sulla priorità cronologica delle rispettive civiltà, diatriba originata dai primi teologi cristiani, tra tutti Clemente di Alessandria,<sup>82</sup> che miravano a dimostrare la maggiore antichità del popolo ebraico (di cui i Cristiani sono gli eredi) rispetto, in particolare, a quello greco, portatore, a loro parere, di una filosofia fallace e derivata, in quanto pagana.<sup>83</sup>

<sup>78</sup> Secondo Popper, ciò non sarebbe però un ostacolo determinante. Cfr. K. Popper, *Miseria dello storicismo*, op. cit., p. 104.

<sup>79</sup> F. Jesi, *Il linguaggio delle pietre*, Milano, 1978, pp. 8 e 9.

<sup>80</sup> Cfr. I. Newton, *Trattato sull'Apocalisse*, a cura di M. Mamiani, Torino, 1994, p. XXVIII e M. Mamiani, *Introduzione a Newton*, Roma – Bari, 1990, p. 121.

<sup>81</sup> Come Cartesio, Hooke e Boyle. Cfr. S. Shapin, *The Scientific Revolution*, Chicago, 1996, tr. it. M. Visentin, *La rivoluzione scientifica*, Torino, 2003, pp. 105 e ss.

<sup>82</sup> Cfr. Clemente di Alessandria, *Gli stromati*, XXI, 1.

<sup>83</sup> Ma che in realtà la cristianità, nei fatti, fece in parte sua.

A una cronologia di tipo relativo, che possiamo far risalire alle più antiche civiltà, che data gli eventi e le conquiste dell'incivilimento umani soltanto tramite un sistema di computo che rimane interno a se stesso (ad esempio la datazione per Olimpiadi, nella storia greca), si contrappone il sistema, più moderno, di datazione assoluta, possibile tramite l'analisi comparata della storia delle diverse civiltà e della stessa storia naturale. Ecco il fulcro della moderna cronologia: se, ad esempio, è considerata nota, tramite le fonti, la distanza temporale tra la fondazione di Roma e il Consolato, non è altrettanto pacifico collocare con precisione le due date in un contesto temporale più ampio che comprenda tutte le altre civiltà, presenti e passate.<sup>84</sup>

Per quanto riguarda le fonti scritte giunte in epoca moderna,<sup>85</sup> in Grecia la prima testimonianza indiretta e attestata di un sistema cronologico – sempre affiancato dalla scienza della genealogia<sup>86</sup> –, è attribuibile all'opera storica di Timeo Siculo (IV secolo a.C.), basato sulla successione dei vincitori delle Olimpiadi;<sup>87</sup> un analogo procedimento è seguito dall'astronomo e matematico Eratostene di Cirene (III secolo a.C.).<sup>88</sup> Già qui si vede come storia e astronomia, ognuna con le proprie specificità, condividano un medesimo scopo: la datazione degli eventi, umani e naturali), a sua volta ripreso da Apollodoro di Atene (II secolo a.C.).<sup>89</sup> Per la civiltà egizia, invece, il punto di riferimento iniziale sono le dinastie di Manetone (III secolo a.C.),<sup>90</sup> il resoconto di Diodoro Siculo (I secolo a.C.) e il libro II delle *Storie* di Erodoto (V secolo a.C.). A Tolomeo (II secolo a.C.), un altro astronomo, si deve il sistema di datazione basato sull'anno d'insediamento del re di Babilonia Nabonassar,<sup>91</sup> mentre i primi autori cristiani, come già segnalato, si concentrano sulla sincronizzazione degli eventi legati agli Ebrei e ai Gentili. Dal V secolo d.C. in poi viene a consolidarsi la data di nascita di Cristo (753 anni *ab urbe condita*), dopo il (non troppo preciso) calcolo di Dionigi il Piccolo. Dopo gli studi sulla ricorrenza della Pasqua cristiana di Beda il Venerabile (VIII secolo d.C.), la cronologia medievale si ridurrà ai riepiloghi, di cui si è già accennato, posti in genere a prologo di storie, cronache e annali con fini esclusivamente escatologici.

La rinnovata volontà di approfondimento delle questioni legate alla cronologia è testimoniata dai grandi trattati tardo-cinquecenteschi e secenteschi degli eruditi Giuseppe Giusto Scaligero (1540-1609), James Ussher (1581-1656), Denis Petau (1583-1652) e John Marsham (1602-1685), in cui profonda conoscenza delle fonti, perizia nei calcoli astronomici e comparazioni minuziose dei dati, hanno consentito di compiere passi determinanti per una comprensione viepiù precisa della successione cronologica degli eventi. Nella stessa direzione si mossero astronomi e matematici come Johannes Kepler (1571-1630),<sup>92</sup> Giovanni Riccioli (1598-

---

<sup>84</sup> Timeo Siculo colloca la fondazione di Roma cento anni prima della prima Olimpiade (Plutarco, *Nicia*, I, 1); ma entrambi gli eventi come si devono collocare, ad esempio, rispetto alla genealogia dei faraoni egizi?

<sup>85</sup> È bene ribadire che ci si riferisce alle fonti scritte a disposizione in epoca moderna (cioè fino al XVIII secolo), quindi anche all'epoca di Newton. In seguito, com'è noto, si aggiungeranno numerose fonti dall'origine e tipologia assai diversificate.

<sup>86</sup> Il cui sommo esponente fu il mitografo Apollodoro. Cronologia e genealogia sono le necessarie ancelle della storiografia antica.

<sup>87</sup> Concordandola con la successione degli Efori, dei re di Sparta, degli arconti di Atene e le sacerdotesse di Argo.

<sup>88</sup> Disponiamo di alcuni frammenti della sua opera cronologica tramite la testimonianza indiretta di autori come Plutarco, Clemente di Alessandria ed Eusebio di Cesarea.

<sup>89</sup> In gran parte noto tramite Diodoro Siculo, Plutarco, Taziano il Siro e Aulo Gellio.

<sup>90</sup> Tramite Diodoro Siculo, Sesto Giulio Africano, Eusebio di Cesarea, Flavio Giuseppe e Giorgio Sincello.

<sup>91</sup> Cioè il 747 a.C.

<sup>92</sup> Con i calcoli riferiti alle congiunzioni planetarie, che a suo dire avrebbero causato l'apparizione della stella *nova* del 1604, tenta di datare la nascita di Cristo (4 a.C.). Cfr. J. Kepler, *De stella nova*, Prague, 1606.



1671),<sup>93</sup> Johannes Hevelius (1611-1687),<sup>94</sup> Edmund Halley (1656-1742)<sup>95</sup> e lo stesso Isaac Newton, come vedremo più avanti.

In quegli anni si ripresenta, più forte che mai, la questione della sovrapposibilità tra storia sacra, cioè la storia e la cronologia contenuta nella Bibbia, e la storia profana, cioè quella descritta dagli storici pagani, e la conseguente risoluzione delle reciproche incongruenze. Ma un'altra pericolosa breccia al sistema cronologico tradizionale – che, nella versione concepita da Ussher, che si basava sui fondamenti scritturali, vedeva fissato il giorno della Creazione al 23 ottobre 4004 a.C. – si apre sul terreno della filosofia, con il preadamitismo di Isaac La Peyrère (1594-1676) che ipotizzava popolazioni più antiche di quella discendente da Adamo,<sup>96</sup> ma anche su quello della filosofia naturale e dell'antiquaria, con il ritrovamento e l'interpretazione dei *naturalia* (reperti fossili e evidenze geologiche) e *artificialia* (prime testimonianze archeologiche), di cui si riempiono, pian piano, le *wunderkammer*. Già dall'antichità i resti fossili di conchiglie rinvenuti anche in alta montagna hanno posto questioni complesse sulla supposta immutabilità della configurazione geologica e idrogeologica che il ricorso al diluvio universale aveva solo in parte ricomposto.<sup>97</sup> L'idea di una possibile presenza di resti pietrificati di specie viventi ormai estinte incontrava all'epoca simili problemi: se nel 1726, le ossa di una salamandra gigante, vengono ancora presentate ai membri della Royal Society di Londra (quando ancora Newton ne era il presidente e autocrate) come i resti di un "uomo antidiluviano",<sup>98</sup> già nel 1770 si riconosceva, in un fossile appena rinvenuto, la corretta appartenenza dei reperti a un rettile gigante non appartenente a specie viventi. In campo antiquario (l'archeologia classica è ancora disciplina da costituirsi), a fianco dei vari e parcellizzati ritrovamenti di epigrafi, monete e monumenti, i Marmi di Paro, una collezione di incisioni marmoree recanti una cronologia dei principali eventi della storia greca,<sup>99</sup> giungono a Londra nel 1627 e il loro contenuto viene reso noto soprattutto tramite i lavori di Humphrey Prideaux (1648-1724) e di John Marsham;<sup>100</sup> gli scavi di Ercolano e Pompei inaugurano, nella seconda metà del XVIII secolo, la fase pionieristica di una nuova disciplina: l'archeologia moderna.

Se da una parte sembra aprirsi l'abisso sempre più profondo di un passato umano e più genericamente naturale,<sup>101</sup> dall'altra sono molte e strenue le resistenze di una porzione

---

<sup>93</sup> Dopo aver datato con precisione eclissi del passato, egli aggiunse una lista di importanti eventi umani che fossero da monito, una commistione di astronomia scientifica e astrologia. Cfr. G. Riccioli, *Almagestum Novum*, Bononiae, 1651.

<sup>94</sup> Hevelius calcolò l'esatta posizione del Sole sull'Eden nel giorno della Creazione, come anche la posizione del Sole durante l'eclisse di Sole di Talete, al meridiano di Danzica. Cfr. J. Hevelius, *Prodromus Astronomiae*, Danzig, 1690.

<sup>95</sup> Nel 1691 Halley fece uso delle datazioni astronomiche per stabilire il tempo e il luogo dell'approdo in Inghilterra di Giulio Cesare. Cfr. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, 1691, XVI, n. 193, p. 495.

<sup>96</sup> Cfr. I. La Peyrère, *Praeadamitae, sive exercitatio super versibus duodecimo, decimotertio et decimoquarto, capituli quinti epistolae D. Pauli ad Romanos, quibus inducuntur primi homines ante Adamum conditi*, Amsterdam, 1655.

<sup>97</sup> Ipotesi alternative prevedevano il concorso del vento che avrebbe trasportato le conchiglie sulle montagne o il trasporto da parte di pescatori divenuti improvvisamente scalatori provetti. Cfr. P. Rossi, *I segni del tempo. Storia della Terra e storia delle nazioni da Hooke a Vico*, Milano, 2003, p. 23.

<sup>98</sup> *L'Homo diluvii testis* di Jacob Scheuchzer.

<sup>99</sup> Le iscrizioni contengono una cronologia compresa tra il 1582 a.C. ed il 354 d.C., raccolta da Thomas Howard (1585-1646), XXI conte di Arundel, e donata nel 1667 all'Ashmolean Museum di Oxford.

<sup>100</sup> H. Prideaux, *Marmora Oxoniensia Arundellianis, Seldenianis aliisque conflata*, Oxonii, 1676 (la fonte principale) e J. Marsham, *Canon chronicus aegyptiacus, hebraicus, graecus*, London, 1672.

<sup>101</sup> Paolo Rossi scrive: "Il parallelo fra la storia della Terra e la storia civile, nato sul piano dell'analogia e della metafora, dà vita a una metodologia e a una epistemologia di tipo "storico" che interagisce, a sua volta, con le costruzioni storiografiche relative alle più antiche civiltà". P. Rossi, *I segni del tempo. Storia della Terra e storia delle nazioni da Hooke a Vico*, cit., p. 23.

significativa di eruditi legati alla tradizione di fondamento scritturale che prevede un mondo (quindi non solo la mera storia dell'uomo) non più antico di quattromila anni prima della nascita di Cristo. Nel XVII secolo, quindi, si trovarono a scontrarsi due visioni del passato, una che *dubita*, ancora minoritaria e spesso vittima di censure, e l'altra che *difende* il tradizionale sistema cronologico elaborato sulla base della Scrittura: in una situazione così fluida, non è da considerarsi affatto straordinario incontrare nello stesso momento, in una delle università più importanti al mondo, il Trinity College di Cambridge, il professore, già affermato, John Ray (1627-1705), pioniere della tassonomia e critico sia dell'immutabilità della struttura terrestre, sia dell'eccessiva brevità dell'età del mondo stabilita dalla tradizione, e il giovane studente Isaac Newton che, al contrario, non tarderà a dimostrare (lui che in ambito della scienza naturale porterà a compimento la rivoluzione scientifica anti-aristotelica) una determinata e convinta adesione proprio alle concezioni opposte, fondate sul dettato scritturale.

## Decifrare il linguaggio divino: Newton, l'ultimo erudito

Al Trinity, Newton, parallelamente agli studi del classico programma di stampo aristotelico impartito in tutte le università dell'epoca (peraltro da lui non molto praticato nei fatti, a parte un certo interesse per gli *Elementi* di Euclide, la cui impostazione avrà echi nella struttura stessa dei *Principia*), approfondì, da autodidatta, Cartesio, Galileo e Gassendi. Non si può dunque parlare, in riferimento alla formazione giovanile, di un'adesione newtoniana al pensiero tradizionale, almeno nell'ambito che oggi chiameremmo fisico-matematico. Ma gli studi a Cambridge si dovettero ben presto interrompere per il ritiro forzato presso il suo paese natale, a causa della peste che devastò Londra tra il 1665 e il 1666. Nell'arco di quei pochi mesi di allontanamento forzato, egli elaborò sia la teoria della luce e dei colori, sia quella delle flussioni, oltre a porre le basi della stessa teoria della gravitazione universale. Tutto ciò senza alcun confronto con altri matematici e senza che nessuno ne avesse notizia per diversi anni a venire: Newton agì da solo e tenne per sé tutti i risultati ottenuti, e solo nel corso dei molti anni della sua esistenza li comunicò all'umanità (nonostante, infatti, che parte dei suoi lavori di ottica apparvero poco dopo nelle *Philosophical Transactions*, l'*Opticks* venne pubblicata in prima edizione solo quarant'anni dopo).

In questo periodo la figura di Newton è ancora molto affine a quella del *natural philosopher* della sua epoca; appare cioè propenso a volgere il proprio sguardo al futuro della conoscenza, si propone di aggiungere nuovi elementi che, siano essi confermativi di teorie precedenti oppure letteralmente rivoluzionari, s'inseriscono in un percorso il cui solco egli sembra percepire proteso verso un'unica direzione: in avanti, verso una generica idea di progresso. Le prime critiche e confutazioni, presto sfociate in vere e proprie diatribe pubbliche, degli altri filosofi naturali,<sup>102</sup> si basavano sulla diversa fiducia accordata alle potenzialità della ragione umana e al mezzo della dimostrazione matematica, che Newton ritenne in buon diritto di difendere a tutti i costi e con tutte le armi a sua disposizione. I filosofi naturali contemporanei di Newton, infatti, pressoché tutti meccanicisti, ragionavano esclusivamente per verosimiglianze, non per certezze matematiche. Questa incomprendenza di fondo, suggerì a Newton, già misantropo per propria indole, un comportamento sempre più discreto, una vita lontana da ogni tipo di mondanità, fino all'estremo isolamento.

---

<sup>102</sup> Difficile, se non impossibile, sottrarsi alle innumerevoli dispute tra dotti, assai comuni all'epoca, nell'ambito della Repubblica delle Lettere.

Con il periodo di progressivo distacco dall'alterità, egli volse lo sguardo verso il passato, nella convinzione che la Verità fosse da ricercare in un'epoca remota, in una *prisca sapientia* trasmessa direttamente da Dio ai primi uomini sulla Terra,<sup>103</sup> sempre più corrotta fino a essere quasi del tutto dimenticata.<sup>104</sup> Tra l'altro, proprio da questo periodo in poi, Newton si concentrò sugli studi e sugli esperimenti alchemici, su quelli cronologici e di storia sacra, su quelli teologici e profetici. In quel caso, è bene ribadirlo, l'attenzione era concentrata verso il passato, e così rimase sempre, con un atteggiamento che ricorda da vicino quello tipico dello storico, dell'erudito, ovverosia con l'intenzione di scrutare e studiare idee e teorie risalenti, ormai rese obsolete dal "progresso" della conoscenza, in antitesi quindi con l'approccio del *natural philosopher* moderno, meno interessato allo studio in senso storico della conoscenza e della scienza. Newton si convinse di aver riscoperto leggi naturali già conosciute dall'umanità ma poi dimenticate, e per questo ricercava la Verità nelle fonti antiche (ermetiche e alchemiche secondo la convinzione di una loro origine remotissima; filosofiche, *in primis* tramite le scuole ellenistiche, neoplatoniche e stoiche; bibliche attraverso l'esegesi storica e il calcolo cronologico; profetiche tramite la decifrazione del testo sacro). È questo il Newton più esoterico, colui che si chiuse nelle stanze del Trinity, tra alambicchi e antichi scritti.

I primi studi storici di Newton sono infatti attestati in manoscritti risalenti proprio agli anni settanta del Seicento (cioè dopo il ritorno dal ritiro forzato) e i fondamenti del sistema cronologico newtoniano si consolidarono già nei primi anni ottanta, poco prima della pubblicazione dei *Principia* (1687), testo che lo consacrerà a mito vivente, inaugurando così l'ultima sua fase della vita, che diviene progressivamente sempre più mondana e "istituzionale".<sup>105</sup> Anche in questo periodo e in quelli successivi, Newton continuerà a studiare alchimia, teologia e cronologia; anzi, quest'ultima diverrà il maggiore impegno di studioso degli ultimi anni della sua vita: morì infatti quando ancora era intento alla stesura dell'ultima versione della *summa* del suo sistema cronologico, la *Chronology of Ancient Kingdoms Amended* (pubblicata postuma nel 1728), che conteneva la spiegazione particolareggiata di tutti i procedimenti utilizzati per ricostruire le datazioni da lui ottenute, in anni di comparazioni e calcoli, con una divisione in capitoli, dedicati ognuno a una civiltà antica: i Greci, gli Egizi, gli Assiri, i Babilonesi e Medi, i Persiani. Pochi anni prima, nel 1716, si diffuse in Europa (soprattutto in Francia) un'epitome del suo sistema (strutturata come una schematica successione di date ed eventi), in un'edizione, peraltro da lui non autorizzata,<sup>106</sup> che suscitò immediate critiche e stimolò una serie considerevole di confutazioni: la *Short Chronicle* (pubblicata poi come capitolo introduttivo della *Chronology* nel 1728).<sup>107</sup>

L'approccio newtoniano alla conoscenza ha una forte connotazione rinascimentale, sia per la piena fiducia nei confronti delle risorse razionali dell'uomo che, secondo tale impostazione, è in grado di giungere alla verità (in netto contrasto con meccanicisti cartesiani e cattolici post-tridentini), sia per il carattere sincretistico dei propri studi e dei propri interessi. In mente egli ha un vero e solo obiettivo: la decifrazione del linguaggio divino, scritto tramite i caratteri impressi nel libro della natura, nelle parole dei profeti, nelle metafore degli antichi alchimisti e nei testi ermetici degli antichi filosofi. Oggetto della sua ricerca è la *chiave* di

---

<sup>103</sup> Newton stesso, come confermato proprio da un passo della sua *Chronology*, riteneva attendibile la leggenda che vedeva in Pitagora il depositario di alcuni frammenti di verità ottenuti direttamente da Mosè.

<sup>104</sup> Newton considerava il concilio niceno (convocato e presieduto dall'imperatore romano Costantino nel 325) il momento massimo di corruzione della Verità.

<sup>105</sup> Newton, in séguito, diventerà membro del parlamento inglese, direttore della Zecca di Londra, presidente della Royal Society, precettore della progenie reale e protetto della regina.

<sup>106</sup> In realtà, nella volontà dell'autore, destinata esclusivamente alla corte reale.

<sup>107</sup> Oltre alle due opere segnalate, è giusto citare, tra i tanti manoscritti rimasti inediti, il "The Original of Monarchies" del 1695 che rimase incompiuto, ma che è la realizzazione più importante del Newton puramente storico (anche se non mancano alcuni riferimenti al sistema cronologico).

lettura, non necessariamente lo scopo ultimo delle diverse discipline che studia: non è il ritrovamento della pietra filosofale che egli vuole ottenere durante i suoi esperimenti alchemici, bensì la decifrazione del linguaggio ermetico degli alchimisti; non è il futuro che egli vuole svelare nella sua esegesi delle profezie bibliche, bensì il linguaggio profetico proveniente da Dio; non soltanto è la priorità cronologica di un popolo che egli vuole provare, ma anche e soprattutto la provvidenza divina al di sopra della storia.

Il portato culturale in cui Isaac Newton s'immerse era intriso di idee neo-platoniche,<sup>108</sup> ma subiva anche forti influssi da parte del pensiero neo-stoico, soprattutto nella sua accezione cristiana e filoniana. Sono, infatti, ravvisabili nell'opera cronologica newtoniana – ma anche afferente la filosofia naturale, l'attività di alchimista sperimentatore e in quella di studioso di teologia – alcuni elementi che indubbiamente provengono dal pensiero stoico.<sup>109</sup> La cosmologia newtoniana si basa sul concetto dei cicli cosmici e della periodica conflagrazione dell'universo, inteso come un grande essere vivente. La centralità dell'allegoresi nell'interpretazione dei testi ermetici e alchemici, come dei miti antichi (approccio che negli studi cronologici di Newton diverrà evemeristico, come vedremo *infra*), e la visione cristologica e soteriologica (schiettamente ariane), avvicinano il filosofo naturale inglese soprattutto alle idee dello stoico Crisippo sulla natura di Dio e delle sue entità intermedie. Anche la visione stoica del tempo non è estranea al pensiero di Newton:<sup>110</sup> egli, infatti, ritiene possibile sia intendere il passato (con la storia), sia prevedere il futuro (con lo studio delle profezie bibliche) secondo una concezione millenaristica.

Come a loro tempo fecero gli storici cristiani, egli ricapitola l'intera storia dell'umanità tramite il criterio cronologico, con l'intento di mantenere la massima precisione e allo scopo principale di fissare l'età complessiva del mondo, necessaria premessa alla conoscenza della data del Secondo Avvento. Newton avverte come relativamente imminente l'Apocalisse e non manca di calcolarne la data aritmeticamente, con un approccio che ricorda da vicino le tecniche della *Qaballah*;<sup>111</sup> sebbene l'intento di analizzare la cronologia per fini escatologici, nella convinzione di vivere in un mondo in decadenza e prossimo alla fine, non sia centrale nei suoi studi (come già indicato), egli comunque s'inserisce in quella corrente millenarista che propugnava un approccio empirico e razionalista a discipline teosofiche e millenariste e a cui aderirono esegeti come Henry More (1614-1687), del ramista Johann Heinrich Alsted (1588-1638) e del geologo Thomas Burnet (1635-1715).<sup>112</sup>

Newton ritiene, *stoicamente*, che tutti gli eventi, umani e naturali, successivi alla Creazione siano stati predeterminati dalla volontà divina e che il corso del tempo si limiti a dipanarli come se stesse srotolando un papiro già scritto.<sup>113</sup> A partire dal tardo Seicento, il pensiero libertino, materialista e atomista, teorizzò la sterminata e indefinita antichità del mondo: la ciclicità del tempo stoico e la linearità del tempo cristiano (che comunque prevede un inizio e

<sup>108</sup> Compreso l'ambiente universitario: il neoplatonico Henry More fu, tra l'altro, uno dei suoi maestri.

<sup>109</sup> Si pensi alla forza di gravità newtoniana: essa si comporta proprio come lo *pneuma* stoico, un principio attivo agente a distanza universale e semi-corporeo; quel principio attivo che il Newton alchimista individua come la causa della coesione dei corpi, anche nel microcosmo. Cfr. A. Miglietta, *Teoria della materia e cosmologia in Isaac Newton: tra eredità stoica e nuova scienza*, Genova, 2011 e *id.*, *Da Zenone a Newton*, in [www.airesis.net](http://www.airesis.net).

<sup>110</sup> Nel duplice aspetto del suo senso ciclico nel lungo periodo e del suo dipanarsi secondo i dettami della provvidenza divina.

<sup>111</sup> Cfr. D. Arecco, *I Fatti e le Idee. Scienza, religione e società nell'Inghilterra moderna*, Genova, 2007, p. 204; P. Rossi, *La nascita della scienza moderna in Europa*, Bari-Roma, 2000, p. 355; R.S. Westfall, *Never at Rest. A biography of Isaac Newton*, Cambridge, 1980, p. 86 e F. Manuel, *Newton Historian*, New York, 1968, p. 153.

<sup>112</sup> Newton, More, Alsted parteciperebbero, secondo Popkin, alla "terza forza del pensiero del XVII secolo", basato sui predetti presupposti epistemologici. Cfr. R. Popkin, *The Third Force in Seventeenth-Century Thought*, Leiden, 1992., pp. 90-91 e R. Bondì, *L'onnipresenza di Dio. Saggio su Henry More*, Soveria Mannelli, 2001, p. 87.

<sup>113</sup> Cfr. S. Sambursky, *Physiscs of the Stoics*, Princeton, 1987, pp. 65-71.



una fine)<sup>114</sup> furono quindi attaccate nei principi fondanti; e furono proprio i libertini i più grandi rivali di Newton nel terreno della storia e della cronologia. Egli, inseritosi nell'aspra diatriba tra pre-adamiti, libertini e tolandiani, da una parte, e difensori dell'ortodossia e della superiorità della storia sacra su quella profana – con i quali si schiera – dall'altra, sostiene la precedenza cronologica – e più in generale la più risalente sapienza – del popolo ebraico rispetto a tutte le altre civiltà (come fecero anticamente Flavio Giuseppe e Clemente di Alessandria).

Newton non ha dubbi: la storia sacra non deve e non può essere emendata e, così come deve accadere nell'ambito della filosofia naturale, sarà la scienza profana ad adattarsi alle verità rivelate dalla Bibbia. La superiorità del *popolo eletto*, già sostenuta dagli antichi nazionalisti ebraici e dai primi commentatori cristiani, è dovuta dal dono divino della *prisca sapientia*, che avrebbe compreso, oltre al monoteismo, la corretta conoscenza della struttura dell'universo e delle leggi naturali (che, quindi, Newton crede di ri-scoprire); l'idolatria dei Gentili, giunti al mondo in epoca successiva, ne confonderà i principi, consegnando all'oblio gran parte del vero Sapere. Per Newton, che riprende Clemente di Alessandria,<sup>115</sup> gli dèi pagani, come gli eroi e i personaggi mitologici (come Saturno, Giove, Eracle o Minosse), sarebbero in realtà figure divinizzate di antichi re, di legislatori e di valorosi guerrieri che nel tempo avrebbero oscurato e sostituito, agli occhi dei pagani *sprovveduti*, il vero Dio veterotestamentario: è questa una delle versioni (speculare rispetto all'esegesi simbolica di Natale Conti e all'allegoresi baconiana del *De Sapientia veterum*) della teoria evemeristica, accreditata da molti eruditi e cronologi secenteschi nel più generale tentativo di ridurre il politeismo a una corruzione del monoteismo originario. L'idea portante dell'intero sforzo cronologico newtoniano è la convinzione che i Gentili abbiano volontariamente esagerato l'antichità delle proprie origini, sostanzialmente per vanagloria (la celebre boria delle nazioni di vichiana memoria), ed è il suo obiettivo ultimo *dimostrare* che le cronologie antiche erano da "accorciare" di molti secoli. Ciò perché il popolo più antico di tutti, dal quale secondo il principio monogenista tutte le altre civiltà discendevano, non poteva che essere quello della stirpe adamitico-noetica, quella che accolse la *prisca sapientia*.

Da questo punto fermo, parte la tesi del diffusionismo culturale newtoniano: se l'ebreo è detentore conoscenza (teorica e tecnica) ottenuta dalle rivelazioni divine, allora la sua diffusione tra le altre civiltà, tramite il suo popolo (in modo sempre più frammentario, nel corso dei secoli, a causa del contributo negativo delle idee pagane, come si è appena detto), avviene per mezzo dei contatti commerciali, delle spedizioni esplorative o delle conquiste militari (come nel caso di Cerere a cui Newton attribuisce l'introduzione in Grecia dell'agricoltura). Attraverso, poi, una spregiudicata serie d'identificazioni di diversi personaggi mitici o storici, Newton accorcia ulteriormente le genealogie greche e le dinastie egizie: Dioniso, Osiride, Sesac e Sesostri sarebbero nomi diversi appartenenti a uno stesso individuo.

Dalla lettura dell'opera storica e cronologica newtoniana si desume un lavoro titanico sulle fonti, che presuppone un'erudizione straordinaria; ma non tutte le fonti hanno per l'autore lo stesso valore di attendibilità: se nella sua gerarchia la Scrittura ha il primato indiscusso (tanto che, in caso di discordanza, è sempre il dato biblico a essere preso per vero), gli autori pagani più utilizzati, e più creduti attendibili, sarebbero coloro che riferiscono testimonianze dirette o fatti accaduti a breve distanza temporale dall'epoca in cui lo stesso storico scriveva; per questo motivo Newton predilige Erodoto (quando non affonda nelle epoche più remote) e Tucidide, e

---

<sup>114</sup> Sull'argomento v. A. Miglietta, *I segni del tempo. Le stelle nel mondo rurale e nell'immaginazione popolare*, in «Anthropos & Iatria», 1, 2013, pp. 70-82.

<sup>115</sup> Cfr. Clemente di Alessandria, *Gli stromati*, I, 15.

tiene in poco conto autori come Manetone e Ctesia di Cnido.<sup>116</sup> La cura quasi maniacale sulle fonti non si rispecchia in Newton nella cura dello stile, come d'altronde è consueto nelle sue opere:<sup>117</sup> esso, infatti, è arido, meccanico, pieno di divagazioni non sempre necessarie; i protagonisti si muovono come automi privi di personalità: è una storia puramente evenemenziale, dove i fatti si succedono uno dopo l'altro, costruita su schemi prefissati, rigidi processi d'incivilimento, con l'assoluta dipendenza dalle fonti scritturali, secondo i principi dell'evemerismo, del diffusionismo culturale, del monogenismo, e con l'utilizzo letterale delle fonti senza una vera e propria comparazione critica. Newton, nel pieno degli anni venti del XVIII secolo, proprio quando si affacciavano le nuove visioni storiografiche di Vico e poi di Voltaire, dimostra quindi la sua volontà di guardare indietro verso gli eruditi e gli esegeti biblici della metà del Seicento: se la storiografia del XX secolo ha intravisto in lui "l'ultimo dei maghi"<sup>118</sup>, a maggior ragione ci sentiamo di definire Newton l'ultimo dei veri eruditi, nell'accezione schiettamente secentesca.<sup>119</sup>

## Il cielo come calendario

Il principale merito che si deve attribuire al sistema cronologico newtoniano è senza dubbio l'applicazione, mai tentata prima, del fenomeno, già noto a Ipparco, della precessione degli equinozi,<sup>120</sup> nel tentativo di datare gli eventi storici. Nel terzo libro dei *Principia*, Newton affronta il problema dell'"aberrazione delle stelle fisse", cioè della precessione, e ne calcola lo spostamento in 50" 00" 12" all'anno, ovvero circa un grado ogni settantadue anni.<sup>121</sup>

L'intenzione di Newton è di collezionare osservazioni antiche e confrontarle con quelle di astronomi suoi contemporanei: avendo a disposizione le posizioni rispetto alle stelle fisse di due solstizi, relative a due diversi momenti, sarà possibile calcolarne la distanza in gradi nella sfera celeste e ottenere quindi la misura del tempo trascorso tra le due osservazioni.

Newton utilizzò le misurazioni delle posizioni celesti delle stelle fisse relative alla sua epoca effettuate da John Flamsteed (1646-1719), ottenute con l'ausilio del grande quadrante murale dell'osservatorio reale di Greenwich. Le osservazioni risalgono al periodo tra novembre 1689 e gennaio 1690 e furono pubblicate in edizione definitiva, peraltro senza l'esplicita autorizzazione dello stesso Flamsteed, nel 1714.<sup>122</sup> Questione molto più complessa si dimostrò, invece, il recupero di osservazioni utili a stabilire la posizione di un solstizio o di un equinozio in epoche antiche. Newton si dovrà affidare alle vaghe descrizioni degli autori greci e a inevitabili congetture su alcune testimonianze indirette.

---

<sup>116</sup> Un principio generale che concede però alcune importanti eccezioni: Newton terrà in gran conto sia lo Pseudo-Apollodoro, sia Igino Astronomo.

<sup>117</sup> Si pensi ai *Principia*, quasi illeggibili, e si paragoni lo stile newtoniano a quello di un Galileo, uno tra i massimi prosatori della nostra letteratura.

<sup>118</sup> Definizione dovuta al celebre economista John Maynard Keynes alla luce del ritrovamento (di cui si rese protagonista) di numerosi manoscritti alchemici redatti da Newton.

<sup>119</sup> Cfr. M. Sartori, *Voltaire, Newton, Fréret: la cronologia e la storia delle antiche nazioni* in «Studi settecenteschi», Vol. 7-8, 1985-1986, p. 164.

<sup>120</sup> Per una descrizione del fenomeno si rimanda a G. Veneziano, *Precessione degli equinozi: implicazioni astronomiche e climatiche*, Atti del X seminario di archeoastronomia ALSSA, Genova, 2008.

<sup>121</sup> I. Newton, *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*, Londra, 1687, p. 470 (lib. III, prop. XXXIX, prob. XIX e XX).

<sup>122</sup> Cfr. J. Flamsteed, *Historia Celesti Britannica*, London, 1725, II e *id.*, *Stellarum Inerrantium Catalogus Britannicus, ad Annum Christi Completum, 1689*, London, 1725. Nelle precedenti stesure manoscritte della *Chronology*, Newton si affidò alle misure di Hevelius (*Prodromus astronomiae*, Danzig, 1690).

Leggendo Clemente di Alessandria,<sup>123</sup> che come già segnalato è uno degli autori da lui più apprezzati, Newton ritrova in un frammento della Titanomachia, di autore sconosciuto, l'attribuzione al centauro Chirone della realizzazione delle costellazioni. Nella visione evemeristica del mito greco, Chirone veniva considerato un personaggio storico realmente esistito, dedito all'astronomia pratica e all'astrologia,<sup>124</sup> e che avrebbe delineato le σχήματα ολύμπου, ovvero “le figure dell'Olimpo”, qui da Newton interpretate come sinonimo di “asterismi”, come d'altronde sembra fare anche lo stesso Clemente di Alessandria. Tramite, poi, Diogene Laerzio<sup>125</sup> individua Museo come il primo a realizzare (nell'originale inglese, *made*) una sfera celeste<sup>126</sup> tra i Greci: Newton utilizza il verbo *to make*, traducendo il generico termine latino *fecisse*, tradotto a sua volta da Tommaso Aldobrandini (di cui Newton possedeva l'edizione latina delle *Vitae*), dall'originale greco ποιησαι, precedentemente reso da altri interpreti sia con *invenisse* (Ambrogio Camaldolese, Carli), che attribuirebbe a Museo il solo merito di aver rinvenuto la sfera, sia con *scripsisse* (Marco Meibomio, Menagio), che invece considererebbe la sfera un'opera originale dello stesso.

Nonostante le incertezze, Newton prende per certa l'attribuzione e, in questo modo, può collocare la prima realizzazione della sfera celeste al tempo della spedizione degli Argonauti (evento che non dubita essere storico), essendo Museo il maestro di Orfeo, che appunto vi partecipò. A conferma di ciò, Newton sostiene il fatto che tutte (tranne due)<sup>127</sup> le costellazioni della sfera, raccontino i miti coevi o precedenti al viaggio di Giasone e i suoi compagni: essa non poteva, quindi, che essere stata realizzata al tempo di quella spedizione, essendo uno strumento per la navigazione in alto mare, tentata per la prima volta dai Greci con una grande nave, Argo. Fino a quel momento l'unico metodo di navigazione da loro praticato (sostiene Newton probabilmente tramite la lettura di Plinio)<sup>128</sup> si riduceva alla navigazione di cabotaggio su piccole imbarcazioni. Al ritorno, gli Argonauti sarebbero approdati presso l'isola dei Feaci, Corcira, come indicato dallo Pseudo-Apollodoro,<sup>129</sup> e avrebbero fatto conoscere la sfera a Nausicaa, figlia del re dei Feaci, che infatti è da quel popolo considerata l'inventrice della σφαίρα;<sup>130</sup> ma l'equivoco in cui Newton cade, in questo caso, denuncia una notevole ingenuità: il termine greco riportato aveva presso i Greci il più comune significato di palla da gioco, come si evince, tra gli altri, dal passo omerico dedicato alla stessa Nausicaa.<sup>131</sup>

Stabilito questo, Newton considera che, all'epoca della prima sfera (descritta in séguito da Eudosso e da Ipparco)<sup>132</sup> e quindi della spedizione degli Argonauti, i punti cardinali degli equinozi e dei solstizi si trovassero “nel mezzo” delle costellazioni dell'Ariete, del Cancro, dello Scorpione e del Capricorno. Ciò perché l'antico calendario lunisolare, che considerava l'anno

<sup>123</sup> Cfr. Clemente di Alessandria, *Gli stromati*, I, 15 e Oxford, New College Library, Keynes Ms 361(3), f. 194r.

<sup>124</sup> Cfr. N. Conti, *Mythologiae sive explicationis fabularum*, IV, 12.

<sup>125</sup> Cfr. D. Laerzio, *Vite dei filosofi*, I, proemio.

<sup>126</sup> La sfera celeste era rappresentata dagli astronomi antichi sia tramite proiezione su un piano, sia in tre dimensioni da un globo, solitamente in terracotta o metallo, sul quale tracciavano costellazioni e coordinate celesti, risultati dalle loro osservazioni dirette. Cfr. F. Cumont, *Zodiacus*, tr. it. L. Perilli, *Lo Zodiaco*, Milano, 2012, pp. 28-35.

<sup>127</sup> Le costellazioni della Chioma di Berenice (dedicata alla regina Berenice II, sposa di Tolomeo III Evergete) e di Antino (introdotta da Tolomeo in onore dell'amante dell'imperatore Adriano, oggi scomparsa) che sarebbero, però, eccezioni confermant la regola. Cfr. I. Newton, *Chronology of Ancient Kingdoms Amended*, London, 1728, p. 85.

<sup>128</sup> *Storia naturale*, VII, 56.

<sup>129</sup> *Biblioteca*, I, 9, 25.

<sup>130</sup> Cfr. Suida, in *Αναγλλις*.

<sup>131</sup> Omero, *Odissea*, VI, vv. 115-116. Un'ottica critica su questo aspetto dell'esegesi newtoniana, più che nei diversi testi inglesi e francesi risalenti agli anni immediatamente successivi alla pubblicazione della *Short Chronicle* e della *Chronology*, la si trova nello splendido lavoro del giovane Leopardi. Cfr. G. Leopardi, *Storia dell'astronomia*, cap. 1.

<sup>132</sup> Cfr. Ipparco di Nicea, *Commentario su Arato di Soli, Fenomeni*, II, 3.

solare diviso in dodici mesi lunari di ventinove giorni più un mese intercalare, poteva cominciare ad ogni ciclo in giorni differenti, ma che al massimo potevano variare di due settimane prima e due dopo l'equinozio primaverile; per evitare che la posizione del Sole, al principio del nuovo anno, sconfinasse nelle costellazioni precedenti o successive, che sono ampie mediamente  $30^\circ$ , i primi realizzatori della sfera posero le costellazioni in modo che i rispettivi equinozi e solstizi (ovviamente con una certa approssimazione e tenendo conto che i dodici asterismi delle costellazioni zodiacali non hanno le medesime configurazioni e la stessa ampiezza) si trovassero nel loro centro, cosicché il massimo sfasamento possibile tra la posizione del Sole e l'inizio del nuovo anno non superasse mai i  $15^\circ$  circa (vedi immagine 1).

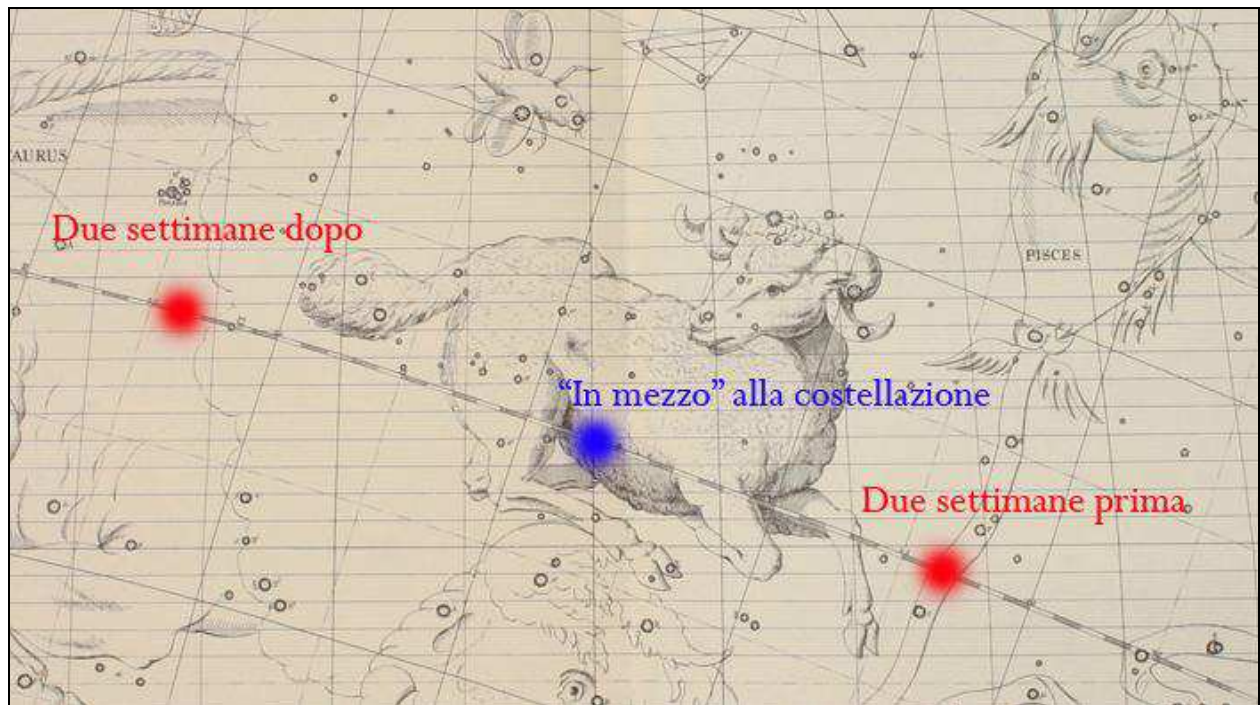


Figura 1. In rosso le posizioni limite che poteva assumere il Sole durante l'equinozio di primavera in Ariete, con il calendario lunisolare. In blu il punto mediano calcolato da Newton seguendo la descrizione di Eudosso (elaborazione grafica su tavola di J. Flamsteed, *Atlas coelestis*, Londra, 1753).

Newton procede poi con l'individuare il punto mediano tra *Prima Arietis*<sup>133</sup> e *Ultima Caudae Arietis*<sup>134</sup> e ne esegue la proiezione sull'eclittica, presumibilmente per via trigonometrica.<sup>135</sup> Il risultato ottenuto, riferito alle coordinate del 1689 (anno delle osservazioni

<sup>133</sup> La stella *Prima Arietis* corrisponde alla lettera  $\gamma$  della classificazione di Bayer e non  $\alpha$ , come viene in genere erroneamente indicato, v. ad esempio L. Pierce e M. Pierce in I. Newton, *Newton's Revised History of Ancient Kingdoms: A Complete Chronology*, Green Forest, 2009, p. 39. Cfr. J. Flamsteed, *Historia celesti Britannica*, cit., II, pp. 7-10 e 13-15; J. Flamsteed, *Stellarum Inerrantium Catalogus Britannicus, ad Annum Christi Complectum, 1689*, cit., p. 1. V. anche Immagine 2.

<sup>134</sup> Stella priva di catalogazione di Bayer, è chiamata "I ad  $\tau$ " *Arietis* da Flamsteed e corrisponde alla "Ultima seu Tertia Caudae" del *Catalogus stellarum fixarum* di Johannes Hevelius (1690), utilizzato dallo stesso Newton, prima di entrare in possesso delle misure di Flamsteed. Cfr. J. Flamsteed, *Stellarum Inerrantium Catalogus Britannicus, ad Annum Christi Complectum, 1689*, cit., p. 1; F.E. Manuel, *Isaac Newton Historian*, cit., pp. 71 e 82 e J. Hevelius, *Prodromus astronomiae*, Danzig, 1690, p. 156.

<sup>135</sup> Non rimane traccia in alcun manoscritto del procedimento utilizzato da Newton. Un'ipotesi sul metodo di calcolo è formulata in J.Z. Buchwald e M. Feingold, *Newton and the Origin of Civilization*, Princeton, 2012, pp. 459 e ss.



di Flamsteed), è  $\varnothing$   $6^{\circ} 44'$  in longitudine eclitticale, cioè  $36^{\circ} 44'$  dal punto vernale, posizione in cui si trovava il Sole solstiziale al tempo della sfera originaria, secondo le premesse newtoniane già accennate (vedi immagine 2). L'arco di spostamento dovuto alla precessione equivale a 2645 anni (72 anni per ogni grado) e colloca la spedizione degli Argonauti al 955 a.C.

Con metodo di computo differente, Newton, attraverso la descrizione delle stelle, sempre derivata da Eudosso, presso le quali passavano i coluri equinoziali e solstiziali,<sup>136</sup> ottiene le cinque rispettive posizioni degli astri di riferimento e le proietta nuovamente sull'eclittica; partendo poi dai cinque risultati calcola la loro media aritmetica, con la quale ottiene la posizione del punto equinoziale diversa da quella risultante dal precedente procedimento ma sovrapponibile:  $\varnothing$   $6^{\circ} 29'$  (vedi Tabella I). Un valore che corrisponde a 2627 anni e che colloca la spedizione degli Argonauti nel 937 a.C. (data che prenderà per vera e pubblicherà anche nella sua *Short Cronicle*),<sup>137</sup> riducendo così di molto il periodo tradizionalmente accettato.<sup>138</sup>

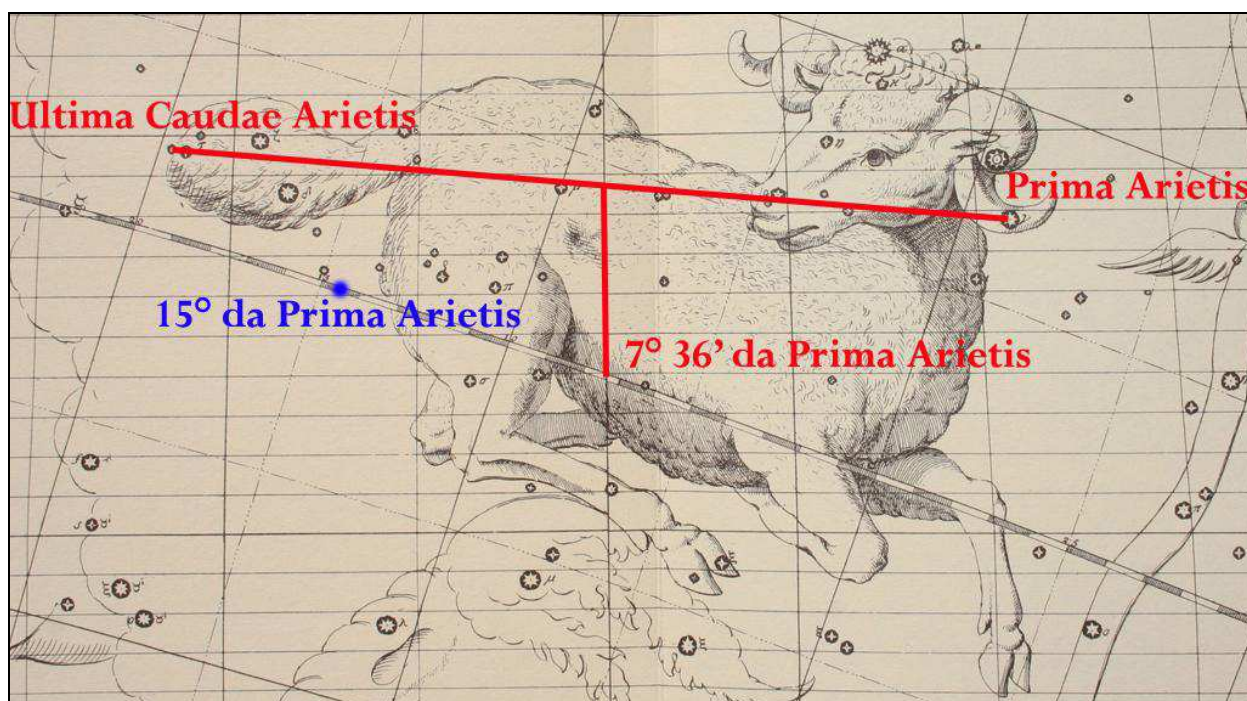


Figura 2. Proiezione grafica del punto mediano tra *Prima* e *Ultima Caudae Arietis* sull'eclittica (in rosso) e sua differenza rispetto al punto mediano teorico a  $15^{\circ}$  da *Prima Arietis*, come avrebbero voluto molti dei critici di Newton (in blu) (elaborazione grafica su tavola di J. Flamsteed, *Atlas coelestis*, Londra, 1753).

Occorre precisare che con punto mediano, Newton non intende, come alcuni critici coevi pensavano,<sup>139</sup> la posizione teorica basata sull'intera ampiezza convenzionale della costellazione (quindi a  $15^{\circ}$  dalla prima stella dell'Ariete, visto che, per convenzione, ogni costellazione

<sup>136</sup> Il cerchio passante per i poli e per gli equinozi, e quello passante per i primi e per i solstizi, si dicono *coluri*. Newton si riferisce al sistema di coordinate celesti dette eclitticali, cioè al sistema che ha come piano fondamentale l'eclittica, ovvero la linea immaginaria che attraversa la sfera celeste e che descrive, interpolandolo, il percorso apparente del sole, rispetto alle stelle fisse, durante l'anno.

<sup>137</sup> Cfr. I. Newton, *Chronology of Ancient Kingdoms Amended*, cit., pp. 88 e ss.

<sup>138</sup> Denis Petau, ad esempio, collocava la spedizione nel 1263 a.C.. Cfr. D. Petau, *Abrégé chronologique de l'histoire universelle sacrée et profane*, v. IV, Paris, 1715, p. 29.

<sup>139</sup> Cfr. N. Fréret, *Défense de la chronologie fondée sur les monuments de l'histoire ancienne, contre le système chronologique de M. Newton*, Paris, 1758.

zodiacale è ampia 30°) ma quella risultante dalla distanza tra le due stelle, *Prima Arietis* e *Ultima caudae Arietis*, poste agli estremi dell'asterismo principale (cioè a 7° e 36'): <sup>140</sup> una differenza di sette gradi e mezzo che, in anni, equivale a un intervallo di tempo di circa cinquecentotrenta.

Coluro passante per <sup>81</sup>	Coordinate eclitticali (1689) <sup>82</sup>	Sull'eclittica
v Arietis	♄ 9° 38' 45"; +6° 7' 56"	♄ 6° 58' 57"
Punto mediano tra v e ξ Ceti	tra ♄ 4° 3' 9"; -9° 12' 26" e ♄ 3° 7' 37"; -5° 53' 7"	♄ 6° 58' 51"
ρ Eridani	♃ 25° 22' 10"; -25° 15' 50"	♄ 7° 12' 40"
τ Persei	♄ 23° 25' 30"; +34° 20' 12"	♄ 6° 18' 57"
η Persei	♄ 24° 25' 27"; +37° 26' 50"	♄ 4° 56' 40"
	<b>Media</b>	<b>♄ 6° 29' 15"</b>

81 vedi nota <sup>141</sup>; 82 vedi nota <sup>142</sup>

Tabella 1. Tramite la descrizione del coluro equinoziale di Eudosso e le misurazioni di Flamsteed, Newton ottiene la longitudine eclitticale riferita al 1689 del punto d'intersezione tra coluro ed eclittica.

Oltre alla descrizione della sfera originaria, altre osservazioni antiche vengono da Newton utilizzate al fine d'individuare ulteriori datazioni storiche, partendo sempre dalle misure astrometriche dell'astronomo reale John Flamsteed. Tra queste spicca senz'altro la descrizione di Esiodo della levata eliaca della stella Arturo, <sup>143</sup> nell'interpretazione newtoniana. In questo caso il metodo utilizzato non è descritto esplicitamente nella *Chronology*, cosicché si deve fare affidamento ad alcune annotazioni presenti in un manoscritto precedente:

Esiodo ci racconta che sessanta giorni dopo il solstizio invernale la stella Arturo sorgeva proprio al tramonto del sole. In quei giorni, e per molto tempo ancora, i solstizi erano posizionati nel mezzo delle costellazioni del Cancro e del Capricorno e il loro spostamento non era conosciuto; l'apogeo del sole si trovava in ♄ 24°. In questi sessanta giorni, più sei ore da mezzogiorno al tramonto, il sole si dovrebbe essere mosso dal solstizio invernale a ♃ 0° 10' e il punto opposto all'eclittica che sorge allo stesso momento di Arturo, dovrebbe essere in ♃ 0° 10'. La latitudine di Arturo è 30° 57' nord e l'elevazione del polo sul monte Helicon, vicino ad Atene, ove visse Esiodo, è 37° 45', secondo quanto asserito da Claudio Tolomeo. Giovanni Battista Riccioli (*Almagesto*, VI, XX, prob. VIII) insegna come calcolare l'eccesso di longitudine di Arturo su quella del suo punto dell'eclittica, a esso opposto. Dai calcoli da me eseguiti risulta che tale eccesso sia di 11° 14'. Sommando questo valore a ♃ 0° 10', si ha la longitudine di Arturo in ♃ 11° 24'. Quando il lembo superiore del sole è visibile, l'astro è ancora sotto l'orizzonte di 33', essendo esso maggiormente elevato dall'effetto della rifrazione atmosferica; il suo centro è 16' ancora più basso, in tutto 49' sotto l'orizzonte. La parte dell'eclittica che si trova tra l'orizzonte e il centro del sole, risulta essere di 62'. Quando Arturo

<sup>140</sup> Cfr. I. Newton, *Remarks on the Observations made on a Chronological Index of Sir Isaac Newton, translated into French by the Observer, and published at Paris*, in *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, 1725, XXXIII, 399, pp. 317-318; Cambridge, King's College, Keynes Ms. 138 e Gerusalemme, Jewish National and University Library, Yahuda MS. 27, ff. 1v e 5r.

<sup>141</sup> Cfr. Ipparco di Nicea, *Commentario su Arato di Soli, Fenomeni*, I, 2.

<sup>142</sup> Cfr. J. Flamsteed, *Stellarum Inerrantium Catalogus Britannicus, ad Annum Christi Completum, 1689*, cit., pp. 2, 25, 39, 40.

<sup>143</sup> Cfr. Esiodo, *Le opere e i giorni*, vv. 564-567 e D. Petau, *Variarum dissertationum in Uranologion sive sistema variorum authorum*, cit., pp. 90 e ss..



è visibile al suo sorgere, è anch'esso 33' sotto l'orizzonte, sempre a causa della rifrazione; l'arco tra l'orizzonte e la stella parallela alla latitudine è di 41' e  $\frac{1}{4}$ . Sommando i 62' e i 41' e  $\frac{1}{4}$ , si ottengono 103' e  $\frac{1}{4}$ , che vanno poi aggiunti alla longitudine di Arturo sopra indicata, ottenendo il risultato finale di  $\text{M} 13^{\circ} 7' \text{ e } \frac{1}{4}$ . La longitudine di Arturo al tempo della spedizione degli Argonauti era  $\text{M} 13^{\circ} 24' 52''$  [cioè la posizione ricavata sottraendo i  $36^{\circ} 29'$  alla posizione osservata da Flamsteed, nel 1689, di  $\text{Q} 19^{\circ} 53' 52''$ , ndt], come sopra. La differenza di  $17' 37''$  è così ridotta da essere praticamente impercettibile agli antichi astronomi [...].<sup>84</sup>

I calcoli di Newton, quindi, dimostrerebbero la precedenza di qualche decennio della spedizione degli Argonauti rispetto all'osservazione di Esiodo, entrambe comunque successive alla morte di Salomone (980 a.C.); ma ciò non chiarisce la discrepanza di circa cinquant'anni (17' e 37'' corrispondono a circa vent'anni) tra i risultati riportati in questo manoscritto e i risultati dichiarati nell'opera edita, che coinciderebbero con quanto Newton deduce in altri passi dello stesso Esiodo (cioè che il poeta visse una generazione, cioè circa trentatré anni, dopo la guerra di Troia, quindi due, cioè circa sessantasei anni, dopo la spedizione degli Argonauti).<sup>145</sup> Nonostante la mole considerevole di materiale autografo newtoniano conservatisi, rimane arduo stabilire con sicurezza se altri e diversi calcoli siano stati effettuati tra questo manoscritto e la redazione ultima della *Chronology*, ma nasce spontaneo il sospetto che l'oscurità con la quale Newton espone questi risultati <sup>146</sup> nasconda qualche incertezza. Non appare un caso, in effetti, che questo argomento non sia citato nella lista, redatta informalmente dallo stesso Newton, che sintetizza gli elementi originali del suo sistema cronologico.<sup>147</sup> Anche le osservazioni astronomiche di Ipparco, Talete, Achille Tazio e Columella completano la sequenza di posizioni astrometriche che Newton rintraccia nella mole monumentale di fonti da lui lette e analizzate e che utilizza per datare altrettanti eventi storici.<sup>148</sup>

## Metafore di pietra

Nell'analisi della struttura e della datazione del monumento funebre di Amenofi, descritto da Ecateo e distrutto poi da Cambise,<sup>149</sup> Newton unisce astronomia e "archeologia", seppur mediata da narrazioni tratte da fonti storiche. Pur nella diffidenza nei confronti dei reperti archeologici e, più in generale dell'antiquaria,<sup>150</sup> Newton si occupò a più riprese della struttura architettonica di alcuni monumenti antichi (alcuni dei quali già scomparsi alla sua epoca e ricostruiti tramite fonti indirette), convinto di trovare all'interno di essa proporzioni e configurazioni simboliche in grado di rivelare informazioni nascoste, in modo più o meno consapevole, da poter quindi decifrare.

<sup>144</sup> Gerusalemme, National Library of Israel, Ms 25.1a, f. 1r. Cfr. anche Oxford, New College Library, Keynes Ms 361(3), f. 92r. e J. Flamsteed, *Stellarum Inerrantium Catalogus Britannicus, ad Annum Christi Completum, 1689*, cit., p. 50.

<sup>145</sup> Tramite l'identificazione di Anfidamante, citato da Esiodo, con l'omonimo partecipante alla guerra di Troia e considerando la cosiddetta quinta età, nella quale l'antico autore dichiarava di vivere, successiva a questa guerra. Cfr. Esiodo, *Opere e giorni*, vv. 648-662 e vv. 174-175; Omero, *Iliade*, XXIII, v. 87.

<sup>146</sup> Cfr. F.E. Manuel, *Newton Historian*, cit., p. 65.

<sup>147</sup> Cfr. Oxford, New College Library, Ms. 361(2), f. 154v e 155r.

<sup>148</sup> Per un approfondimento rimando a I. Newton, *Scritti storico-religiosi e filosofico-scientifici*, a cura di D. Arecco e A. Miglietta, in corso di stampa.

<sup>149</sup> Cfr. D. Siculo, *Biblioteca storica*, I, 49 ed Ecateo in *ibidem*, I, 32.

<sup>150</sup> Newton ebbe a dire che gli antiquari non erano altro che "amanti di bambole di pietra". Cfr. J. Conduitt, Cambridge, King's College, Keynes Ms. 130.07, f. 7v.

Durante il regno di Amenofi, gli Egizi determinarono con precisione l'equinozio primaverile e collocarono in tale giorno l'inizio del loro anno: secondo Newton, ciò sarebbe evidente dal fatto che essi collocarono un cerchio di 365 cubiti di circonferenza, coperto sul lato superiore con una placca d'oro, divisa in 365 parti uguali, per rappresentare tutti i giorni dell'anno; ogni parte aveva incisi il giorno dell'anno e le levate e i tramonti eliaci delle stelle riferite al giorno corrispondente. Se ne deduce, quindi, che fu Amenofi, quand'era ancora in vita, a stabilire l'aggiunta di cinque giorni intercalari all'anno lunisolare, fissando il suo inizio proprio nell'equinozio di primavera.<sup>151</sup> Nel tempo, questo tipo di anno s'introdusse in Caldea e costituì il modello per l'anno di Nabonassar: per tale anno e per quello degli egizi, l'inizio fu fissato nello stesso giorno, chiamato Thoth, che nel principio del regno del sovrano babilonese (747 a.C.) cadeva il 26 febbraio, cioè trentatré giorni e cinque ore prima dell'equinozio primaverile (il 29 marzo dell'antico calendario romano).<sup>152</sup> Seguendo l'equazione del moto solare, il Thot dell'anno si muove in modo retrogrado di trentatré giorni e cinque ore in centotrentasette anni,<sup>153</sup> quindi coincise con l'equinozio primaverile centotrentasette anni prima che l'era di Nabonassar iniziasse, cioè nell'884 a.C.. Ecco così restituita, nella ricostruzione non proprio rigorosa e aderente al celebre suo motto, *hypoteses non fingo*, la data di edificazione del sepolcro di Amenofi e, quindi, della sua morte. La certezza con cui Newton propone i suoi risultati si può constatare da una sua stessa dichiarazione, presente nell'introduzione alla *Chronology*: egli scrive, infatti, di aver potuto sbagliare al massimo "di cinque o dieci anni, talvolta anche di venti, ma non di più".<sup>154</sup> egli, quindi, accredita al proprio lavoro un grado di verità comparabile a quello da egli stesso raggiunto nell'ambito della filosofia naturale (che, diversamente da quello cronologico, gli assicurò, giustamente, l'immortalità).

Le incursioni newtoniane nell'ambito della ricostruzione teorica di edifici antichi, talvolta già scomparsi, come si è già accennato, sono dovute alla convinzione che le loro strutture architettoniche fossero portatrici di un messaggio occulto fortemente simbolico. È il caso degli antichi edifici sacri denominati, al tempo di Newton, pritanei: essi avrebbero rimandato all'antica idea eliocentrica della struttura dell'universo (a cui aderì, com'è noto, Aristarco di Samo che riprese il sistema del fuoco centrale di Pitagora il quale a sua volta, secondo Newton, avrebbe ricevuto frammenti della *prisca sapientia* dallo stesso Mosè), prima che fosse corrotta dal geocentrismo aristotelico-tolemaico; l'architettura di tali edifici, infatti, prevedeva un fuoco centrale intorno al quale vi era uno spazio sacro circolare in cui si riunivano i membri del consiglio degli anziani (in realtà era il *tholos* ad avere struttura circolare, non il pritaneo come si riteneva a quei tempi)<sup>155</sup>: questa disposizione avrebbe dovuto richiamare la disposizione dei pianeti intorno al Sole (vedi figura 3).<sup>156</sup>

In un manoscritto databile intorno ai primi anni novanta del Seicento, Newton accenna ai ruderi del sito di Stonehenge, riferendosi alla comune struttura, quella dei pritanei, che avrebbero avuto i primi edifici religiosi e politici nell'antichità, in ogni parte del mondo:

<sup>151</sup> Cfr. Strabone, *Geografia*, XII, 1; D. Siculo, *Biblioteca storica*, I, 50 e J. Marsham, *Canon chronicus aegyptiacus, hebraicus, graecus*, cit., p. 235.

<sup>152</sup> Secondo le fonti prevalenti, il giorno di Thot era fissato al sorgere eliaco di Sirio che all'epoca della sua inaugurazione coincideva approssimativamente con l'equinozio di primavera. Newton dice di considerare, per l'individuazione del giorno Thot, l'anno egizio di trecentosessantacinque giorni e non il ciclo canicolare. Cfr. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, cit., XXXIII, 399, p. 320; Censorino, *Sul giorno natale*, 12; D. Petau, *Opus de doctrina temporum*, cit., pp. 649 e ss. e J. Marsham, *Canon chronicus aegyptiacus, hebraicus, graecus*, cit., p. 295.

<sup>153</sup> Cfr. G.G. Scaligero, *De emendatione temporum*, Geneva, 1629, pp. 391 e ss..

<sup>154</sup> Cfr. I. Newton, *Chronology of Ancient Kingdoms Amended*, cit., p. 8.

<sup>155</sup> Cfr. S.G. Miller, *The Pritaneion. Its Function and Architectural Form*, London, 1978, pp. 25-26.

<sup>156</sup> Cfr. B.J. Teeter Dobbs, *Isaac Newton scienziato e alchimista. Il doppio volto del genio*, trad. it. Roma, 2002, pp. 120-132; Gerusalemme, Jewish National and University Library, Yahuda Ms. Var. 1; Gerusalemme, Jewish National and University Library, Yahuda Ms. 41, f. 6.



“In Inghilterra, vicino a Salisbury, vi è un rudere chiamato Stonehenge che sembra essere un antico pritaneo. Si tratta, infatti, di un’area circolare con due file di enormi pietre con passaggi su tutti i lati per consentire alle persone di entrarvi e uscirvi. Si dice che vi sono alcuni ruderi della stessa forma e struttura in Danimarca. È da ritenersi che i templi di Vesta di tutte le nazioni, come quelle dei Medi e dei Persiani, erano al principio nulla più che aree circolari aperte con un fuoco in mezzo, finché agglomerati e città unite sotto un consiglio comune ne costruirono altri sontuosamente. In Irlanda uno di questi fuochi si conservò fino ad anni recenti dai monaci di Kildare sotto il nome di fuoco di Santa Brigida e il cenobio era chiamato “la casa del fuoco”. Lo stesso culto era in uso anche tra i Tartari, come Guglielmo di Rubruck e Giovanni Plancarpinio ci informano. E gli Indiani ancora mantengono questo fuoco sacro e lo chiamano Homan. Benjamin Tudensis ha trovato lo stesso culto del fuoco in alcune isole delle Indie Orientali che egli chiama Chenerag. Viaggiatori riportano la stessa cosa per la Cina. Bardasane, un Siro che visse durante il dominio dell’imperatore Marco Antonino, scrive che “tra i Seri (o abitanti della Cina) il culto delle immagini era proibito da una legge e in tutta quella grande regione non vi era un tempio da vedere”. Da ciò io credo di dedurre che i Cinesi ancora a quei tempi avevano soltanto pritanei aperti senza edifici, come erano in uso tra i Medi o i Persiani.”<sup>157</sup>

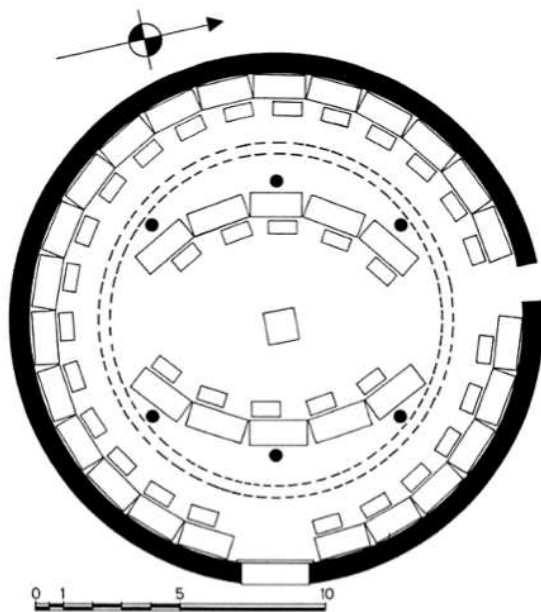


Figura 3. Tholos di Delo (S.G. Miller, 1978).

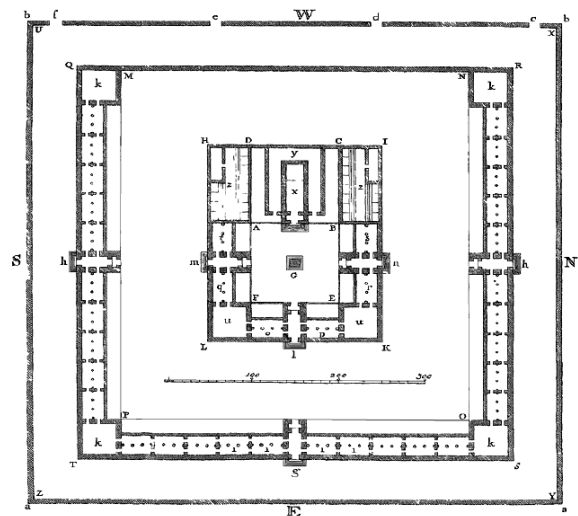


Figura 4. Tempio di Gerusalemme (Newton, 1728)

Qui è chiara l’influenza del neoplatonico di Cambridge, maestro di Newton, Henry More; la stessa influenza ravvisabile nell’intero capitolo dedicato al tempio di Gerusalemme, inserito nella *Chronology*. More definisce, infatti, il metodo che prevede l’interpretazione delle strutture architettoniche degli antichi edifici sacri, in particolare del tempio di Gerusalemme, come metafore mistiche e simboli esse stesse, come la ricerca di “[...] uno schema profetico assai frequente, specialmente nell’Apocalisse, che parla di affari della chiesa cristiana attraverso

<sup>157</sup> Yahuda Ms. 41, National Library of Israel, Jerusalem, Israel, f. 2v.

l'indicazione di nomi e con allusioni a quei luoghi, persone, cose riguardanti l'antichità degli Israeliti e del popolo degli Ebrei che assumono un significato mistico e spirituale"<sup>158</sup>. Lo stesso More cita San Paolo, secondo il quale per gli Ebrei "le immagini hanno qualche potenza in se stesse" (1Cor, X, 19). Con questi presupposti, Newton tenta quindi di riprodurre, anche graficamente, la pianta del tempio di Gerusalemme, secondo la descrizione che ne fa Ezechiele (Ez, XL), utilizzando come base di lavoro la versione della Bibbia di re Giacomo e comparandola con le altre versioni, compreso il testo masoretico (vedi figura 4). L'idea della centralità del rito e del culto ebraici per la miglior comprensione della Rivelazione e della letteratura sapienziale, comportò per Newton la necessità di un'approfondita conoscenza della religione ebraica, attuabile in maniera proficua solo tramite la padronanza del linguaggio originale della Bibbia, raggiunta probabilmente già a metà degli anni settanta del XVII secolo.

## Natura e storia

Ancora una volta Newton dimostra una straordinaria erudizione e un impegno puntuale nell'analisi e nelle interpretazioni delle più svariate fonti, per la verità in molti casi trattate e piegate ai propri scopi (frequente l'omissione, da considerarsi senz'altro volontaria, di quelle fonti che non concordano con i risultati che egli vuole infine ottenere). Non vi è dubbio che l'opera storico-cronologica newtoniana non parta da osservazioni particolari per giungere a una teoria generale, né si deve esitare nel definirla contraria alla petizione di principio dell'*hypotheses non fingo*, visto che d'ipotesi, nella *Chronology*, ce ne sono in abbondanza. Egli parte dall'assioma della precedenza cronologica del popolo ebraico e della brevità della storia delle civiltà pagane e, soltanto dopo, ne ricerca le conferme nelle fonti, qualificando come inattendibili, con vari espedienti non sempre ingiustificati, quelle che quell'assioma non confermano.<sup>159</sup>

Se anche tramite le altre opere edite del genio inglese, la fallacità (*rectius*, l'inesistenza) del suo metodo induttivo e, persino, di parte delle sue teorie scientifiche, sarà dimostrata nel corso del Novecento (epistemologicamente da Popper, scientificamente da Einstein)<sup>160</sup>, la validità metodologica dell'opera cronologica di Newton risultò criticabile già al tempo della sua pubblicazione. La ricorrenza di espedienti tesi a semplificare, con plurime identificazioni di eventi e, soprattutto, di personaggi storici, che si riscontra facilmente nell'opera storico-cronologica newtoniana, è invece certamente derivata dai principi generali delle *regulae philosophandi*, gli stessi applicati sia negli studi profetici, sia, com'è noto, in quelli fisico-matematici. Tra questi, in particolare, il principio di derivazione ockhamiana secondo il quale "non bisogna supporre che Dio faccia più di quanto occorra"<sup>161</sup>, applicato alla spiegazione scientifica, viene da Newton adottato senza remore per il passato umano. Alla semplicità della natura non sembra contrapporsi la complessità della storia, almeno secondo gli schemi della scienza newtoniana: natura, profezie e storia sarebbero, in ultima analisi, diverse modalità di manifestazione di Dio e della sua volontà; sarebbero, dunque, tutte teofanie. Ma se le prime due

<sup>158</sup> H. More, *Theological Works*, London, 1708, p. 530.

<sup>159</sup> Alcuni critici aggiunsero che anche i risultati ottenuti tramite l'utilizzo della precessione equinoziale fossero stati forzati per ottenere il risultato che serviva a livello teorico. È il caso, visto *supra*, della definizione del punto mediano di una costellazione, che per Newton sarebbe da individuare tra le due stelle estreme dell'asterismo principale, ma che per i suoi detrattori non poteva che essere a 15° di distanza dalla prima stella, volendo con ciò dimostrare la forzatura di Newton per "far quadrare i conti".

<sup>160</sup> Che assolutamente non intacca, come è ovvio, l'importanza assoluta del suo apporto sia all'epistemologia, sia alla fisica.

<sup>161</sup> I. Newton, Trinity College Notebook, *On Creation*.

si presentano senza una mediazione umana rilevante, l'ultima è la ricostruzione di narrazioni e testimonianze umane, con tutte le sue contraddizioni, imprecisioni e falsità: non è il *logos* divino che Newton studia in questo caso, ma il racconto umano che lo filtra; egli non se ne avvede. Le vere teofanie, quindi, indipendenti dal soggetto che le conosce, si prestano all'analisi tramite gli strumenti della scienza baconiana meglio di quanto possano fare storia o cronologia (la seconda ibridata con le scienze naturali, tra cui soprattutto l'astronomia, ma pur sempre basata principalmente su testimonianze umane) che necessariamente fanno i conti con la vaghezza delle valutazioni umane e dell'immaginazione.<sup>162</sup> “La forma del mito e della storia”, infatti, “è il racconto (il primo racconta il meravigliarsi dell'uomo e la seconda la sua testimonianza empirica), mentre la forma della scienza è il *logos*, la spiegazione secondo verità”.<sup>163</sup>

Se la storia non è favola,<sup>164</sup> non è nemmeno scienza, ma può condividere con essa il metodo scientifico costituito dal sistema teorico retto dallo schema problemi-teoria-critiche novecentesco, diversamente da quello newtoniano, irrigidito solo apparentemente dal principio induttivista (che non applica veramente) e intralciato da una troppo convinta adesione all'universalità delle sue *regulae philosophandi*. Oggi si ritiene che non ci sia “differenza essenziale tra i problemi che affronta lo scienziato nel ricostruire il passato astronomico, geologico o biologico, e i problemi che affronta lo storico nel ricostruire il passato degli uomini. In entrambi i casi l'esperto ricostruisce il passato con l'aiuto di testimonianze”<sup>165</sup>, ma ciò è possibile sostenere solo in base all'attuale concetto di metodo scientifico.

Non si può, per concludere, non ricordare che, nonostante le criticità appena menzionate, il sistema cronologico newtoniano riscosse anche un discreto interesse e un significativo séguito. Si pensi alle esaltazioni entusiastiche di Voltaire<sup>166</sup> e del giovane Gibbon<sup>167</sup> (che, a dire il vero, seguirono poi percorsi ben diversi da quelli calcati dall'erudizione secentesca): l'autorevolezza acquisita negli anni da Newton, il fascino che suscitò negli storici la sua descrizione dell'universo, in grado di *descrivere il passato e prevedere il futuro*<sup>168</sup> dei movimenti planetari, fecero da cassa di risonanza alla sua opera storica e stimolò molti a confrontarsi con essa. Al di là del prezioso contributo agli studi biografici e metodologici specifici del Newton uomo e filosofo naturale, il suo tentativo di datazione degli eventi storici antichi ha diritto di essere ricordato come l'ulteriore conferma di come la strada della storia della scienza sia lastricata da errori geniali e conseguenti confutazioni. E nessuno s'illuda (Newton ne era convinto) che quella strada porti sempre e comunque *in avanti*: qualche volta la soluzione si trova alle nostre spalle, nascosta in quello che noi chiamiamo passato.

---

<sup>162</sup> Cfr. M. Sartori, *Voltaire, Newton, Fréret: la cronologia e la storia delle antiche nazioni*, cit., p. 155.

<sup>163</sup> P. A. Rossi, *Metamorfosi dell'idea di natura*, Genova, 1999, p. 122.

<sup>164</sup> Sulla storia come scienza si rimanda a E. Di Nuoscio, *Tucidide come Einstein? La spiegazione scientifica in storiografia*, Soveria Mannelli, 2004.

<sup>165</sup> G. Salvemini, *Storia e scienza*, Firenze, 1939, pp. 2-3.

<sup>166</sup> Cfr. Voltaire, *Lettres écrites de Londres sur les Anglois*, XVII, Basle, 1734.

<sup>167</sup> Cfr. E. Gibbon, *Remarques critiques sur le nouveau système de chronologie du chevalier Newton*, in *The Miscellaneous Works of Edward Gibbon*, London, 1814, vol. 3, p. 152.

<sup>168</sup> La grande illusione degli storicisti e l'utopia (o distopia?) della *psychohistory* asimoviana.

## Bibliografia selezionata

ARECCO, DAVIDE

*I Fatti e le Idee. Scienza, religione e società nell'Inghilterra moderna*, Genova 2007.

BUCHWALD, JED Z. E FEINGOLD, MORDECHAI

*Newton and the Origin of Civilization*, Princeton, 2012.

DOBBS, BETTY JO TEETER

*The Janus Faces of Genius: The Role of Alchemy in Newton's Thought*, Cambridge, 1991.

MANUEL, FRANCK E.

*Newton Historian*, New York, 1968.

MAMIANI, MAURIZIO

*Introduzione a Newton*, Roma – Bari, 1990.

MIGLIETTA, ALESSIO

*Teoria della materia e cosmologia in Isaac Newton: tra eredità stoica e nuova scienza*, Genova, 2011.

*I segni del tempo. Le stelle nel mondo rurale e nell'immaginazione popolare*, in «Anthropos & Iatria», 1, 2013, pp. 70-82.

*Da Zenone a Newton*, in [www.airesis.net](http://www.airesis.net).

NEWTON, ISAAC

*The Original of Monarchies*, Cambridge, King's College, Keynes Ms.146 (1702).

*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, London, 1726.

*Chronology of Ancient Kingdoms Amended*, London, 1728.

*Trattato sull'Apocalisse*, a cura di M. Mamiani, Torino, 1994.

*Scritti storico-religiosi e filosofico-scientifici*, a cura di D. Arecco e A. Miglietta, in corso di stampa.

ROSSI, PAOLO

*Metamorfosi dell'idea di natura*, Genova, 1999.

ROSSI, PAOLO ALDO

*I segni del tempo. Storia della Terra e storia delle nazioni da Hooke a Vico*, Milano, 1979.

SARTORI, MARCO

*Voltaire, Newton, Fréret: la cronologia e la storia delle antiche nazioni* in «Studi settecenteschi», Vol. 7-8, 1985-1986.

## Sitografia

NEWTON PROJECT: <http://www.newtonproject.sussex.ac.uk/prism.php?id>



# *Il “Bastone equinoziale”*

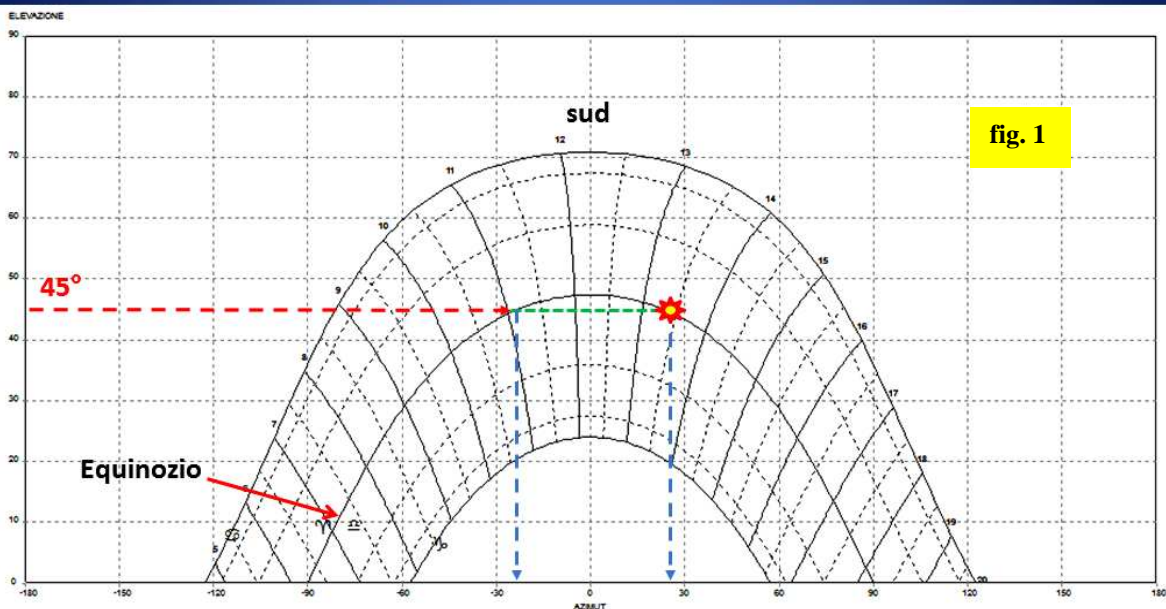
***Luigi Torlai***

(Associazione Tages, Società Italiana di Archeoastronomia)

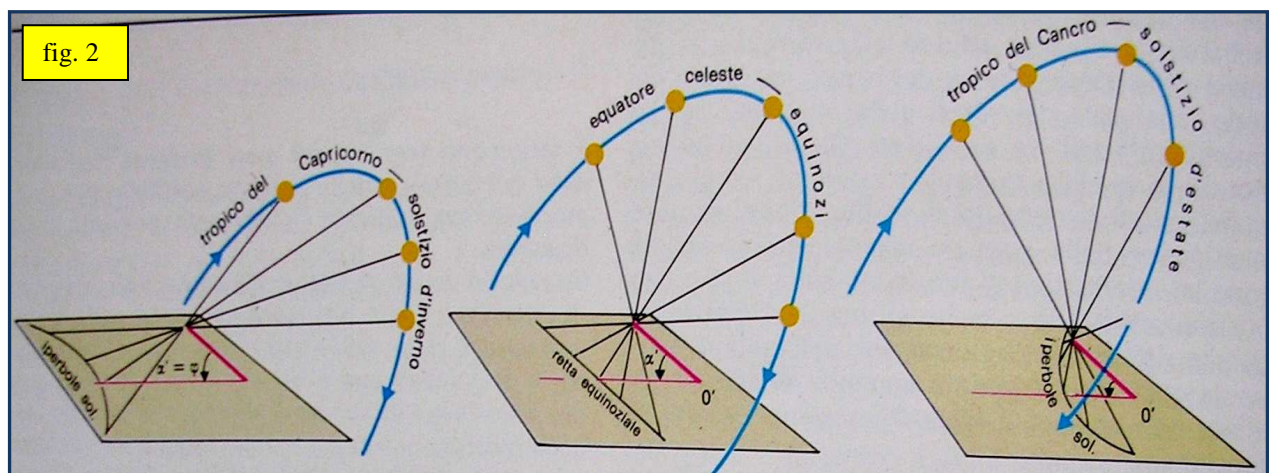


Secondo alcune ricerche condotte da **A. Ottavi** e **F. Radureau** (con la partecipazione di **E. Calzolari**), è possibile rilevare, dall'allineamento dell'asse di un sito mediante l'ombra generata da un bastone verticale, se la sua edificazione sia stata realizzata durante l'**Equinozio**. In questa data, quando la lunghezza dell'ombra del bastone risulta pari alla sua altezza (con il Sole alto  $45^\circ$  sull'orizzonte), la **direzione** dell'ombra del bastone individua sul terreno un orientamento **univoco**, non riproducibile in altre date dell'anno. Ciò significa che determinando strumentalmente l'Azimut dell'asse di un sito di coordinate note, si può ipotizzare se la sua edificazione sia stata concepita con riferimento all'Equinozio (fig. 1).

**Poggio Rota** – Il diagramma mostra l'elevazione del Sole e il relativo azimut in base al periodo stagionale. Agli Equinozi, ad un'altezza del Sole di  $45^\circ$  (mattino e pomeriggio) corrispondono degli azimut **univoci**, non ottenibili in altre date dell'anno ( $157^\circ$  e  $203^\circ$  circa).



In qualsiasi periodo dell'anno l'estremità dell'ombra di un'asta, verticale o inclinata, descrive sul terreno delle linee curve, tranne agli Equinozi, quando diventa una retta (fig. 2). Questo fenomeno era già noto ai nostri lontani antenati, quindi è possibile che fosse utilizzato per quantificare il periodo degli Equinozi.





Il grande astronomo greco Ipparco (II sec. a.C.) descrisse e materializzò il suddetto fenomeno tramite un modellino costituito da un cerchio metallico, opportunamente inclinato in base alla latitudine del luogo, poggiato su due sostegni verticali. Come si vede dalle figg. 3, 4 e 5, solo agli Equinozi l'ombra del cerchio riproduce una retta, mentre negli altri periodi stagionali si ottengono delle ellissi più o meno schiacciate.



Figura 6. Firenze. Sulla facciata di Santa Maria Novella si può osservare il movimento dell'ombra del cerchio di Ipparco alle varie stagioni..

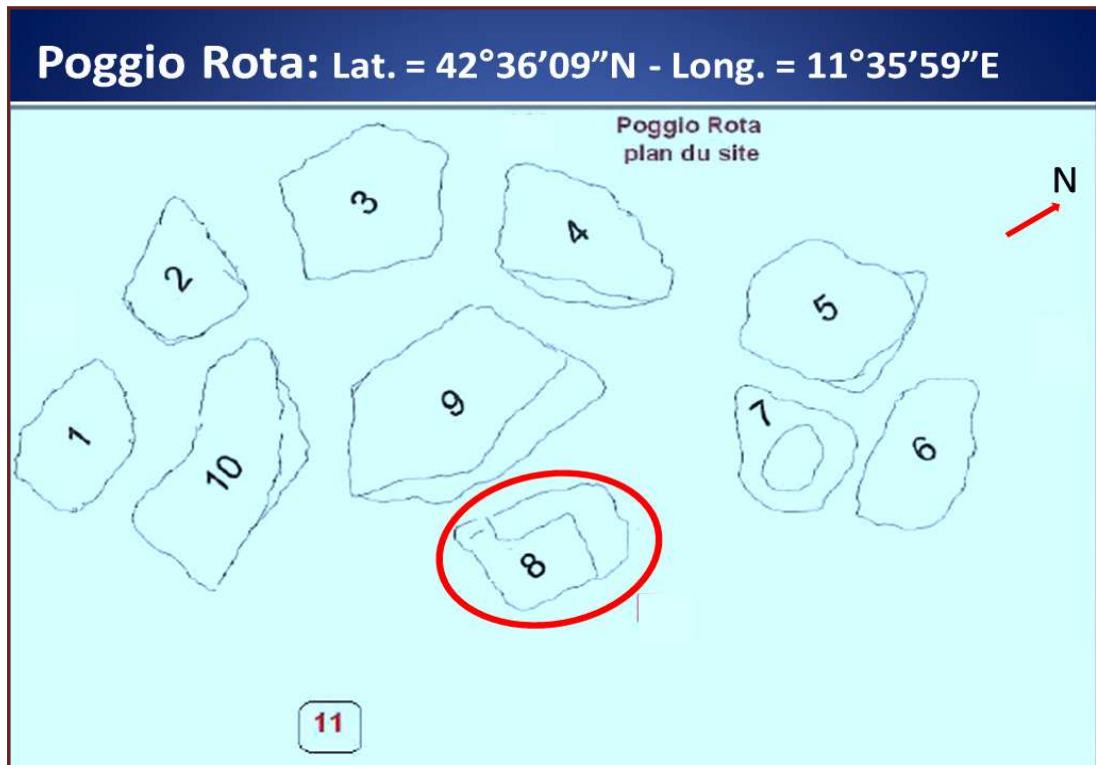


Figura 7. Mappa d'insieme del sito di Poggio Rota con l'evidenza della Pietra 8 (P. 8), oggetto della presente ricerca.

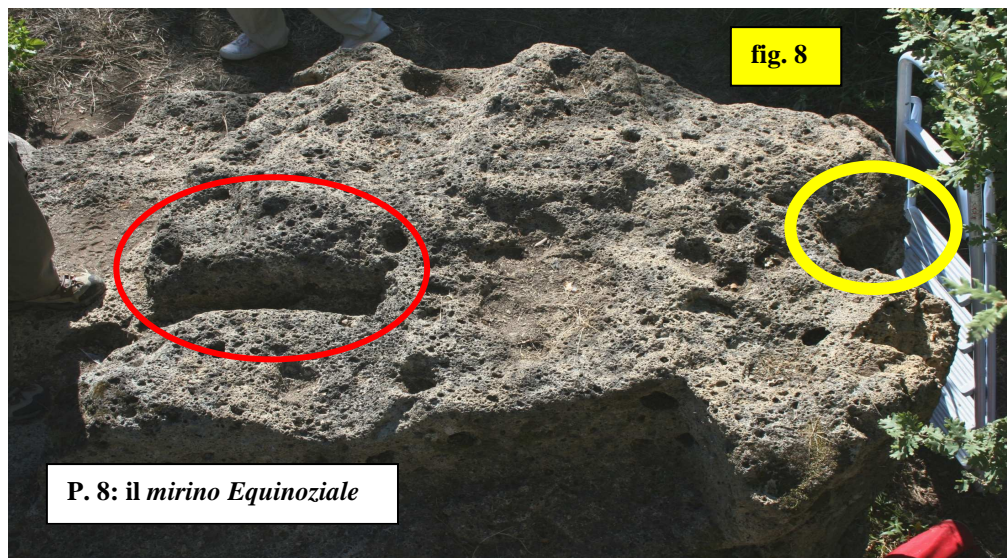
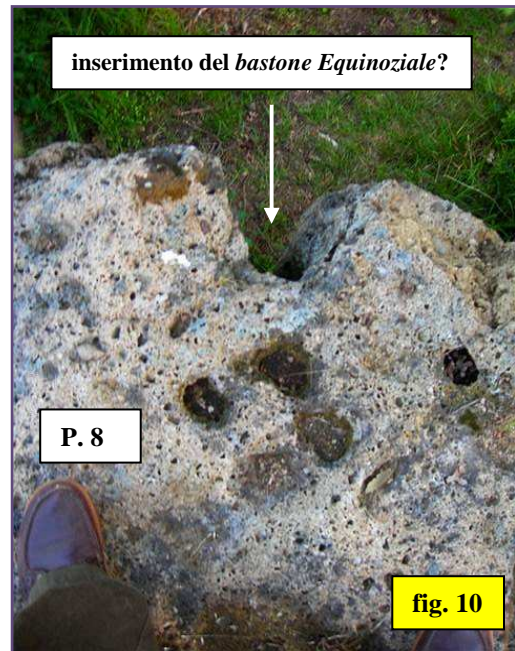
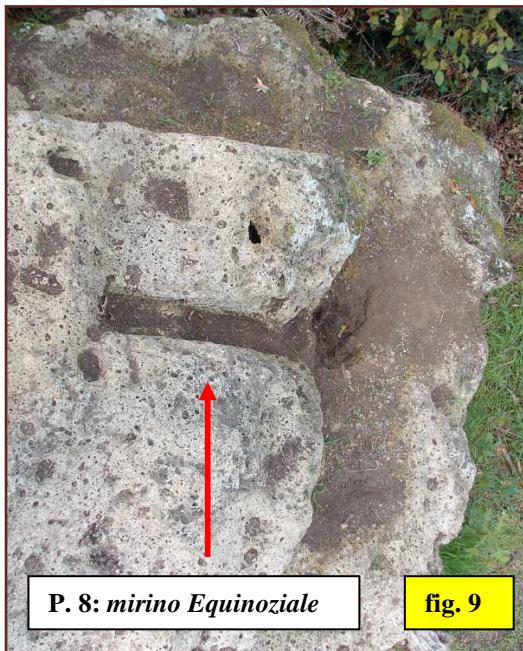


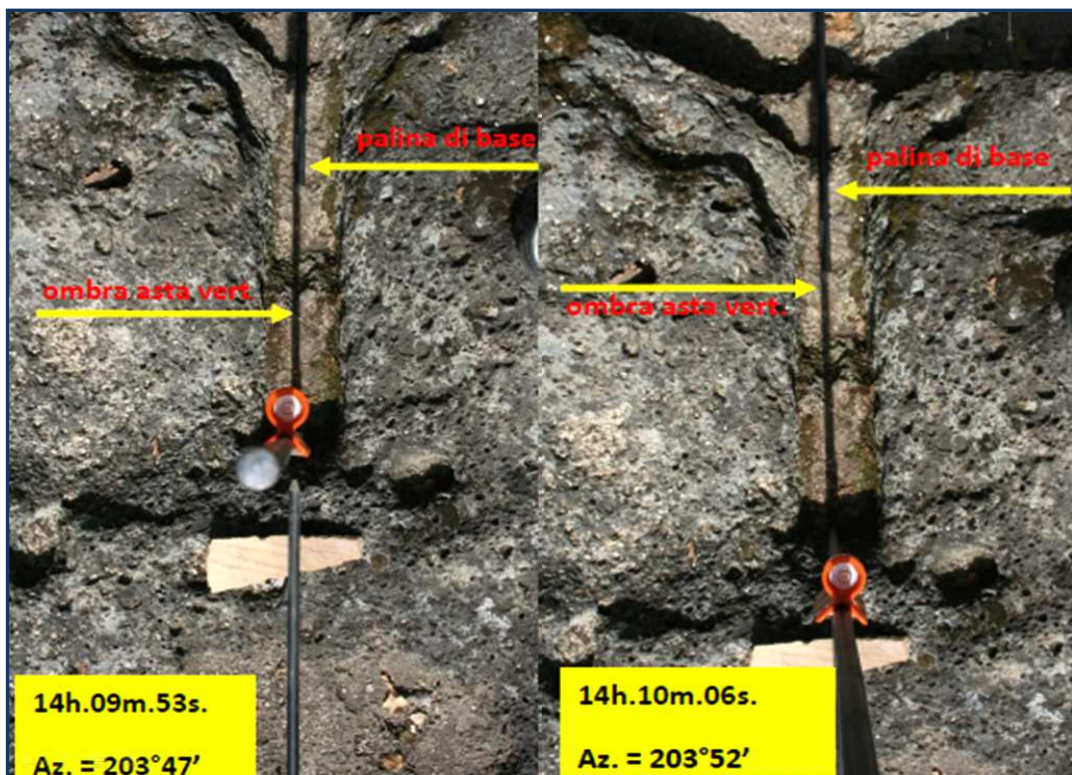
Figure 8, 9, 10. In fig. 8, la mappa d'insieme del sito di Poggio Rota con l'evidenza della Pietra 8 (P. 8), oggetto della presente ricerca. In evidenza particolare del canale artificiale inciso sulla Pietra 8 (figg. 8 e 9). Si ipotizza che questa scanalatura potrebbe essere stata utilizzata dai nostri antenati per allineare il transito del Sole, durante il pomeriggio dell'Equinozio, con l'ombra di un bastone verticale inserito nella fenditura del masso (fig. 10). Attualmente la fenditura risulta un po' disassata rispetto alla direzione dell'asse del canale, forse a causa di sopraggiunti problemi di stabilità, nel corso dei millenni, del masso stesso.





## 2 Settembre 2011: rilevamento dell'asse del canale della Pietra 8 (*mirino Equinoziale*)

Dopo aver posizionato un'asta metallica orizzontale (palina di base) lungo l'asse del canale, abbiamo atteso che l'ombra dell'asta verticale (con annessa bolla) vi si sovrapponesse. In fig. 11 si può notare come questa collimazione non sia ancora avvenuta, mentre in fig. 12 essa risulta sufficientemente corretta. Dopo aver registrato accuratamente l'istante temporale di questa sovrapposizione (14h.10m.06sec.), ho verificato, con il software astronomico *CyberSky*, l'angolo del Sole sull'orizzonte (Azimut) di Poggio Rota di quel preciso momento. Il valore riscontrato di circa  $203^{\circ}52'$  (fig.13) è in linea con quello che il medesimo software fornisce per l'Equinozio del 2.500 a.C., periodo stimato di edificazione di Poggio Rota ( $203^{\circ}54'$  - fig. 14).





Name: Poggio Rota: 02/09/2011 14h 10m 06s Sun

Equatorial coordinates: RA: 10h 44m 59.20s, Dec: +07° 55' 57.7"

Horizontal coordinates: **Azi: 203° 51' 49.0", Alt: +53° 09' 08.8"**

Ecliptic coordinates: Lon: 159° 41' 39.2", Lat: -00° 00' 00.4"

Constellation: Leo

Hour angle: 00h 56m 42.99s

Magnitude: -26.72

Angular diameter: 31.7'

Distance from the Earth: 1.0091 AU

Sun-Earth light time: 8m 24s

Rise: 06:42

Transit: 13:13

Set: 19:44

CyberSky™ 5.0.3 Astronomy Software for Windows Full Version

fig. 13

Sun Properties

Name: Sun

Equatorial coordinates: RA: 11h 58m 40.66s, Dec: +00° 08' 46.3"

Horizontal coordinates: **Azi: 203° 54' 27.0", Alt: +45° 00' 00.0"**

Ecliptic coordinates: Lon: 179° 38' 41.4", Lat: +00° 00' 03.5"

Constellation: Scorpius

fig. 14

Il software CyberSky fornisce le coordinate orizzontali (altezza e azimut) di Poggio Rota per l'Equinozio di Primavera del 2500 a.C.: ad una altezza del Sole di 45° corrisponde un azimut di 203°54' circa (fig. 14).

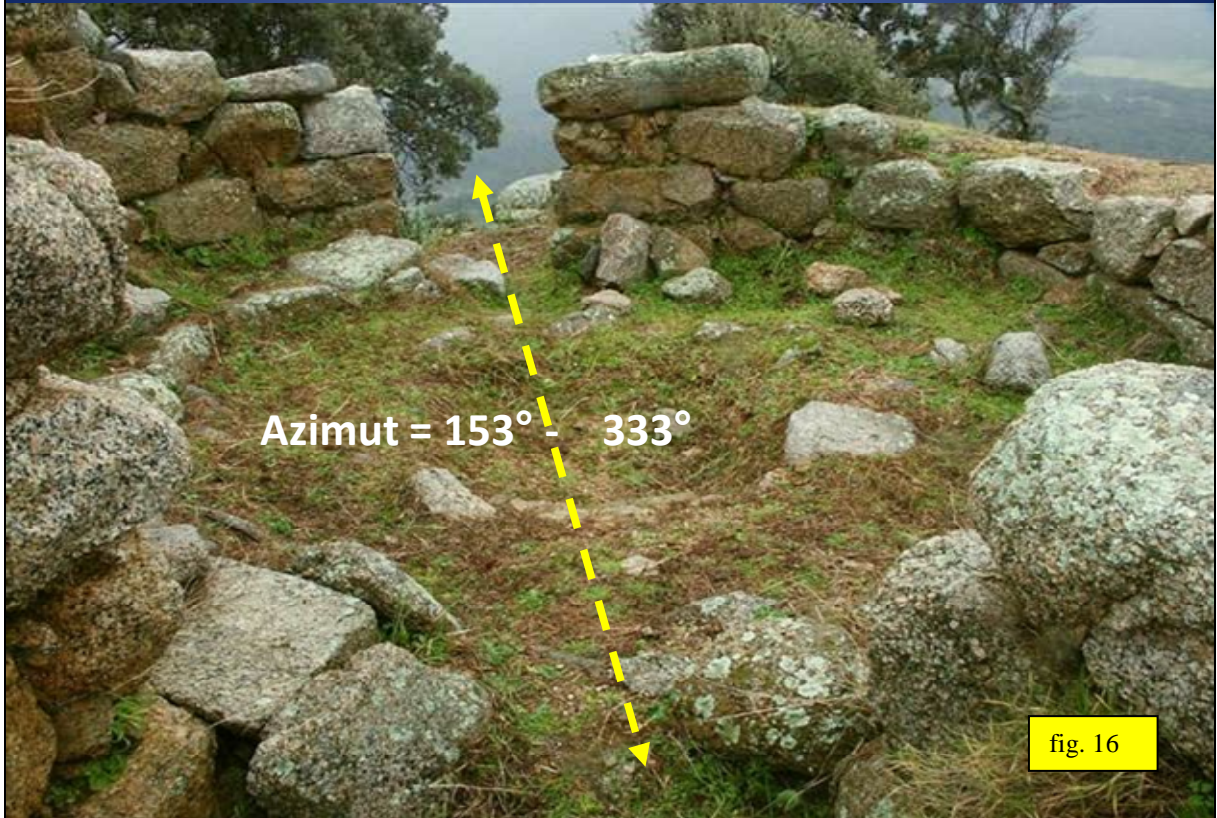
calcolo per azimut equinoziale [modalità co

	A	B	C	D	E	F	G	H
5	Poggio Rota	02/09/2011						
6		gradi	primi	secondi		valori espressi in radianti	seno	coseno
7	DECLINAZIONE	7	55	58		0,138453091	0,13801117	
8	ALTEZZA	53	9	9		0,927686131	0,80023449	0,59968722
9	LATITUDINE	42	36	9		0,743553895	0,67690809	0,73606755
12					-0,9145097	-0,914509731		
13					Azimut espresso in radianti	2,72509	2,725090738	
14					Azimut espresso in gradi decimali	156,136198	156,1361981	
16					Azimut espresso in	gradi	primi	secondi
17					156	8	10	
19					Risultato finale	gradi	primi	secondi
20					203,863802	203	51	49
25	<b>Cos Az. = sen decl. - (sen lat.*sen alt.)/cos lat.*cos alt.</b>							

fig. 15

In fig. 15 riporto l'esito del calcolo dell'azimut, utilizzando anche il programma di Excel, mediante la nota formula inserita a margine. In fig. 16 allego la verifica dell'azimut dell'asse del sito di *Castellu Puzzone* (Corsica), effettuata da A. Ottavi e F. Radureau, a conferma della ipotesi sostenuta nella presente ricerca. Il diagramma di fig. 17 ne attesta il corretto responso.

20/03/2005: Corsica - *Castellu Puzzone* - Lat. = 41°39' - Long. = 8°59'



## Castellu Puzzone

Durante gli Equinozi, quando il Sole è alto 45°, mattino o pomeriggio, il suo Azimut è rispettivamente = 153° e 207°.

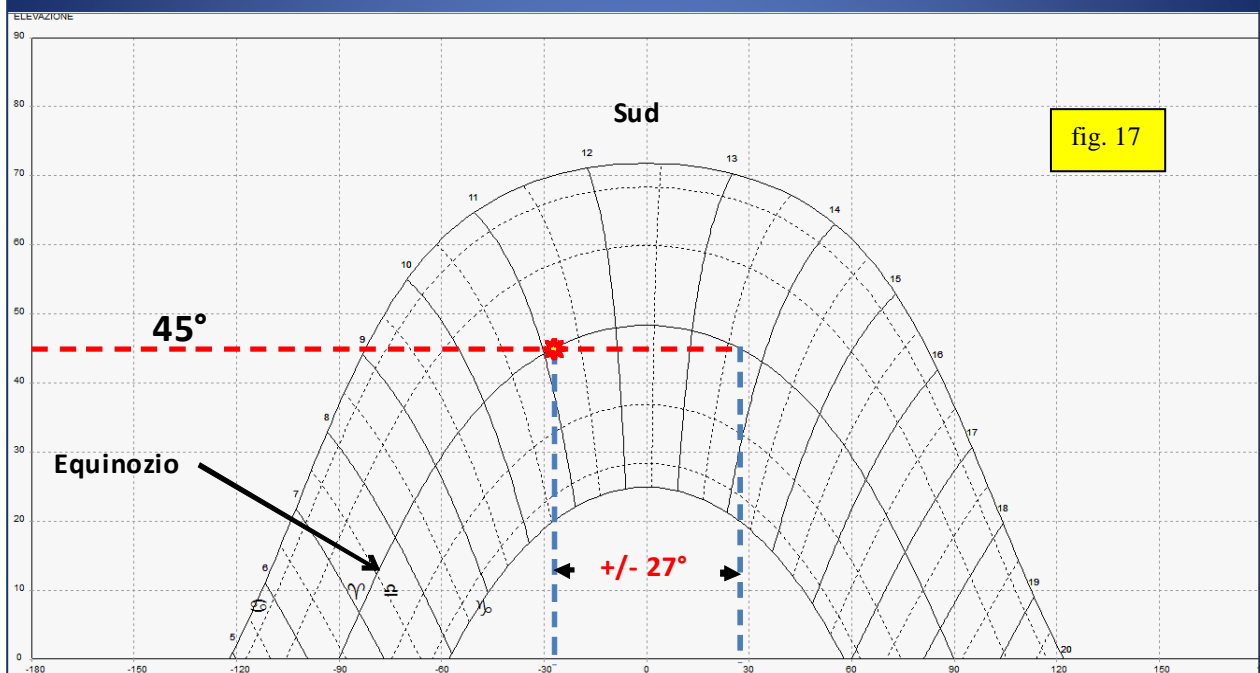






Figura 18. Tramonto del Sole osservato da Poggio Rota in alcuni particolari periodi dell'anno.

# Tracce di un antico osservatorio dei Liguri Apuani in Garfagnana

*Mauro Peppino Zedda*

(non pervenuto)

# Il Sole dell'Avvenire e l'utopia rivoluzionaria di Aristonico (II sec. a.C.)

*Ettore Bianchi*

[Contributo al XV Seminario della Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (Genova-Sestri Ponente, 13-14/04/ 2013)].

Gentili colleghi, la mia odierna lettura verte sopra un tema di astronomia culturale e, precisamente, su un caso esemplare di rapporto tra movimenti sociali e credenze astrologiche nel mondo antico. Permettetemi, dunque, di riportare le vostre menti indietro nel tempo, a oltre 2100 anni fa.

La seconda metà del II secolo a.C., dal 136 al 101, vide una serie di grandi e terrificanti rivolte di schiavi, nella provincia romana di Sicilia e in altre zone del bacino mediterraneo. Tali sollevazioni, seppure in ultimo sconfitte, tolsero molta arroganza e confidenza di sé alla ristretta cerchia privilegiata di Roma, la cosiddetta *nobilitas* di ascendenza patrizio-plebea, obbligandola a trattare su nuove basi gli aiuti militari forniti dalle città alleate, cioè dalle restanti popolazioni italiche. Le conseguenti difficoltà nel raggiungere un equilibrio politico stabile, soddisfacente per tutte le parti in causa, precipitarono la Repubblica romana nel turbine delle guerre civili del I secolo; ma questa è tutta un'altra storia. Una delle crisi più gravi fu quella che sconquassò, per più di quattro anni, dal 133 al 129 a.C., il regno di Pergamo, ubicato nella porzione occidentale dell'odierna Turchia.



Attalo III, l'ultimo ed eccentrico esponente di una casata famosa per il suo opportunismo, morì nell'avanzata primavera del 133 a.C., lasciando l'intero suo Stato in eredità al popolo romano. Sconcertante a prima vista, il testamento in effetti rispondeva alle preoccupazioni della nobiltà di corte, concessionaria di immense tenute agricole, e della opulenta borghesia mercantile, concentrata nei grandi porti affacciati sull'Egeo: le due classi dominanti, terrorizzate dal crescente malcontento dei loro subalterni, invocavano un pugno di ferro, fosse pure straniero, per mantenere l'ordine pubblico nel paese. La risposta dal basso fu immediata e si manifestò con l'acclamazione di un principe giustiziere, individuato nella persona di tale Aristonico, ritenuto, a torto o a ragione, figlio illegittimo di Euméne II, il padre di Attalo, e quindi fratellastro del sovrano appena defunto. Il pretendente, sospinto dalla passione popolare, rivendicò immediatamente i propri diritti al trono di famiglia, denunciando il vergognoso tradimento dei magnati pergameni in favore di Roma. I suoi primi e principali sostenitori furono quelli che le fonti antiche definiscono, in maniera efficace ma un po' sbrigativa, i "poveri" e gli "schiavi": costoro si aspettavano da Aristonico non solo pane e libertà, ma anche esemplari vendette e massicce espropriazioni a danno della minoranza privilegiata.

Così acuitizzata dai contrasti sociali, la vertenza dinastica poté risolversi solo con l'uso delle armi. A ostilità iniziate, nell'estate del 133, le roccaforti rivoluzionarie furono Stratonicea sul Kaikos, Apollonide e Tiatira, all'interno della Lidia, oltre a centri portuali come Focea e Leuce; invece, bastioni della conservazione si rivelarono Pergamo stessa e altre metropoli costiere, come Efeso. Dopo alterne vicende, nel 129, i partigiani di Aristonico furono vinti e dispersi dal console romano Marco Perperna, il quale, appena tre anni prima, aveva già represso la sollevazione degli schiavi siciliani guidata da Euno (136-132). In realtà gli strascichi sanguinosi del movimento di Aristonico durarono ben oltre la cattura e la morte di lui, toccando perfino regioni in cui egli non aveva direttamente operato, come la Frigia centrale o la Caria meridionale. È un fatto che il trionfo definitivo per il *Bellum Asiaticum* fu celebrato a Roma non prima del 126 a.C.

Per quello che ci riguarda in questa sede, è assai degna di nota un'informativa di Strabone [*Geografia*, XIV, 1, 38], secondo la quale, al culmine dell'insurrezione, Aristonico si appellò ai propri miserabili seguaci col termine vezzeggiativo e/o esortativo di *Heliopolitae*, ossia "Cittadini del Sole"; con ciò dando a intendere che, nella comunità dell'avvenire, chiamata per l'appunto *Heliopolis*, cioè istituita e benedetta dal Sole divino, non ci sarebbero stati più sazi o indigenti, liberi o servi, amici o avversari, ma soltanto fratelli, solleciti l'uno per l'altro. Ovviamente, i nemici di Aristonico non avranno condiviso questa radiosa prospettiva e avranno parlato, con paura e disprezzo, di una orribile "Città degli Schiavi", in Greco *Doulwpolis*.

Controversa è l'origine del nome, assegnato da Aristonico alla sua città futura. Secondo T. Mommsen, K. Bucher, M. I. Rostovtzev, F. Altheim, D. R. Dudley, F. Boemer, T. W. Africa, J. C. Dumont, F. Carrata-Thomes, C. Mossé, W. Z. Rubinsohn, K. H. Kim e altri – tutti interpreti tesi a descrivere l'agitazione di Aristonico come una deriva nazionalistica o un'esplosione di barbarie asiatica – gli insorti avrebbero inteso richiamare un culto solare non ellenico, facente parte del patrimonio ideologico delle popolazioni anatoliche; insomma, si sarebbe trattato di una delle tante e fumose superstizioni orientali; del tutto simili a quelle che portavano folle osannanti ad adorare *Helios* a Baalbek e a Emesa, nella Siria "semitica". Purtroppo tale opinione è nient'altro che una gratuita congettura, giacché la compagine di Aristonico era troppo eterogenea, socialmente ed etnicamente, per esprimere coerenti istanze patriottiche, di unità nazionale, magari colorate di sentimenti religiosi.

Oggi siamo in grado di ricostruire a sufficienza il quadro assai variegato dei "poveri" e degli "schiavi" che seguirono Aristonico. In particolare, tra i liberi meno abbienti, si

distinguevano due categorie, vale a dire le plebi urbane di lingua greca, insoddisfatte della vigente distribuzione dei redditi, e certe colonie militari di stirpe macedonica, ridotte in condizioni precarie e disagiate; analogamente, tra i complici non-liberi di Aristonico, si annoveravano tanto gli schiavi-merce, per lo più Traci e Galati, sfruttati in modo bestiale nelle maggiori città e nei loro dintorni, quanto i servi della gleba (*laoi*), nativi della Misia e della Lidia, che guarnivano le terre della corona, dei templi e degli alti dignitari. Orbene, sembra piuttosto remota la possibilità che i diversi gruppi greci e macedoni, traci e galati, misii e lidii nutrissero, in origine, i medesimi orientamenti religiosi.

Ancora meno accettabile è che tutti costoro, nel fuoco della rivoluzione, si fossero convertiti a credenze solari mutate dalla sola componente indigena del movimento. Infatti, nelle zone puntualmente toccate da operazioni militari, la popolazione rurale dell'Asia minore aveva sempre invocato, più che terribili esseri uranici, come il dio del Sole, alcune placide divinità ctonie, di genere femminile, quali Cibele, Artemide, Demetra, la Grande Madre, garanti della naturale fertilità per la terra e per le donne. È vero che, da qualche parte nelle campagne pergamene, esistevano recinti sacri dedicati ad Apollo Tarsenio, ma in questi casi, peraltro rarissimi, si trattava della modesta proiezione, nell'entroterra micro-asiatico, di un culto solare radicato soprattutto nella fascia costiera del paese, da tempo ellenizzata: si pensi a prestigiosi santuari di Apollo come quelli di Didime, presso Mileto, o di Claro, presso Colofone. A scanso di equivoci, va detto che, prima dell'epoca di Aristonico, la stessa religiosità apollinea privilegiava le virtù convenzionali, cioè oracolari e taumaturgiche, della divinità, mirando a consolare i fedeli, senza veicolare messaggi e simboli che potessero turbarli e suscitare in essi aspirazioni di livellamento sociale. Dunque, la spiegazione precedente, secondo la quale Aristonico, nello scegliere la fortunata espressione di "Cittadini del Sole", avrebbe tratto spunto dalla sfera religiosa asiatica, risulta decisamente inadeguata.

Un'ipotesi più sensata e aderente ai fatti, stando alla quale Aristonico si sarebbe ispirato alla filosofia stoica, è stata formulata da storici della levatura di J. Beloch, G. Cardinali, R. Von Poehlmann, J. Bidez, F. Ollier, A. Toynbee, W. W. Tarn, E. V. Hansen, F. Della Corte, M. Baldassarri, M. I. Finley, J. Ferguson, D. Hennig, F. La Greca e P. Martino. Questi studiosi hanno messo in evidenza come, nell'insegnamento di Zenone di Cizio e dei suoi allievi, si potessero trovare in abbondanza tanto principi etici di stampo egualitario e solidaristico, quanto indicazioni, di ordine metafisico, che l'Universo fosse destinato a cicliche catastrofi purificatorie. I due livelli di ragionamento, nella primitiva ottica stoica, erano indivisibili: la pratica degli ideali di libertà, giustizia e cosmopolitismo non poteva rimanere soltanto una nobile scelta individuale, ma era destinata, prima o poi, a imporsi come regola dell'umana convivenza; il cambiamento si sarebbe verificato quando gli Dei, dall'alto dei cieli, avessero giudicato che la misura della malvagità sulla Terra era colma e che il vigente ordine delle cose andava spazzato via, mediante rivolgimenti cosmici ben mirati. Si ricorda di sfuggita che, proprio nel 129 a.C., in polemica con questa forma di socialismo utopistico, che imbarazzava non poco gli oligarchi greci e romani, Panezio da Lindo, sull'isola di Rodi, diede vita alla seconda e più conformistica *Stoà*.

Le prove che Aristonico, oltre che un dirigente rivoluzionario, fosse un discreto pensatore di matrice stoica sono sostanzialmente due. In primo luogo, si consideri la sua stretta affinità intellettuale con lo scrittore Giambulo, il quale, in un romanzetto filosofico sunteggiato per noi da Diodoro Siculo [*La Biblioteca storica*, II, 55-60], aveva immaginato l'esistenza di una prospera e felice "Isola del Sole", situata ai margini delle terre abitate, probabilmente da identificarsi con Taprobane, la nostra Ceylon. Stando all'immaginario viaggiatore, codesti Elionesiotti vivevano dei frutti spontanei della natura, senza punto lavorare; non costruivano templi né palazzi; neppure conoscevano il denaro e la proprietà privata; tutto il giorno si

dedicavano alle cure del corpo e alla coltivazione delle scienze, specialmente dell'astronomia. Per quel che riguarda la cronologia dell'opera, la critica è concorde nel collocarla qualche tempo prima di Aristonico: recentemente, il nostro Luciano Canfora ha abbassato un poco la data, prima posta tra il 250 e il 175 a.C., dimostrando che Giambulo o chi per lui doveva avere avuto sotto gli occhi una descrizione geografica di Agatarchide di Cnido, pubblicata tra il 175 e il 145 a.C.

In secondo luogo, sempre per dimostrare l'affinità elettiva tra Aristonico e il primo Stocismo, va ricordato il rapporto di fiducia del nostro uomo con il filosofo Blossio di Cuma, discepolo di Antipatro di Tarso. Questo Blossio, dopo essere stato in Roma consigliere politico di Tiberio Gracco e averne condiviso le illusioni riformistiche (133-132 a.C.), si convertì al progetto rivoluzionario di Aristonico e vi s'impegnò fino all'ultimo, suicidandosi alla notizia che i giochi in Asia erano ormai fatti, a favore dei ricchi e dei potenti. Anticamente circolava una storiella singolare, rievocata da Cicerone [*Sulla divinazione*, I, 43, 98], secondo cui, all'atto della cattura di Aristonico, la venerabile statua di Apollo nel tempio di Cuma, patria del prefato Blossio, fu vista piangere calde lacrime, perché il dio del Sole si doleva della tragica fine dei suoi carissimi figli.

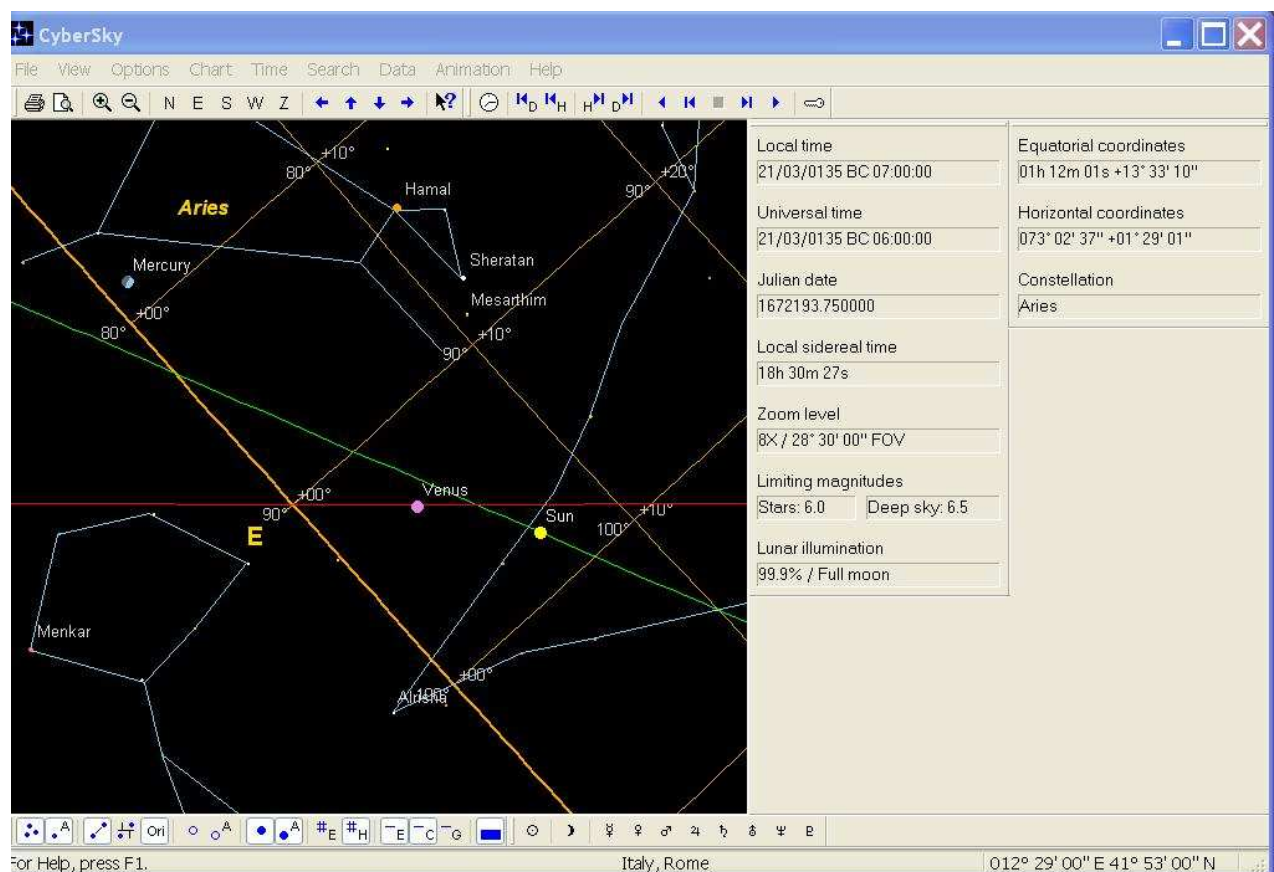
Una volta messa in luce la vena di stoicismo radicale che animava Aristonico, va chiarita la sua fiducia nella comparsa in cielo di un segnale, rappresentato appunto dal Sole, secondo il quale sarebbe giunto il momento di realizzare niente di meno che una nuova e riconciliata Umanità. Di per sé il Sole, con i suoi spostamenti circadiani, stagionali e annuali, era un astro tutt'altro che imprevedibile; anche le suggestive ma periodiche eclissi dovevano essere abbastanza familiari ai popoli antichi. Il visionario che avesse voluto dare al Sole il risalto di un messaggero prodigioso, latore di novità dirompenti per gli abitanti della Terra, avrebbe dovuto connettere la normale traiettoria del Sole a qualche mutamento, questo sì eccezionale, nella configurazione complessiva delle stelle e dei pianeti. Ebbene, nella storia dell'astronomia antica, c'era una sola teoria che potesse combinare, in maniera puntuale, le levate del Sole, la lenta rotazione della volta celeste e il susseguirsi di epoche storiche chiaramente distinte: ci si riferisce a quella che oggi è chiamata la Precessione degli Equinozi.

Si potrebbe obiettare che al tempo di Aristonico, nel 133 a.C., il sommo astronomo Ipparco da Nicea stava ancora completando il suo lavoro sulla Precessione e che, pertanto, anche volendo, non avrebbe potuto trasmettere alcunché ai ribelli micro-asiatici, suoi contemporanei. Tuttavia, Aristonico potrebbe avere saltato completamente Ipparco, mutuando piuttosto alcune nozioni di base, sui segreti andamenti dell'Universo, dalla conoscenza di qualche scuola astronomica babilonese: per esempio, da quella di Cideno / *Kidinnu*; uno scienziato rinomato che, secondo ogni verosimiglianza, era arrivato a concepire la dottrina precessionale *standard*, ritmi compresi, già nel IV secolo avanti l'era volgare e che, contrariamente all'abitudine sacerdotale, aveva ampiamente divulgato le sue scoperte.

In effetti, prima del II sec. a.C., non erano mancati gli anelli di congiunzione tecnico-scientifici tra Fertile Mezzaluna e Asia Minore ellenistica. Prima di tutto, calcoli derivati dalla Precessione degli Equinozi erano stati applicati, verso il 280 a.C., dal sacerdote, indovino e cronachista Berosso di Babilonia, il quale, tra l'altro, aveva insegnato astrologia sull'isola di Cos, di fronte ad Alicarnasso. Sarebbe davvero strano se la eco della sua docenza non fosse arrivata fino a Pergamo, che era un centro culturale e scientifico di rinomanza mondiale, in competizione con Atene e, soprattutto, con Alessandria d'Egitto. Un altro personaggio ragguardevole, che non si può escludere abbia condizionato Aristonico con il lascito dei suoi libri, fu Sudine il Caldeo, vissuto intorno al 240 a.C. Guarda caso, Strabone [*Geografia*, XVI, 1-6] tramanda che egli fu astronomo di professione alla corte di Pergamo.

Si pone allora una domanda: perché Aristonico, che abbiamo visto a capo di straccioni sovversivi, ardente d'ideali stoici e iniziato ai primi rudimenti della astrologia universale, si convinse che proprio nel 133 a.C. era venuto il momento di proclamare la fondazione di una "Città del Sole"? Detto altrimenti: situazione politica a parte, cosa, nel 133, impartì un'accelerazione alla sua speranza che il grandioso orologio cosmico, fondato sul moto del Sole, stesse battendo l'ora della rivoluzione sociale? Si sa che una stella *nova*, esplosa in Scorpione, splendette sopra il Mediterraneo orientale nel 135 a.C.; tuttavia il rapporto di questa apparizione con il moto del Sole è troppo tenue, per giustificare le aspettative grandiose di Aristonico e dei suoi intimi collaboratori. Per trovare una spiegazione convincente, bisogna considerare la retrospettiva, oggi tecnicamente possibile, sulla configurazione del cielo stellato ai tempi di Aristonico stesso.

L'amico Mario Codebò, per mezzo di "Cyber Sky", ha ricavato la posizione esatta del Sole nascente all'equinozio primaverile del 135 a.C. e la sua distanza apparente dalle posizioni di due stelle particolari: *Gamma-Arietis* o *Mesarthim*, l'ultima luce brillante connessa al gruppo dell'Ariete, e *Omicron-Piscium*, il primo punto luminoso che l'eclittica incontra sopra uno dei due bracci che definiscono la figura dei Pesci. [Nell'allegata figura, il "punto vernale" è naturalmente l'incrocio tra la linea verde dell'eclittica e quella rossa dell'equatore celeste]. Alla data in esame, *Gamma-Arietis* aveva un'ascensione retta di 00h 01m 28s; giacché, convenzionalmente, il "punto vernale" ha un'ascensione retta di 00h 00m 00s, si può dire che esso aveva superato *Gamma-Arietis* da 1 minuto e 28 secondi, uscendo completamente dal gruppo dell'Ariete. In termini temporali, la simulazione dimostra che *Gamma-Arietis* aveva avuto la stessa ascensione retta del "punto vernale" circa 25 (esattamente 25,247259) anni prima del 21 Marzo del 135 a.C., ossia nel 160 a.C.; oppure, ciò che è lo stesso, che il "punto vernale", tra il 160 e il 135 a.C., era arretrato per 00° 21' 07" di arco.





Da calcoli analoghi, svolti con procedura automatica, s'evince che, all'equinozio primaverile del 135 a.C., *Omicron Piscium* aveva un'ascensione retta di 23h 55m 35s; vale a dire che quella stella avrebbe avuto la stessa ascensione retta del Punto Vernale solo 79 (esattamente 79,040041) anni dopo il 21/03/135 a.C., ossia nel 56 a.C. Considerando la cosa altrimenti, il "punto vernale" avrebbe dovuto spostarsi ancora per 01° 06' 14" di arco, prima di sfiorare idealmente la più vicina stella della casa zodiacale dei Pesci. È superfluo ricordare che queste misure astronomiche in ore e minuti sono collegate al normale tempo in anni solari mediante un complicato algoritmo, che tiene conto della velocità angolare del "punto vernale", nel corso della precessione degli equinozi, pari a 50,290966 secondi di grado per anno. In breve, nel 135 a.C., il disco solare risultava uscito, fuori dalla costellazione dell'Ariete, almeno venticinque anni prima e sembrava che dovesse aspettare ancora ottant'anni, prima di fare il suo ingresso ufficiale nella costellazione dei Pesci.

I tempi qui riportati hanno solo valore indicativo, per dimostrare che, nell'alto dei cieli, le cose stavano cambiando nettamente, anche a occhio nudo. In quella congiuntura, chiunque avesse osservato la volta celeste all'inizio della Primavera, poco prima dell'alba, non avrebbe nutrito dubbi sul fatto che il Sole, all'equinozio primaverile, avesse cessato di stagliarsi contro la costellazione dell'Ariete, com'era accaduto nei due o tremila anni precedenti, e che stesse facendo mostra di spostarsi, con ritmo lento ma inesorabile, verso la casa zodiacale dei Pesci. Non è difficile da intuirsi quale valenza avrebbe potuto acquisire un simile spettacolo nell'accesa fantasia di Aristonico e dei suoi compagni: dal momento che il Sole, messaggero divino, brancolava nello spazio buio, quasi tergiversando, in attesa di nascere dentro un'altra casa zodiacale del firmamento, era lecito credere che, nell'alto dei cieli, Apollo e gli altri Dei avessero decretato la fine di una vecchia e tragica "Età del Ferro", che tante ingiustizie e guerre aveva recato ai comuni mortali, e il prossimo avvento di una nuova e positiva "Età dell'Oro", lasciata in godimento a un'Umanità più solidale e pacifica. Finalmente un altro mondo era possibile.

Resta ancora da capire perché un concetto filosofico sottile e tutto sommato elitario, cioè quello di una "svolta cosmica", potesse diventare uno strumento di propaganda politica, capace di scuotere dal torpore il popolino incolto del regno di Pergamo. Scartato, come s'è visto sopra, il tramite del "nativismo" spirituale, non resta altro che supporre una sintonia tra il pensiero di Aristonico e la disillusione di massa verso tutte le religioni pagane, asiatiche o elleniche; tutte egualmente impotenti nel garantire ai fedeli le desiderate condizioni di libertà e di benessere, per quanto sciupio di preghiere e di doni si fosse fatto fino ad allora. Per reazione al plateale fallimento delle divinità tradizionali, il culto di Apollo/*Hélios*, un dio minore ma molto potente e universalmente apprezzato, prese vigore in maniera spontanea e un po' dovunque, evolvendo alla stregua un "enoteismo", una sorta di monoteismo attenuato, con chiare implicazioni escatologiche. La diffusione su larga scala di quest'ideologia, anche in Asia Minore, suggerì a uomini politici scaltri, come Aristonico, l'espedito di ostentare una *pietas* eccezionale nei confronti del Sole, quasi che esso fosse il nume tutelare, temuto e riverito, del suo programma sociale di matrice stoica. In questo senso, la parola d'ordine della "Città del Sole" fu efficace nel cementare lo schieramento degli insorti, di qualsiasi fede o etnia, nell'aspra guerra di classe, tra ricchi e poveri e tra padroni e schiavi, che si stava combattendo nelle città e campagne dell'Asia Minore. Se, invece, i dirigenti rivoluzionari si fossero accontentati di fare appello, contro Roma e i suoi complici, al "lealismo attalide" o alla legalità naturale violata avrebbero ottenuto scarso seguito popolare, dentro uno staterello come quello di Pergamo, che tutti sapevano artificiale e inglorioso quant'altri mai.

Potrei fermarmi qui, ma non posso non accennare alle conseguenze sul lungo periodo della rivolta di Aristonico. Egli disparve presto dalla scena politica del mondo ellenistico, ma la

sua utopia lasciò una traccia non caduca. A livello politico, basterebbe rievocare l'epopea di Mitridate VI, re del Ponto, il quale, almeno negli anni 89-85 a.C., si atteggiò a continuatore del progetto sovversivo di Aristonico e come tale riscosse vaste simpatie in tutta l'Asia Minore e in Grecia: memorabile è la punizione che il sovrano inflisse a Efeso e a Pergamo stessa, a causa di vecchi e mai sopiti rancori, risalenti ai drammatici eventi 133-129 a.C. Sul piano spirituale, l'incontro più unico che raro, come diceva Moses Finley, tra un'utopia filosofica egualitaria e un breve ma esaltante esperimento di emancipazione sociale, incontro posto sotto l'egida celestiale, portò un crescente prestigio al Sole di Giustizia, tra le moltitudini del Vicino Oriente, insofferenti dello sfruttamento economico e dell'oppressione sociale.

Un primo filone di pensiero religioso, ispirato al sogno eliopolitico di Aristonico, si trova nel culto di *Mithra*, che i suoi zelatori reputavano il migliore amico del Sole. La prima attestazione del Mithraismo, che aveva una remota ascendenza iranica, in una regione dell'Anatolia risale al 67-66 a.C., allorché il generale Pompeo Magno ripulì la Cilicia dai briganti e pirati che la infestavano; questi fuori-legge, negli anni precedenti, avevano combattuto contro Roma nelle guerre mitridatiche; poco dopo, i medesimi pirati avevano dato il proprio appoggio, poi ritirato, a Spartaco e ai suoi schiavi ribelli, quando avevano tentato di abbandonare l'Italia per mare (71 a.C.). Ebbene, secondo Plutarco [*Le vite parallele. Vita di Pompeo, 24-25*], quella gente coraggiosa ma poco raccomandabile, assolutamente fuori controllo, praticava degli esotici culti misterici, identificabili con riti in onore di *Mithra*.

Un secondo ma non minore filone religioso, legato all'ansietà verso il Sole salvifico, è rappresentato dal Cristianesimo millenaristico delle origini. Nel corso del I secolo a.C., presso i "gentili" e gli Ebrei ellenizzati dell'Oriente, aumentò l'attesa di un divino Redentore, peraltro già pre-annunziato dalla Bibbia, in quel passo profetico che recitava "... *per voi che avete timore del mio Nome certamente rifulgerà il Sole della Giustizia...*" (Malachia, IV, 2). Negli anni scorsi, lo scrivente e gli amici Veneziano e Codebò, ci siamo curati d'illustrare un aspetto speciale di tale attesa: la comparsa della cosiddetta "Stella di Bethlehem" nei cieli dell'area siro-palestinese. Non si trattò, come si crede generalmente, di una fulgida stella cometa che, dall'alto, avesse orientato gli uomini verso la grotta della Natività; né di una brillante *nova* che, all'improvviso, avesse manifestato uno splendore particolarmente vivo sopra un determinato angolo della Palestina. Piuttosto, scrutando il cielo al tramonto, prima, durante e dopo l'equinozio primaverile dell'anno 7 a.C., si poté intravedere un fenomeno meno luccicante, certamente meno spettacolare, ma molto più straordinario: un singolare intreccio di orbite planetarie, già di per sé raro e fugace, vale a dire un triplice congiungimento tra Giove e Saturno, proiettato contro uno sfondo davvero eccezionale, ossia l'ingresso definitivo del "punto vernale", dopo decenni di progressivo avvicinamento, nella casa zodiacale dei Pesci (vedi appendice bibliografica).

Il Sole Salvatore, inviato dal Padre, doveva preparare la fine del presente ordine di cose, governato da Satana, e l'instaurazione di un regno divino, della durata di mille anni esatti; dopo di che ci sarebbe stato il Giudizio Universale, la distruzione dei reprobri incorreggibili e la premiazione dei buoni nella Gerusalemme celeste. In questo contesto apocalittico, lascia da pensare il fatto che, tra le prime e più vivaci congregazioni cristiane dell'Asia, destinataria di una lettera d'esortazione scritta da san Giovanni, vi fosse quella di Tiatira, in Lidia; precisamente la comunità che, due secoli prima, lo s'è visto, aveva offerto adesione e strenuo sostegno al progetto di *Heliòpolis*, portato avanti dal nostro Aristonico.

Con quest'ultima suggestione, cari amici, ho finito. Vi ringrazio per la pazienza e vi auguro buon proseguimento dei lavori.

*Appendice bibliografica  
sulla Stella di Betlemme e  
sul fenomeno della precessione degli equinozi*

VENEZIANO G., 2005, *La Stella di Betleem: realtà o fantasia?*, Atti dell' VIII Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), Osservatorio Astronomico di Genova, 22-23 aprile 2005. Reperibile sui siti Internet: [http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/stella\\_di\\_betleem.pdf](http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/stella_di_betleem.pdf) ; [http://www.archaeoastronomy.it/08\\_seminario\\_alssa.pdf](http://www.archaeoastronomy.it/08_seminario_alssa.pdf) ; <http://www.alssa.it> .

BIANCHI E. – CODEBO' M., 2005, *Considerazioni astronomiche sulle aspettative messianiche giudaico-cristiane*, Atti dell'VIII Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), Osservatorio Astronomico di Genova, 22-23 aprile 2005. Reperibile sui siti: [http://www.archaeoastronomy.it/08\\_seminario\\_alssa.pdf](http://www.archaeoastronomy.it/08_seminario_alssa.pdf) ; <http://www.alssa.it> .

BIANCHI E. – CODEBO' M. – VENEZIANO G., 2005, *Ipotesi astronomica sulla "Stella di Betlemme" e sulle aspettative escatologiche coeve nel mondo mediterraneo*, Atti del V Congresso di Archeoastronomia, Astronomia antica e culturale e Astronomia storica, Società Italiana di Archeoastronomia (SIA), Osservatorio Astronomico di Brera, 23-24 settembre 2005. Reperibile sui siti Internet: [http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/ipotesi\\_astronomica\\_stella\\_di\\_betlemme.pdf](http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/ipotesi_astronomica_stella_di_betlemme.pdf) ; [http://www.archaeoastronomy.it/09\\_seminario\\_alssa.pdf](http://www.archaeoastronomy.it/09_seminario_alssa.pdf) ; <http://www.alssa.it> .

BIANCHI E. – CODEBO' M. – VENEZIANO G., 2007, *Dalla "Stella di Betlemme" alla Creazione del Mondo*, Atti del IX Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), Osservatorio Astronomico di Genova, 31 marzo 2007. Reperibile sui siti Internet: [http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/stella\\_di\\_betlemme\\_e\\_creatio\\_mundi.pdf](http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/stella_di_betlemme_e_creatio_mundi.pdf) ; [http://www.archaeoastronomy.it/09\\_seminario\\_alssa.pdf](http://www.archaeoastronomy.it/09_seminario_alssa.pdf) ; <http://www.alssa.it> .

BIANCHI E. – CODEBO' M. – VENEZIANO G., 2007, *Tempo della Creazione e ciclo precessionale nella Bibbia*, Atti del VII Convegno Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia (SIA) "Il Cielo e l'uomo – problemi e metodi di astronomia culturale", Roma, 28-29 settembre 2007.

VENEZIANO G., 2008, *Precessione degli equinozi: implicazioni astronomiche e climatiche*, Atti del X Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), Osservatorio Astronomico di Genova, 12 aprile 2008. Reperibile sui siti Internet: [http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/precessione\\_degli\\_equinozi.pdf](http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/precessione_degli_equinozi.pdf) ; <http://www.alssa.it> ; [http://www.archaeoastronomy.it/10\\_seminario\\_alssa.pdf](http://www.archaeoastronomy.it/10_seminario_alssa.pdf) .

BIANCHI E. – CODEBO' M. – VENEZIANO G., 2008, *Tempo della Creazione e ciclo precessionale nella Bibbia*, Atti del X Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), Osservatorio Astronomico di Genova, 12 aprile 2008. Reperibile sui siti Internet: [http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/creazione\\_e\\_precessione\\_nella\\_bibbia.pdf](http://www.oagenova.it/wp-content/uploads/creazione_e_precessione_nella_bibbia.pdf) ; <http://www.alssa.it> ; [http://www.archaeoastronomy.it/10\\_seminario\\_alssa.pdf](http://www.archaeoastronomy.it/10_seminario_alssa.pdf) .

BIANCHI E., 2010, *Storiografia e astronomia in Berosso da Babilonia (III sec. a.C.)*, Atti del X Convegno Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia (SIA), Trinitapoli, 22-23 ottobre 2010.

BIANCHI E., 2011, *"Babyloniakà" – La precessione degli equinozi nella tarda astrologia caldea*, Atti del XIII Seminario di Archeoastronomia dell'Associazione Ligure per lo sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), Osservatorio Astronomico di Genova, 9-10 aprile 2011. Reperibile sui siti Internet: [http://www.archaeoastronomy.it/atti\\_13\\_seminario.pdf](http://www.archaeoastronomy.it/atti_13_seminario.pdf) ; <http://www.alssa.it> .

# *La “Dag Rune” (la “Runa del Giorno”) e altre quattro*

*Luigi Felolo*

(Istituto Internazionale di Studi Liguri, Società Italiana di Archeoastronomia)

## 1. Le Rune

Arnulf Krause, docente all'Università di Bonn, germanista ed esperto di saghe germaniche, in *Die Geschichte der Germanen* (“La storia dei Germani”), scrive che in Scandinavia le Rune, costituite da una serie di ventiquattro lettere, erano conosciute dal II secolo d.C. Questa serie di lettere era indicata con il nome di “Futhark”, termine formato dalle prime sei lettere di quell'alfabeto. Ognuna di quelle lettere rappresentava un particolare suono, per cui i Germani erano in grado di scrivere parole e frasi.

Le Rune non venivano usate per lunghi testi, ma venivano incise su armi quali punte di lancia, spade e borchie di scudi, su oggetti ornamentali quali fibbie e anelli, su oggetti d'uso comune quali pettini, coltelli, corni per bere, etc., su pezzi di legno. Nel Nord venivano incise anche su pareti di roccia, pietre tombali e pietre commemorative. Le iscrizioni runiche erano generalmente molto brevi. Sulle punte di lancia e sugli oggetti ornamentali vi era spesso soltanto un nome di persona e a volte frasi come “il tale incise”, “il tale fece l'oggetto”. Oltre a queste incisioni di carattere quotidiano, ve ne erano altre di carattere religioso o magico.

Ogni Runa, che come si è detto corrispondeva ad un determinato suono, aveva anche un suo particolare significato. Per esempio, la runa “effe” (F) significava “bestiame, proprietà” ed era un segno portafortuna. La runa “ti” (T), che derivava il nome dal dio Tiwaz, incisa sulle armi ne aumentava la potenza. Verosimilmente, i Germani che ebbero stretti contatti con i Romani nel I secolo a.C., conobbero la loro scrittura e l'alfabeto usato in ambiente alpino, il Nord Etrusco, da cui si pensa derivino le Rune. Queste furono usate prima in Danimarca e poi in Scandinavia, furono quindi esportate in Islanda e Groenlandia.

Klaus Berman, altro studioso di antichità germanica, in *Der Glaube der Ahnen* (“Il credo degli antenati”), scrive che la lingua delle circa cinquanta iscrizioni runiche trovate tra il Mare del Nord, il Mar Baltico e le Alpi, risalenti al periodo fra il 400 e il 700 d.C., è molto vicina all'alto tedesco. In Scandinavia le Rune furono usate ancora in epoca cristiana, ma soprattutto a scopo non religioso.



**CORRISPONDENTE LETTERA DEL NOSTRO ALFABETO  
E SIGNIFICATO DELLE RUNE**

 ..... **F** **BESTIAME, RICCHEZZA,  
PROPRIETA'**

 ..... **U** **FORZA, CORAGGIO**

 ..... **TH** **SFORTUNA, FORZA CHE  
PORTA SVENTURA**

 ..... **A** **DIVINITA' DIO, SALVEZZA**


 ..... **R** **CAVALCATA, MOVIMENTO  
IN AVANTI**

 ..... **K** **FERITA, MALATTIA**

 ..... **G** **DONO, GRAZIA, RICCHEZZA**

 ..... **W** **DELIZIA, FELICITA'**

 ..... **H** **GRANDINE, ROVINA**

 ..... **N** **BISOGNO, CATASTROFE,  
VIOLENZA, COERCIZIONE**

 ..... **I** **GHIACCIO, MALIGNA  
ROVINA**

 ..... **J** **BUON ANNO,  
RICCO RACCOLTO**

 ..... **E'** **TASSO, ARCO**

 ..... **P** **DANZA, GIOCO**

 ..... **Z** **PROTEZIONE, DIFESA**

 ..... **S** **SOLE, LUCE, CALORE**

 ..... **T** **FAMA, ONORE, FEDELTA'**

 ..... **B** **RAMOSCELLO DI BETULLA**

 ..... **E** **CAVALLO**

 ..... **M** **INDIVIDUO, UOMO**

 ..... **L** **ACQUA, POSPERITA'**

 ..... **NG** **FECONDITA'**

 ..... **D** **GIORNO CHIARO**

 ..... **O** **PATRIA,  
PROPRIETA' EREDITARIA**

Figura 1

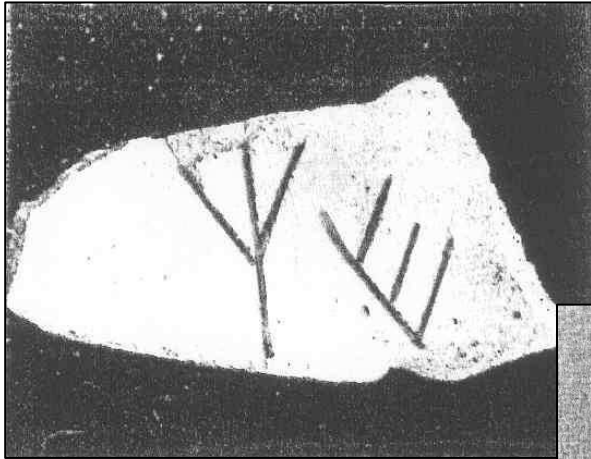


Figura 2. (sinistra) Frammenti ceramici protostorici con caratteri alfabeticiformi in alfabeto retico - nord etrusco. Il carattere a sinistra è uguale alla "Z" e quello a destra è simile alla "A" delle rune (III-II secolo a.C.). – Ufficio Beni Archeologici, Trento.

Figura 3. (sotto) Placchette in corno con iscrizioni in alfabeto retico - nord etrusco, da Montesei di Serse. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento.



Figura 4. (sotto) L'alfabeto leponzio - nord etrusco, usato nelle Prealpi Centrali. Le lettere della colonna di sinistra sono del VI-IV secolo a.C., quelle della colonna di destra sono dei secoli III-I a.C.

Figura 5. (sotto a destra) Parte di punta d'osso con iscrizione nell'alfabeto di "Bolzano" nord etrusco (VI-I secolo a.C.).

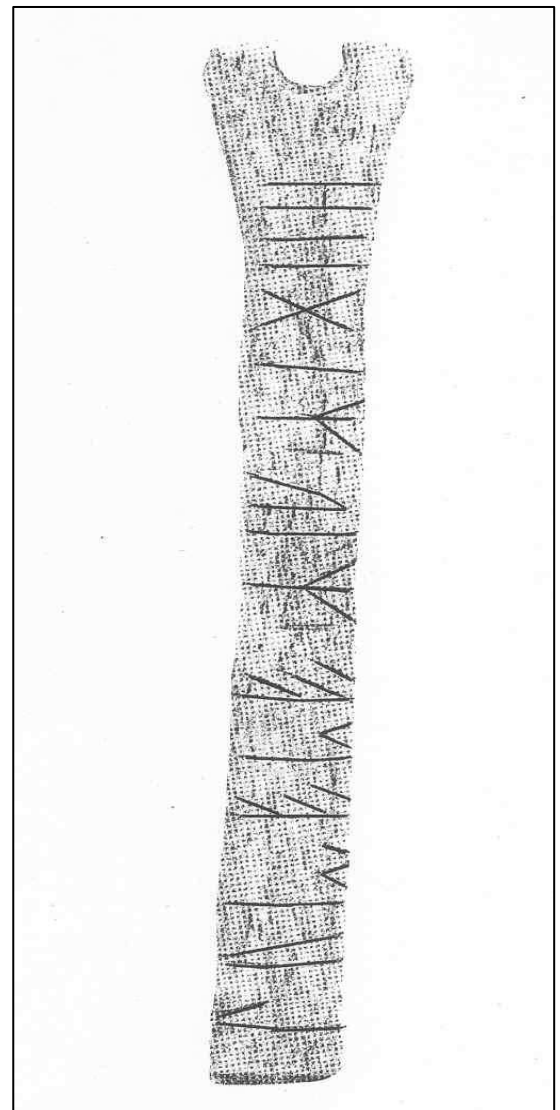
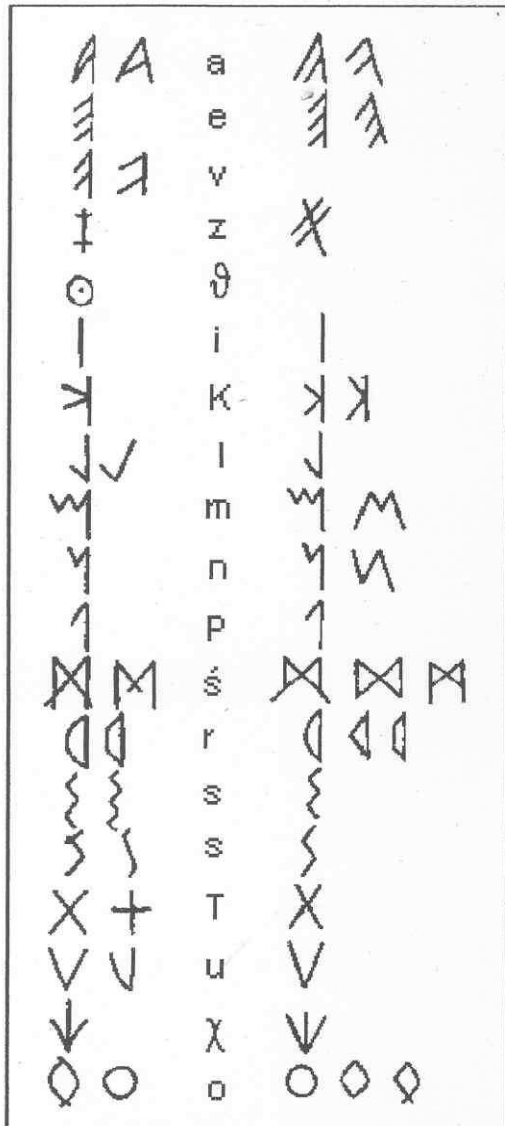




Figura 6. Fibbia con incisioni in caratteri runici rinvenuta nei pressi di Nordendorf (Svevia, Germania). Maximilian Museum di Aushurg (Baviera, Germania).

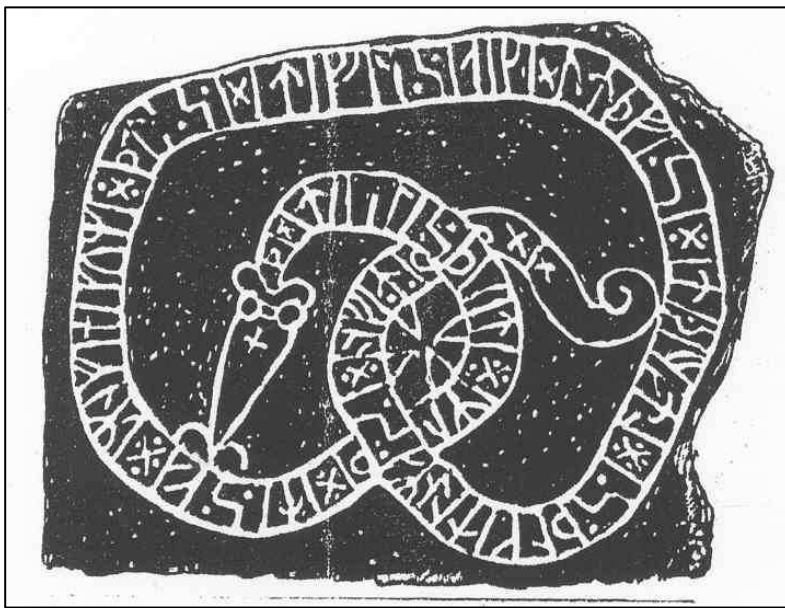


Figura 7. Pietra runica di Torp, XI secolo. Soedermanland (Svezia).

Figura 8. (sotto) Alcune delle lettere dell'alfabeto runico più ricorrenti.

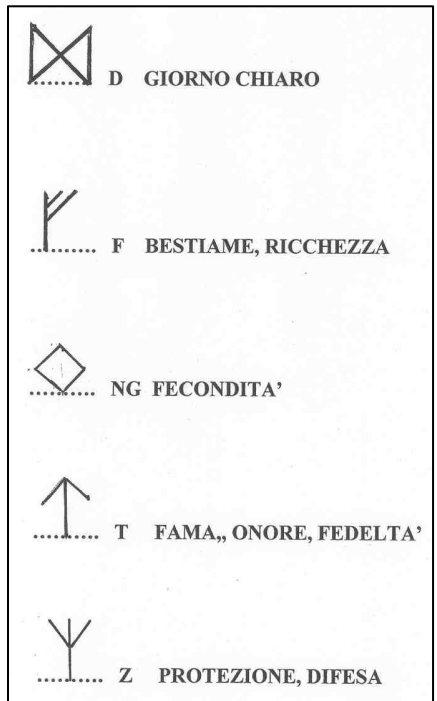
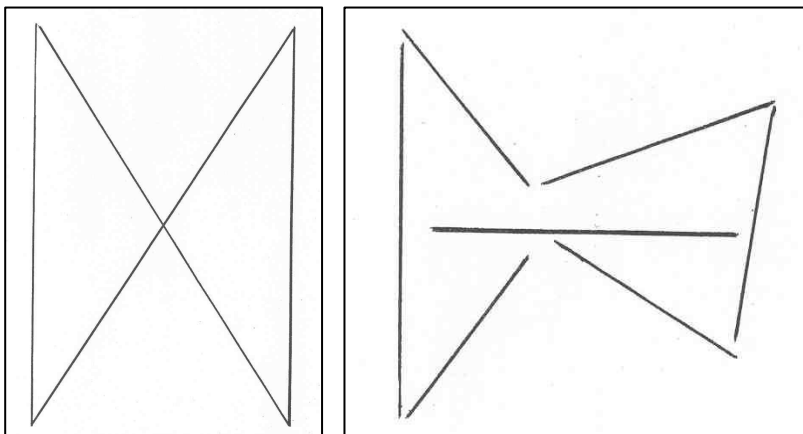


Figura 9. (sopra a sinistra) Lettera "D" o "Dag-Rune" (Runa del Giorno) dell'alfabeto runico, dal significato di "giorno chiaro".

Figura 10. (sopra al centro) Figura "a clessidra" incisa su una grande roccia nell'area del Monte Beigua, nell'Appennino Ligure. Le linee oblique potrebbero rappresentare le direzioni di albe e tramonti solstiziali; la linea orizzontale la direzione di albe e tramonti equinoziali; le linee verticali la direzione meridiana (ricorda la Dag-Rune).



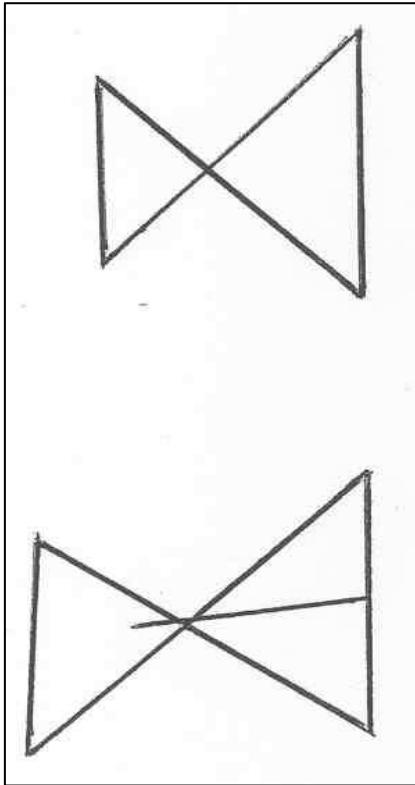


Figura 11. (in alto) Segno della strega inciso sul “Sasso del Diavolo”, nelle Alpi Austriache. Esempio di doppia demonizzazione. (in basso) Segno analogo sempre rinvenuto in Austria, simile a quello rinvenuto nell’area del Monte Beigua (vedi figura 10).

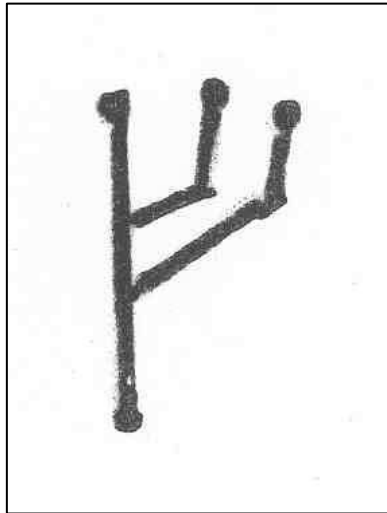


Figura 12. Incisione rinvenuta all’interno del Riparo dei Buoi, presso il Ciappo de Cunche, nel finalese (Finale Ligure, Savona), uguale alla lettera runica “F”. Il disegno e la profondità della incisione, diversa da quella di altre in loco, la fanno supporre opera di un attuale conoscitore delle rune.

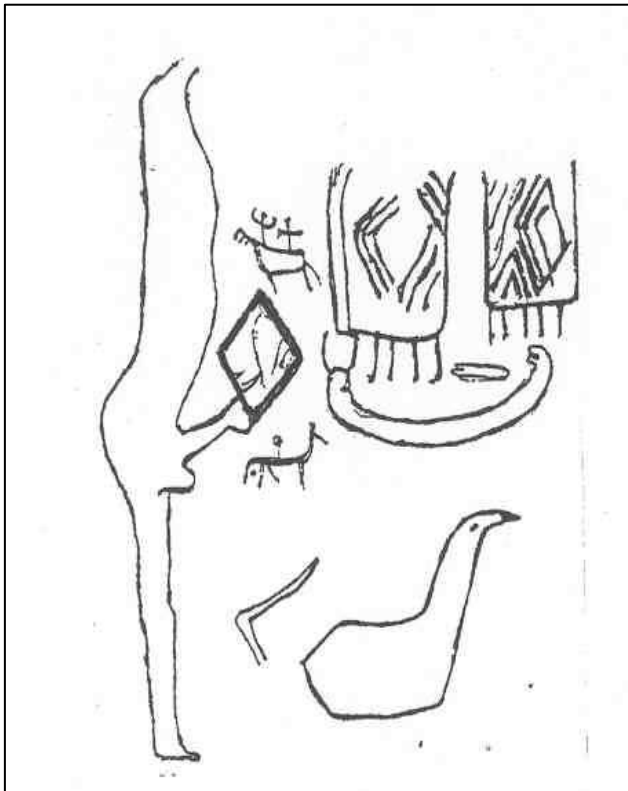


Figura 13. Scena di accoppiamento. Incisione rupestre del Beitstadfiord, nel nord - Trondelag (Norvegia). Da: Dietric Evers, in *Jahrbuch der Ge.Fe.Bi.* 1995/96. La lettera runica “NG” è uguale alla losanga.

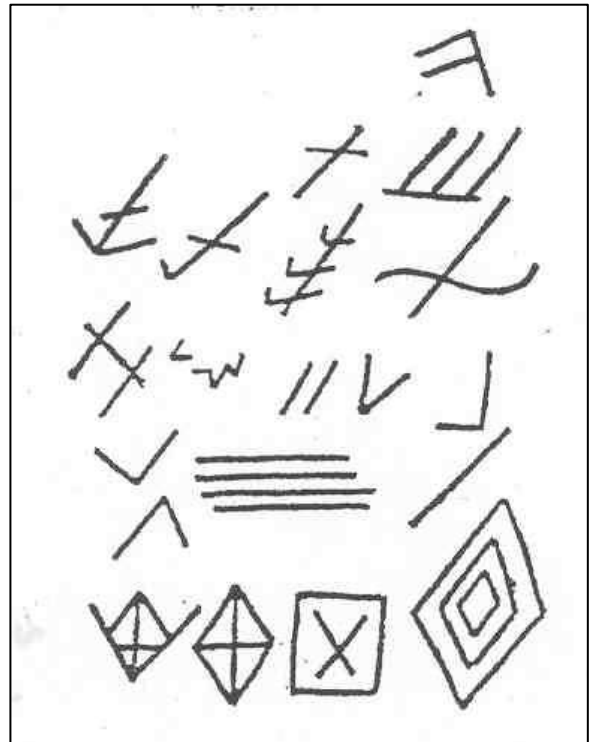


Figura 14. Losanghe incise sulla lastra di una tomba circolare. Villaggio di Werbowka (Russia meridionale) nei pressi del fiume Dnieper. Da: Ksica, in “*Felsbilder zwischen schwarzem meer un Beringstrasse*”, in *Jahrbuch der Ge.Fe.Bi.* 1995/96.



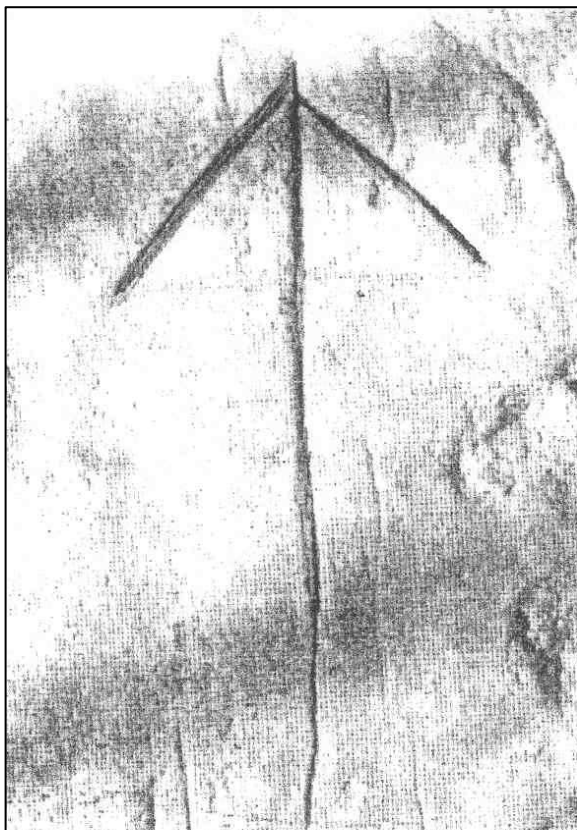


Figura 15. Frecciforme trasformato in balestriforme, rinvenuto presso Arma della Moretta, nel finalese (Finale Ligure, Savona). Da: A. Priuli e I. Pucci, *Incisioni rupestri e megalitismo in Liguria*, 1994. La lettera runica "T" è uguale al frecciforme.

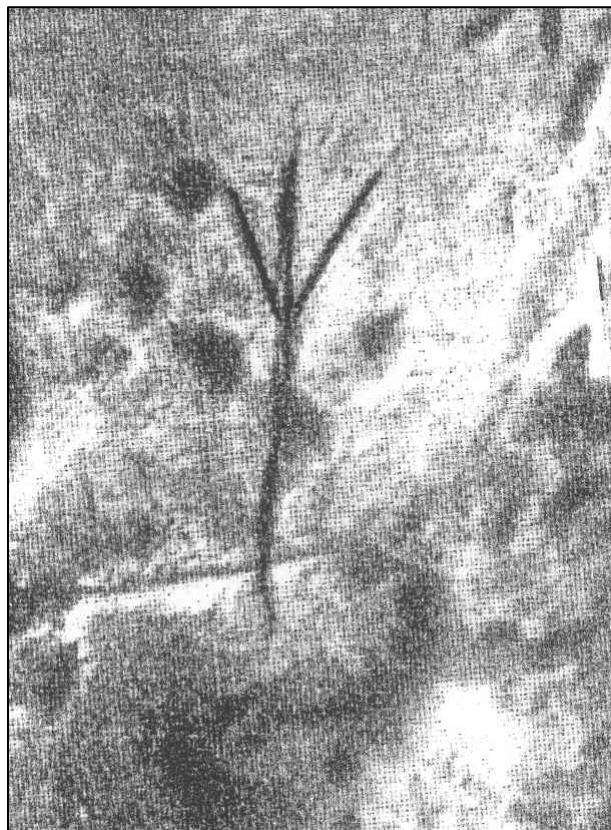


Figura 16. Orante con le braccia alzate verso l'alto, inciso su una parete interna della Grotta di Diana, a Canossa, presso Villafranca in Lunigiana (Massa). Da: A. Priuli e I. Pucci, *Incisioni rupestri e megalitismo in Liguria*, 1994. La lettera runica "Z" è uguale all'orante con le braccia alzate.

L'esistenza di due serie di ventinove coppelle, una incisa sul versante settentrionale del Monte Beigua, a ridosso del Golfo Ligure, l'altra nel Bohüslan nella Svezia sud-occidentale, a circa 1400 chilometri di distanza, è la prova di un'antica generale osservazione della rivoluzione sinodica o mese lunare. Una sfasatura temporale potrebbe però esserci nella datazione delle due serie, perché le incisioni rupestri del Bohüslan, per i loro soggetti sono datate all'Età del Bronzo, mentre quelle del Beigua sono di difficile datazione e si possono soltanto supporre più antiche.

L'osservazione della Luna e perfino di momenti dell'anno metonico, è provata dall'orientamento di monumenti megalitici irlandesi, inglesi, bretoni e tedeschi. Il principio della riconosciuta osservazione di fenomeni astronomici in luoghi molto distanti gli uni dagli altri rende congruo considerare il disegno della "Dag Rune" o "Runa del Giorno", inciso sul versante settentrionale del Monte Beigua, e sulle montagne austriache, come gli originali a cui si è ispirato chi, nell'Europa settentrionale, ha attribuito un significato ad ogni lettera dell'alfabeto runico, il significato che avevano i disegni di uguali incisioni rupestri.

Vi è infatti l'ipotesi, priva di storicità, che le lettere runiche derivino da incisioni rupestri di uguale significato. Ha invece fondamento storico la teoria secondo la quale l'alfabeto runico deriva da quello nord-Etrusco dei Leponzi delle Prealpi Lombarde e dei Reti del Trentino-Alto Adige, portato nel Nord dai membri residui dei Cimbri, dopo la sconfitta dei *Campi Riudii* (Vercelli?) del 101 a.C. ad opera del generale romano Gaio Mario.

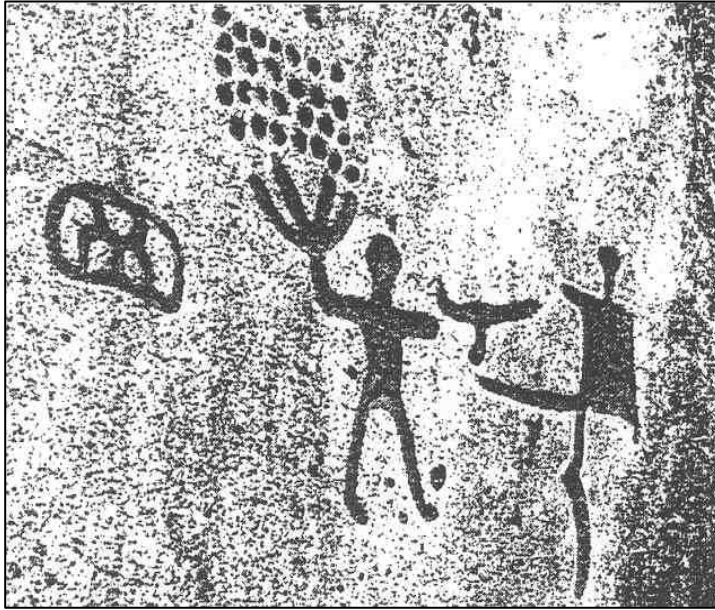


Figura 17. Ventinove coppelle incise, ordinate a rettangolo, ad Aspeberget, nel Bohüslan, Svezia sud-occidentale.

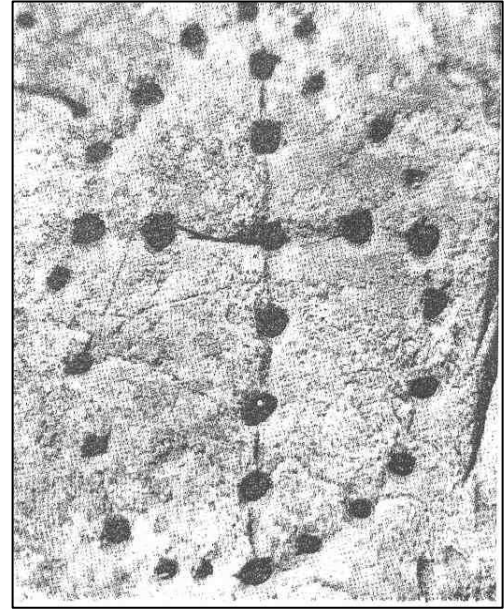


Figura 18. Ventinove coppelle incise, ordinate ad ovale e a forma di croce, sulla Grande Roccia, versante nord del Monte Beigua (Savona) in Liguria.

L'esistenza in altri siti della Liguria storica di incisioni rupestri dal disegno uguale a quello delle altre quattro lettere runiche presentate in questa relazione, dimostra come l'incisione della "Dag Rune" del Monte Beigua non sia stato un unicum.

Come racconto spesso, anni fa ho chiesto ad un montanaro del cuneese e ad una montanara ligure, dove erano i punti ortivi ed occasi del Sole a Natale (solstizio invernale) e a San Giovanni (solstizio estivo) ed essi me li hanno subito indicati con sicurezza. Unendo con diagonali alba invernale e tramonto estivo e poi alba estiva con tramonto invernale, si ottiene la base della lettera "di" (D) runica.

Gli annunci di Aristarco di Samo, nel III secolo a.C., precursore di Copernico, relativamente alla teoria eliocentrica, per cui fu accusato di empietà, e di Ipparco di Nicea nel II secolo a.C. relativamente al fenomeno della Precessione degli Equinozi, sono stati gli apici di osservazioni fatte oggi, oltre che dagli astronomi, soltanto da chi vive immerso nell'ambiente naturale.

La diffusione in Europa, dal Mar Ligure al Mar Baltico, dei disegni di alcune incisioni rupestri che, quali lettere runiche, hanno avuto particolari significati, è paragonabile alla diffusione di diversi aspetti della cultura del Neolitico e può esserne di aiuto per la datazione. Il megalitismo è infatti diffuso dal Sud della Penisola Iberica al Sud della Scandinavia e da Malta all'Irlanda. Il trasporto via mare dell'ossidiana va da Pantelleria, le Lipari, Palmarola e la Sardegna, alle coste mediterranee francesi, a quelle liguri e alla Slovenia. La pietra per le asce levigate viaggiava per centinaia di chilometri sia dal ligure Monte Beigua, che da Plancher-les-Mines nell'Alta Saona, in Francia.

La toponomastica dimostra la diffusione dei termini mediterranei pre-indoeuropei, quindi del Neolitico, come “Pen” e “Beg”, con il significato, in lingua bretone, di “testa, punta, estremità, sommità”, nelle zone occidentali del continente, al margine della penetrazione indoeuropea, proveniente dall’Est.

“Pen” è presente dalla Marmolada di Penia, dalle Alpi Pennine, dagli Appennini, dalle Panie delle Apuane, dai Monti Penna e dalle Pegna della Penisola Iberica, alle coste della Bretagna, della Cornovaglia, del Galles ed ai Pennins Mountains. “Beg” è presente dalla Liguria con il Monte Beigua e dal Monte Bego, alle coste della Bretagna a all’Irlanda. È ovvio che queste considerazioni necessitano del conforto di specialisti e possono essere oggetto di futuri approfondimenti.

## *Bibliografia*

BEMMAN, K., 1990, *Der Glaube der Ahnen*, Phaidon, Essen.

KRAUSE, A., 2002, *Die Geschichte der Germanen*, Campus Verlag, Frankfurt.

PRIULI, A. – PUCCI, I., 1994, *Incisioni rupestri e megalitismo in Liguria*, Priuli & Verlucca Ed., Ivrea.



# Per un progetto di Parco di paleo-archeoastronomia nel promontorio del Caprione (SP)

*Enrico Calzolari*

(Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici,  
Società Italiana di Archeoastronomia)

Il 28-29 Aprile 1999 è stato indetto dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali e dalla Soprintendenza Archeologica e per i Beni A.A. A. e S. del Molise un Convegno Internazionale a titolo “*Preistoria e musei in Europa*”, che si è svolto ad Isernia. In tale occasione il sottoscritto ha presentato una comunicazione, integrata con due poster, a titolo “*An archaeoastronomic open museum in the promontory of Caprione (La Spezia)*”.

Successivamente il Presidente pro-tempore della Associazione Ligure Sviluppo Studi Archeoastronomici, Luigi Felolo, aveva presentato un analogo progetto per il bando nazionale, destinato al finanziamento, di trenta percorsi all’aperto per la diffusione fra i giovani dei principi scientifici, progetto risultato purtroppo il primo fra i non finanziati.

Pur avendo mancato l’obiettivo principale (cioè il finanziamento) la classificazione finale ha dimostrato la buona impostazione del progetto, che oggi, in tempi meno contrari alla paleoastronomia e all’archeoastronomia, avrebbe forse potuto rientrare anche fra quelli finanziati. Sembra quindi opportuno, alla luce della nuova consapevolezza acquisita dagli organi rappresentanti la cultura ufficiale circa le valenze della nostra disciplina, riproporre un simile progetto, che potrebbe interessare i Comuni di Ameglia, di Lerici e di Arcola e soprattutto il



Parco di Montemarcello e del Magra. Già da alcuni anni il Parco di Montemarcello organizza una escursione guidata per assistere alla formazione della farfalla dorata nel tetralite di San Lorenzo al Caprione e questa prima timida apertura potrebbe portare ad ulteriori attività escursionistiche e anche alla accettazione, con il contributo della Regione Liguria, di un progetto di valorizzazione delle molteplici valenze di questo territorio, che si possono così indicare:

- 1) Preistoria = megalitismo orientato (tetralite, pietre a sella)  
dolmen orientato a Sud, con selci
- 2) Protostoria = statua stele di Lerici (corredo halstattiano ed etrusco)  
tombe celto-liguri della necropoli di Ameglia  
macine a remo (periodo La Tène)  
costruzioni a *tholos* orientate (cavanei)
- 3) Romanità = villa romana di Bocca di Magra  
cisterna romana di Senzano  
orto magno di Solaro  
angolus di Bocca di Magra (scomparso)
- 4) Medioevo = borgo fortificato di Barbazano  
villaggio pastorale di Portesone  
chiesa orientata in equinoziale di San Lorenzo al Caprione  
castello di Ameglia  
castello di Lerici  
torre di avvistamento di Gorpina (Tellarò)  
fornaci da calce  
la via dei mulini di Lerici  
la via dei mulini di Tellarò.

Volendo spingerci ad altre valenze e ad epoche successive potrebbero essere indicate le varie chiese, le ville, le tracce della memoria storico letteraria (Dante, Petrarca, Boccaccio, Byron, Shelley, Lawrence, Böcklin, Max Weber, Virginia Wolf, D'Annunzio, Quasimodo), l'archeologia industriale delle fornaci da calce, l'archeologia militare ottocentesca e della Prima e della Seconda Guerra Mondiale, nonché la paleontologia (orme di Falconara, orme della Marossa), nonché, in ultimo, le tracce della presenza dei Templari.

Le scoperte più antiche, meno note, ma più affascinanti, sono emerse nell'ambito della paleo- astronomia (cioè evidenze databili prima dell'arrivo della scrittura) anche se inaspettate. Scoperte sono da poco emerse nelle strutture a *tholos* orientate (i Cavanei) che, oltre all'archeoastronomia, hanno mostrato misure derivanti dalla geometria pitagorica. Ciò è emerso nel "cavaneo" (voce celtico-irlandese *cobhan*, luogo rotondo) di Spirito Santo, situato sotto la

Serra di Lerici. Quest'ultima scoperta è da attribuire all'ingegner Sergio Berti, che la ha già presentata in vari convegni, nazionali e internazionali.

Alcune delle valenze del Caprione sono uniche nella casistica delle ricerche archeologiche, quali:

- a) la canoa tantrica del sito di Scornia (etimologia celtica da *skeir-na*, il luogo delle rocce);
- b) le pietre a sella semplice di Scornia per formare l'allineamento del Sole al sorgere;
- c) la pietra fallica con corona di coppelle e coppella centrale, attribuita al culto di Shiwa dal prof. Rana P. B. Singh del Dipartimento di Geografia della Banaras Hindu University di Varanasi, India.

Il costruito che, per ora, appare unico a livello mondiale, e che è costituito dal tetralite di San Lorenzo al Caprione, ove si forma la "farfalla dorata" al tramonto del Sole al solstizio d'estate, trova una parziale somiglianza costruttiva con il trilite di Niolu (Corsica). Gli elementi comuni fra il trilite di Niolu ed il tetralite di San Lorenzo sono:

- 1) entrambi i costrutti sono sormontati dalla losanga;
- 2) in entrambi i costrutti le losanghe e gli ortostati combaciano con l'angolo di 30°, il che, nella tecnica di sicurezza delle costruzioni, permette che la formazione del parallelogramma delle forze cada all'interno della base della struttura;
- 3) entrambe le aperture sono orientate al tramonto del Sole al solstizio d'estate;

L'elemento che appare soltanto nel sito di Niolu è, per lo meno per ora, la penetrazione della struttura da parte della luce del Sole al sorgere del solstizio d'inverno, che non si può vedere nel Caprione per la presenza del fitto bosco.

Gli elementi che appaiono soltanto nel tetralite di San Lorenzo sono:

- 1) la presenza della grande pietra trasversale, ortogonale all'angolo di orientamento del tetralite, che permette alla luce del Sole di proiettare la forma della farfalla dorata;
- 2) la presenza della pietra fallica contrapposta, nella quale si forma la farfalla dorata,
- 3) la presenza di un vulviforme (universalità degli elementi della procreazione);
- 4) la pietra di zeppatura della grande pietra trasversale (funzione di sicurezza);
- 5) la grande pietra menhir, spezzata, posizionata per ricevere il primo raggio del Sole al sorgere equinoziale (questa esperienza è stata resa possibile dal taglio degli alberi del bosco da parte dei boscaioli professionali, due anni fa);
- 6) la presenza a circa trenta metri di distanza dal tetralite, di un grande menhir che segna l'ampiezza massima dell'azimuth del Sole al tramonto del solstizio d'estate (301°);
- 7) la presenza dell'esedra (semicerchio con sedile) a circa quaranta metri dal tetralite, posto lungo la direttrice del Sole che penetra il tetralite.

Oltre a questa ricchezza di valenze di paleo astronomia, nel sito di San Lorenzo si deve riscontrare anche la "continuità del sacro" fra la preistoria ed il Cristianesimo, essendovi i ruderi della più precisa chiesa orientata in equinoziale fin qui misurata. I dati rilevati sono stati oggetto di comunicazione tenuta a Como, a Villa Olmo, nel maggio 1998, comunicazione che è contenuta negli Atti del XVIII Congresso di Storia della Fisica e dell'Astronomia. Si deve quindi rilevare in San Lorenzo una valenza di "archeoastronomia cristiana".

L'allineamento al sorgere equinoziale si rinviene anche nel sito di Scornia, un sito più evoluto rispetto ai cinque che formano in carta la figura della costellazione Cassiopea. In

un *templum* (lo spazio suddiviso dalle quattro direzioni cardinali Nord-Sud-Est-Ovest) è stato collocato al centro il sedile dell'augure, ricavato nella roccia scolpita (*solium*) e da questa posizione è possibile osservare il Sole che sorge all'equinozio e che illumina la trincea nel senso Est-Ovest. Il sorgere al solstizio d'inverno si rileva invece nell'allineamento formato da due "pietre a sella" poste a circa dieci metri di distanza una dall'altra nel sito di Cattafossi, uno dei cinque siti della configurazione di Cassiopea, sito caratterizzato da una etimologia derivante dalla radice *catzum*, cioè la pietra fallica. In questo sito si notano pietre falliche e strane costruzioni assimilabili alle *tholos*, ma più primitive.

Nel sito di "Canaa Granda", luogo un tempo ricco di acque, vi è la grande pietra fallica che porta nella sommità una corona di sette coppelle con coppella centrale, orientata verso il sorgere equinoziale, riconosciuta come simbologia derivante dal culto di Shiwa. Reperti relativi alla tradizione dell'India sono stati trovati dal sottoscritto nel Sentiero Sacro 118 CAI di Lunigiana. Se non fosse sufficiente questa informazione, peraltro presentata in una comunicazione al Valcamonica Symposium del 1996, sostenuta con una eccezionale perizia del petrografo prof. Roberto Chiari, si consideri che Luni è una città della Valle dell'Indo e parimenti Luni è un fiume della Valle dell'Indo. Una comunicazione in tal senso è stata presentata al Convegno S.I.A. del 2003, tenutosi a Capodimonte (Napoli) ed è stata pubblicata nella "Rivista Italiana di Archeoastronomia" – volume III – 2005 a titolo "*Geografia sacra in India ed in Lunigiana*". La sacralità dell'altare a forma di losanga emerge nel sito di "Campo de Già", ove si nota anche la presenza di un vulviforme simile a quello che si trova presso il tetralite di San Lorenzo, assieme ad una pietra a sessola adatta per il parto. La attuale dolina di "Campo de Già" era uno specchio d'acqua nella preistoria e vi sgorgavano sorgenti, le cui acque erano canalizzate verso la pietra del parto, che presenta un foro in entrata ed un foro in uscita, che denotano l'utilizzo di acque.

La scoperta più recente del promontorio del Caprione è stata quella del piccolo dolmen di Codina, orientato a Sud, del tutto simile al dolmen di Monte Grosso (Cinque Terre) e parimenti orientato a Sud. All'interno del dolmen sono state trovate quindici selci, fatte periziare dal prof. Roberto Chiari, e di cui è stata data informazione alla Sovrintendenza Archeologica della Liguria. Questa piccola ma ricca azione di scavo superficiale è stata resa possibile dal fatto che la Sovrintendente della Liguria, dottoressa Spadea aveva in precedenza inviato al sottoscritto una lettera in cui si affermava che nelle quarantotto lettere raccomandate di segnalazione di valenze di archeoastronomia (ed implicitamente di archeologia) non vi era alcun contenuto riconoscibile come valido. Ovvio che dopo questa dichiarazione ufficiale non ci si trovasse di fronte ad area archeologica, per cui non era da considerare reato mettersi a scavare, seppur superficialmente. Ovvio anche che, dopo aver trovato così numerose selci e averle fatte periziare ed averle considerate vere, gli scavi superficiali siano stati interrotti, anche perché il proprietario del fondo così aveva voluto per evitare che il suo terreno venisse riconosciuto area archeologica. L'elenco delle selci, la loro natura petrografica e la loro provenienza (una è risultata proveniente dai Monti Lessini) sono state pubblicate nel "quaderno del territorio" della Pubblica Assistenza di Lerici, edito nel 2005, a titolo "*Raccolta di toponimi del territorio di Lerici*" – Tomo IV, Appendice II – Tavola riassuntiva della struttura dolmenica di Codina.

Presso il sito di Codina, in una villa, è ricoverata la stele di Lerici del V Secolo a.C., che porta armi da offesa Halstattiane e corredo da difesa etrusco. Nel sito di Combara è stata scoperta una *tholos* in cui la luce del Sole che tramonta al solstizio d'inverno entra all'interno della struttura e vi rimane, illuminandola, anche dopo quattro minuti dal momento in cui il Sole è tramontato nel mare. Il fenomeno della penetrazione della luce al tramonto del Solstizio d'Inverno si rinviene anche nella *tholos* nota come "Cavaneo del Debbio", ove peraltro la luce del Sole che tramonta penetra anche al tramonto equinoziale. Più recentemente è stata notata la

penetrazione della luce al tramonto del Sole nei momenti calendariali anche nel “Cavaneo di Spirito Santo”, studiato dall’ingegner Sergio Berti e presentato all’XI Convegno S.I.A. di Bologna (2011).



Figura 1. San Lorenzo al Caprione. Il Sole penetra il tetralite al tramonto del Solstizio d’estate.



Figura 2. San Lorenzo al Caprione. Il tetralite (quattro grandi pietre) che riproduce il mito della farfalla, animale psicopompo. Si noti l’angolo di contatto fra la losanga e gli ortostati di  $30^\circ$ , il quale permette che il parallelogramma delle forze cada entro la base.



Figura 3. Il Caprione, visto da Santo Stefano Magra, durante il temporale. I fenomeni elettrici, del tutto eccezionali, spiegano la natura dei campi elettromagnetici generati dalla geologia e dalla tettonica del territorio, attraversato dalla grande faglia che ha generato il Mar Tirreno.





Figure 4 e 5. Il Caprione, visto dalla marina e dalla Versilia così come lo aveva descritto D'Annunzio nell'*Alcione*.



Figure 6 e 7. Selci rinvenute all'interno del piccolo dolmen di Codina.



Figura 8. Caprione; il dolmen di Codina, orientato verso Sud, come l'analogo di Monte Grosso (Cinque Terre).

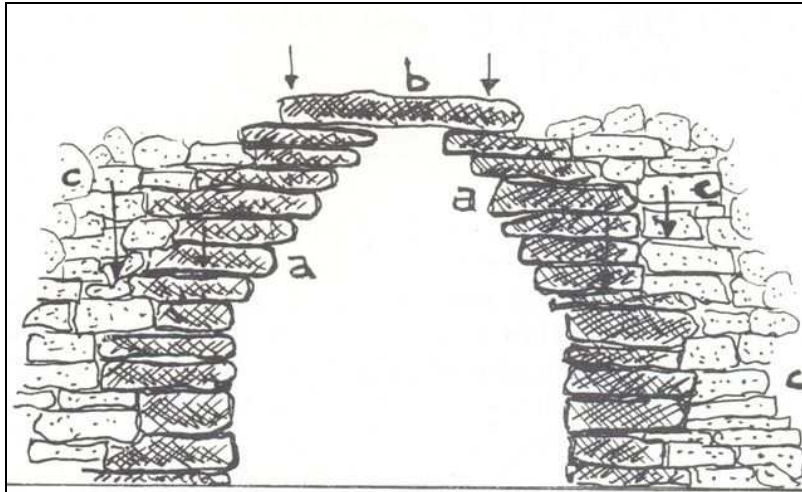


Figura 9. Caprione. Schema costruttivo di Cavaneo in sezione verticale.

Figura 10. Cavaneo del Debbio. La illuminazione finale all'infrarosso colpisce la nicchia all'interno del cavaneo (solstizio invernale)



Figura 11. Cavaneo del Debbio. Gli ultimi raggi equinoziali entrano diagonalmente nella struttura del cavaneo.





Figura 12. Debbio. Il panorama che si scorge dall'esterno del cavaneo.



Figura 13 (a lato). Solstizio d'inverno a Combara. La luce del Sole continua a penetrare all'interno della pseudo-grotta anche dopo che il Sole è tramontato sotto l'orizzonte.

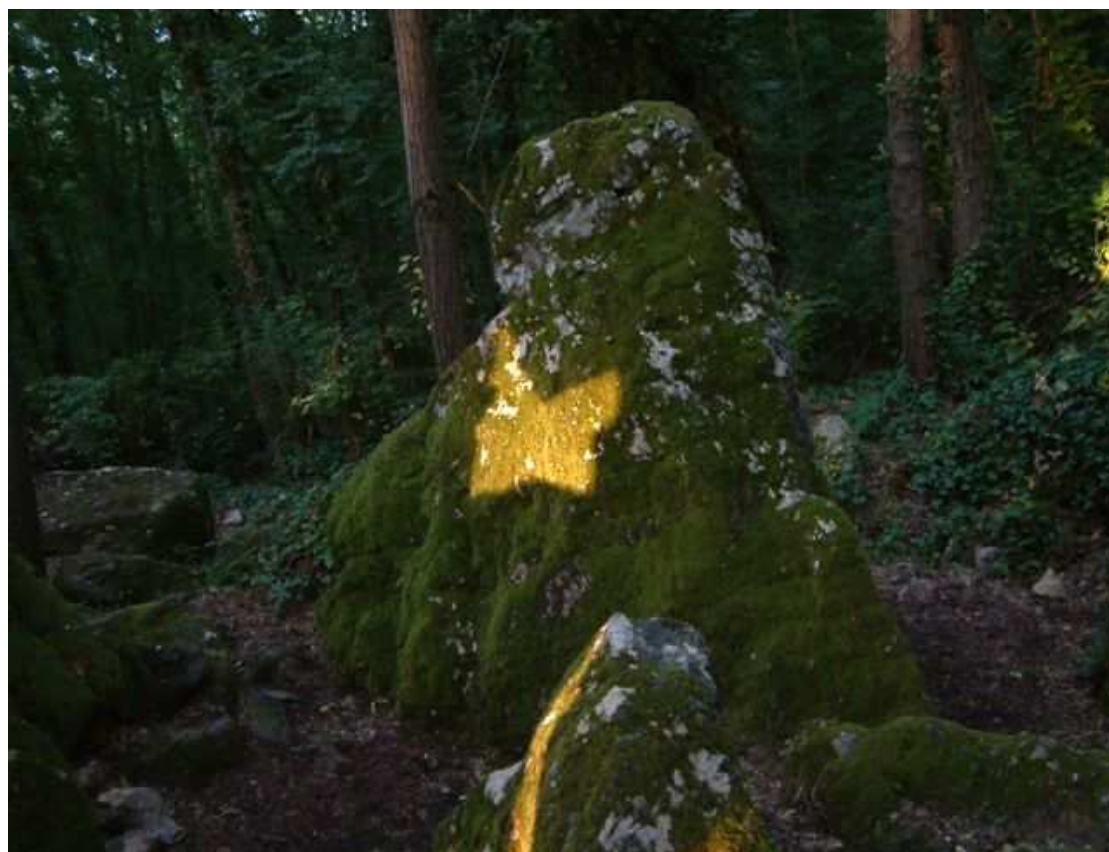
Figura 14 (sotto). Combara. Tramonto del Sole al solstizio d'inverno dall'interno della pseudo-grotta con apertura pentagonale.



Figura 15. Canaa Granda. La pietra fallica con la corona di sette coppelle e coppella centrale, orientata verso il sorgere equinoziale, riconducibile al culto di Shiwa.



Figura 16. San Lorenzo al Caprione. Schema ottico di come si forma la farfalla dorata. La luce del Sole, proveniente da Ovest al calare del Sole, penetra attraverso il tetralite, proiettando una macchia di luce a forma di farfalla sulla pietra verso Est.  
Figura 17. San Lorenzo al Caprione. L'ultima apparizione della farfalla dorata al 26 luglio (in occasione della festività di Sant'Anna).





## *Bibliografia specifica*

AA.VV. – *Book of Irish Names, First, Family & Place Names* – The Appletrees Press, Belfast, 1990.

AA.VV. - Rivista Italiana di Archeoastronomia – Tomo III, 2005, articolo: *Geografia sacra in India ed in Lunigiana*, di E. Calzolari & Davide Gori

AA. VV. – Rivista Italiana di Archeoastronomia – Tomo IV, 2006, articolo: *Niolu (Corsica): da Roger Grosjean alla Paleoastronomia*, di E. Calzolari & A.M. Ottavi

AA. VV. - Atti del Congresso Internazionale “Oxford VI & S.E.A.C. 99” Astronomy and cultural diversity” – *Sacred Landscapes and Cosmic Geometries: a study of Holy Places of North India* – di Rana P.B. Singh & J.McKim Malville

S. BERTI, E. CALZOLARI, S.MARCHI – *Penetrazione della luce del Sole al tramonto del solstizio d’inverno ed al tramonto equinoziale in una struttura a tholos del promontorio del Caprione (Lerici, la Spezia)* – Atti del VII Convegno Nazionale della Società Italiana di Archeoastronomia, Museo Nazionale Romano Terme di Diocleziano, Roma, 2007.

G. CABANO – *I Cavanei del Monte Caprione* – Losi, Lerici, 1985

E. CALZOLARI – *Meridiane preistoriche nelle Cinque Terre?* – articolo sul Bollettino dell’Osservatorio Astronomico di Genova, n° 65 – Piazzetta dell’Università Popolare, Genova, giugno 1994.

E. CALZOLARI – *Raccolta di Toponimi del territorio di Lerici* – Tomo III, Losi, Lerici, 1990

E. CALZOLARI – *L'impronta della costellazione Cassiopea nel Caprione* - in atti del XVI Valcamonica Symposium “Sciamanesimo e mito”, settembre 1998, Centro Camuno di Studi Preistorici, Capo di Ponte (Brescia)

E. CALZOLARI et alii, *The Generating Constellation of the Great Bear, the Cassiopea and the Butterfly; a Sardinian and Ligurian Cosmogony?* – Memorie della Società Astronomica Italiana, INSAP III The Inspiration of Astronomical Phenomena, Palermo, dicembre 2000-gennaio 2001.

E. CALZOLARI, D. GORI – *Archeoastronomy and Shamanism in the Central Mediterranean Area (Sicily, Sardinia, Puglia, Eastern Liguria)* - Congrès International Environnement et Identité en Méditerranée – Université de Corse, “Pascal Paoli”, Corte, Juillet 2002.

E. CALZOLARI – *Studi di Lunigiana, Antiche acque di Lunigiana, Terra misteriosa dedicata a divinità femminili* – Editrice Mediaevo, Crema, 2004.

M. GIMBUTAS, *Il linguaggio della Dea* – Longanesi, Milano, 1990.

# *Campi di piramidi e costellazioni parallele al piano galattico*

*Paolo Pietrapiana*

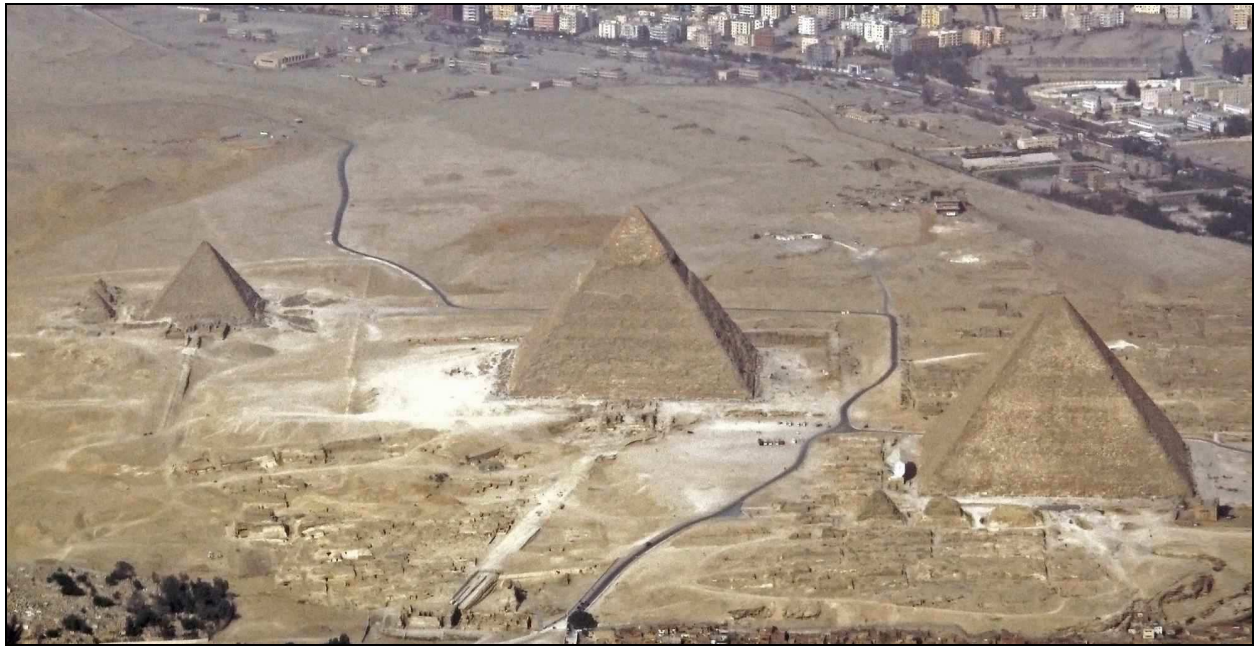


Figura 1. *Le tre piramidi della piana di Giza viste da est. (Foto di G. Suadoni)*

## **Piramidi e stelle**

Si deve all'intuizione di Robert Bouval (vedi [figura 2](#)) la correlazione che lega le piramidi della piana di Giza con le stelle della cintura di *Orione*. Questa scoperta ha cambiato per sempre l'ottica con la quale saranno studiati i monumenti più antichi di tutto l'Egitto.

Contro una scienza ortodossa che ha sempre negato qualsiasi loro legame con contenuti che non fossero univocamente riconducibili ad aspetti funerari, Bouval ha infranto, speriamo per sempre, un assurdo tabù egittologico aprendo orizzonti di indagine prima impensabili.

Chi scrive ha partecipato nel 2003 a Firenze ad un incontro di egittologia organizzato da una nota rivista del settore; il relatore professionista di turno non perse l'occasione di aprire il suo intervento con queste parole "È inutile occuparsi ancora delle piramidi perché tutto ciò che si poteva scoprire è già stato detto". La frase ricorda da vicino un'affermazione altrettanto storica pronunciata alla fine del XIX secolo da un funzionario di una sezione brevetti del regno britannico il quale dichiarò che il suo ufficio non aveva ormai più ragione di esistere in quanto tutte le scoperte meritevoli di essere brevettare erano già state fatte.

Il presente contributo si prefigge di rafforzare con dati inediti la già nota correlazione tra piramidi e stelle; parallelamente, a supporto di questa visione stellare, viene proposta una interpretazione organica rispettosa della spiritualità faraonica.

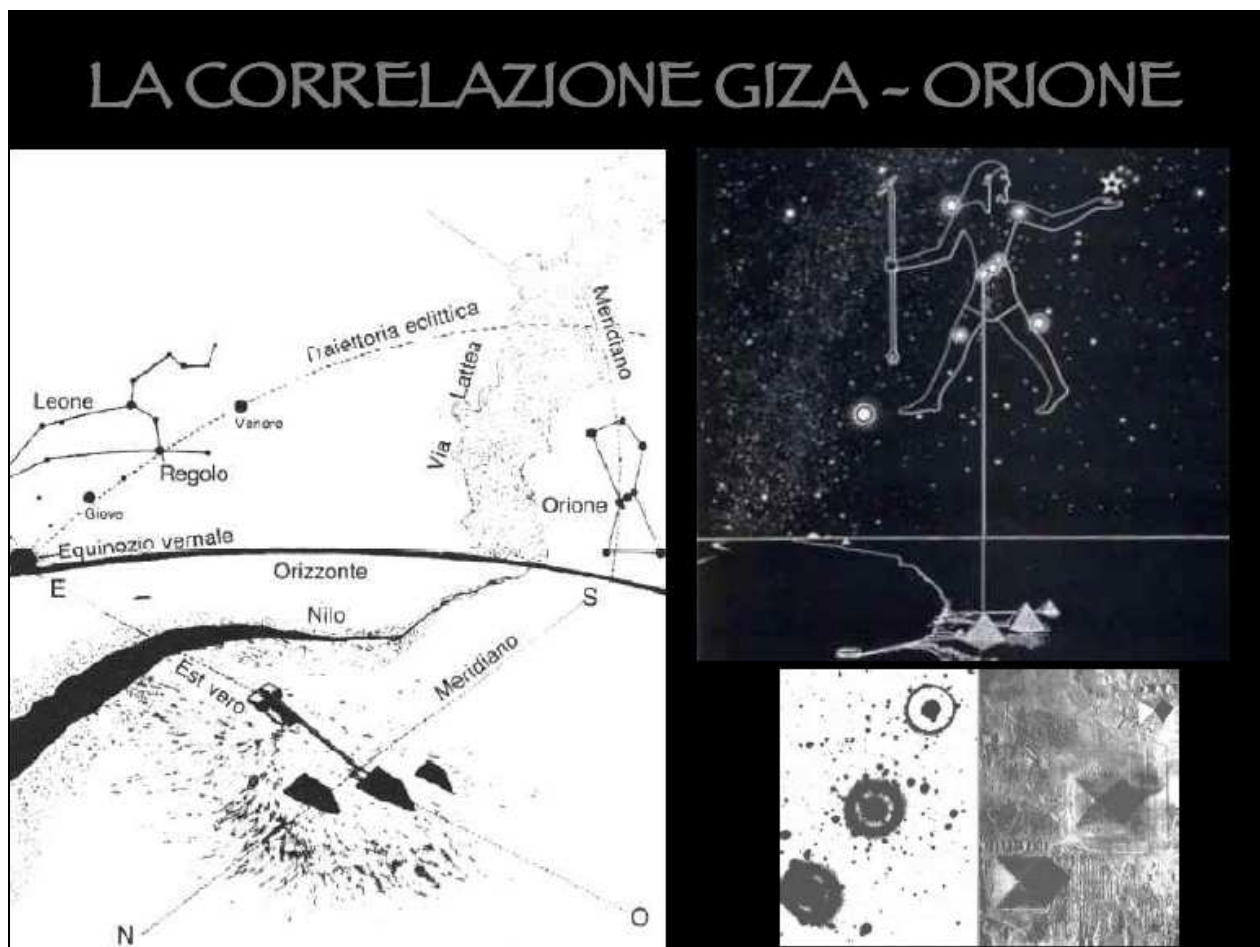


Figura 2. Correlazione tra stelle della cintura di Orione e piramidi dell'area di Giza sulla riva occidentale del Nilo.

## Campi di piramidi e costellazioni parallele al piano galattico

Tra i numerosi libri che si sono occupati di piramidi uno in particolare attirò la mia attenzione.<sup>169</sup> In esso gli autori ipotizzavano in modo spregiudicato che non solo le tre piramidi di Giza si potevano correlare con stelle presenti nella costellazione di *Orione*, ma che tutte le piramidi sulla sponda occidentale del Nilo da Abw Rawash, posta a nord di Cheope, e sino al

<sup>169</sup> Wayne Herschel, Birgitt Lederer - *The hidden records I* – 2003, Ed. Printability.

distretto meridionale di Dashur, per una distanza di almeno 30 km, potevano avere un corrispettivo celeste (figura 3).

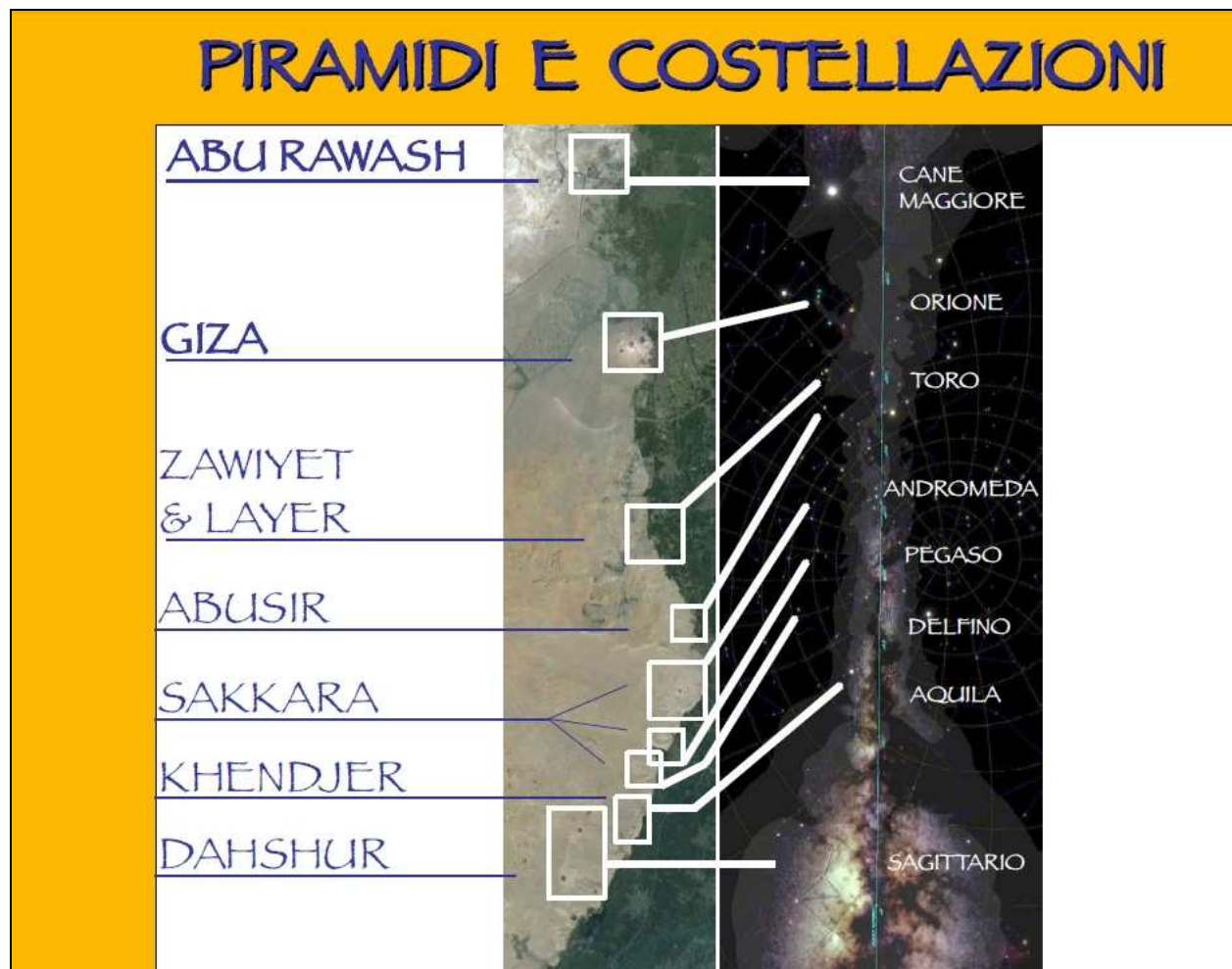


Figura 3. La riva occidentale del Nilo da Abw Rawash sino a Dashur è costellata di decine di piramidi sia singole che in gruppo. Secondo gli autori tutti questi campi di piramidi mostrano una controparte celeste lungo la via lattea. Essi infatti corrisponderebbero alle costellazioni dal Cane Maggiore sino al Sagittario in una sequenza parallela al piano equatoriale della nostra galassia.

In effetti il concetto portante di questa ipotesi è molto antico e, forse per questo, anche molto semplice: l'Egitto è lo specchio del cielo. Il fiume Nilo può pertanto essere considerato la Via Lattea, mentre il deserto orientale e quello occidentale appaiono come le sue due sponde. Se le piramidi sono paragonabili a stelle, il loro raggrupparsi identifica allora le costellazioni lungo quella riva del fiume celeste in cui è presente anche la costellazione di *Orione*.

Per rendere plausibile il tutto è necessario verificare che le costellazioni presenti in quella zona di cielo abbiano effettivamente il loro corrispettivo nella sequenza di campi di piramidi. L'ipotesi di lavoro potrà considerarsi invece dimostrata solo con la conferma che il numero degli edifici, le loro reciproche proporzioni, i rapporti spaziali tra le piramidi e la sequenza dei campi correlano con gli asterismi stellari corrispondenti. Alcune di queste prove, pubblicate nel testo più sopra ricordato, sono state, come sempre, ignorate. Qui di seguito esse vengono riassunte e, ove opportuno, approfondite mentre a loro conferma gli autori del presente contributo portano ulteriori dati del tutto inediti.



Considerando acquisito il fatto che le piramidi della piana di Giza rappresentano le tre stelle della cintura di *Orione*, possiamo verificare che a Nord di questo sito esiste una sola piramide nota ed è quella di Abw Rawash. Se ci spostiamo invece da Giza verso sud lungo la riva occidentale del Nilo, in siti tra loro distanti almeno alcuni chilometri, troviamo piramidi singole, come quella di Zawyet-Layer, e, soprattutto, i campi di piramidi di Abusyr, Sakkara (Nord, Centro e Sud), Khendjer e Dahshur. Ad ognuno di loro può essere abbinata, almeno in prima approssimazione, una costellazione della sequenza evidenziabile lungo il bordo della via lattea come illustrato in figura 4.



Figura 4. Il campo di piramidi di Abusyr e la sua controparte astronomica, l'ammasso aperto delle Pleiadi nella costellazione del Toro. Come si nota dall'immagine vi è una intrigante rassomiglianza tra le due aree per quanto riguarda la disposizione delle piramidi al suolo e le stelle dell'ammasso stellare.

Naturalmente piramidi singole esprimono una significatività senz'altro meno stringente ma non per questo del tutto ignorabile. In quest'ottica la piramide di Abw Rawash corrisponderebbe alla stella *Sirio* nella costellazione del *Cane Maggiore*, mentre Zawyet-Layer alla stella *Aldebaran* in *Toro*. Ancora più a sud troviamo il complesso piramidale di Abusyr riconducibile all'ammasso aperto delle *Pleiadi* anch'esso in *Toro*. Nel caso delle Pleiadi, la corrispondenza inizia a farsi più evidente.

Scendendo ancora troviamo l'enorme complesso della piana di Sakkara che per la sua estensione è stato diviso in tre aree (nord, centro e sud) in esse si possono riconoscere le

costellazioni di *Andromeda*, *Pegaso* e *Delfino*. Questa volta la corrispondenza non è certamente casuale sebbene si noti la mancanza di una piramide in corrispondenza della stella più luminosa della costellazione di *Andromeda*. A questo campo di piramidi dedichiamo più oltre un dettagliato approfondimento. La sequenza finisce con le costellazioni di *Aquila* a Khendjer e *Sagittario* a Dahshur (figura5).



Figura 5. Decisamente più significativa la correlazione spaziale tra le piramidi di Dashur e la costellazione del Sagittario. Questa costellazione presenta la peculiarità di trovarsi in corrispondenza del centro galattico, un dettaglio di fondamentale importanza secondo gli autori per dare significato a tutta la sequenza di piramidi.

Dall'analisi emerge quindi che sul terreno vengono ad essere rappresentate tutte le costellazioni che appartengono ad una sequenza disposta parallelamente al piano galattico con inizio in *Cane Maggiore* e termine in *Sagittario*. Una particolarità di *Sagittario* è che questa costellazione è posta in direzione del centro galattico, dettaglio non trascurabile per ciò che si andrà a suggerire. È doveroso ricordare che ancora più a sud di Dahshur e sino a Meidum esistono altri edifici (piramidi e mastabe) non contemplati nel presente studio in quanto di non chiara interpretazione. Chi scrive si riserva di indagare più approfonditamente su di essi in successivi contributi.

Prima di addentrarci nel tentativo di dare un senso a tutto questo, approfondiremo in modo dettagliato la conoscenza del campo di piramidi appartenenti a Sakkara Nord in modo da

apportare ulteriori dati utili a dimostrare la sua correlazione con la zona di cielo corrispondente alla costellazione di *Andromeda*.

## Sakkara e la costellazione di Andromeda

La prima analisi ha già dimostrato che vi è una plausibile rassomiglianza tra le piramidi della piana di Sakkara Nord con la sequenza di stelle della costellazione di *Andromeda*. Manca tuttavia al suolo una piramide in corrispondenza della stella più luminosa. Non essendo pensabile che sia stata, per così dire, dimenticata od omessa dai costruttori, una possibile spiegazione potrebbe essere data dal fatto che la piramide mancante fu la prima ad essere edificata ma, proprio per questo, rapidamente distrutta, forse per riutilizzare il suo materiale a favore di edifici più recenti. Chi scrive è conscio delle ricadute di tale affermazione: ciò significherebbe che la prima piramide costruita in Egitto non fu quella di Zoser come impone invece l'Egittologia ortodossa. Al momento tuttavia non è possibile confermare o escludere nulla in quanto, come documentano le immagini da satellite, l'area corrispondente non risulta essere ancora stata scavata (figura 6).



Figura 6. Nella zona di Sakkara corrispondente alla stella mancante il terreno non risulta essere stato scavato. Secondo gli autori quindi non si può escludere che sotto le sabbie siano ancora da scoprire le rovine di quella che potrebbe diventare la prima vera piramide di tutto l'Egitto.



Procedendo nella nostra analisi ci occupiamo ora non più di piramidi ma di tutte le altre costruzioni antiche presenti nell'area archeologica di Sakkara con lo scopo di valutare se vi sia corrispondenza anche tra questi edifici e le stelle della costellazione di *Andromeda*.

Si consideri che un elevato numero di oggetti a registro permetterebbe di calcolare correlazioni significative a livello statistico tra il cielo di *Andromeda* e la terra di Sakkara. Osservando la figura 7, è senz'altro verificabile una stringente corrispondenza per la totalità degli edifici rintracciabili al suolo tramite la foto satellitare. D'altro canto la presenza in cielo di un numero maggiore di stelle rispetto alle strutture sul terreno può essere spiegata, ancora una volta, dal fatto che le aree della piana di Sakkara corrispondenti alle stelle in soprannumero non sono state scavate e quindi nulla vieta di ipotizzare che sotto la sabbia siano celati moltissimi reperti archeologici che attendono di essere scoperti.

Una coincidenza forse è una casualità, due coincidenze giustificano un legittimo dubbio ma tre o più coincidenze depongono per una quasi certezza. Se l'ipotesi qui formulata risultasse veritiera, allora in futuro potrebbe nascere una nuova disciplina: l'*archeografia stellare*. Grazie a questo metodo, la ricerca di un edificio nascosto sotto le sabbie andrebbe semplicemente verificata sulla carta astronomica della zona di cielo corrispondente all'area archeologica in esame e confermata dalla presenza di una stella idonea per posizione e luminosità.

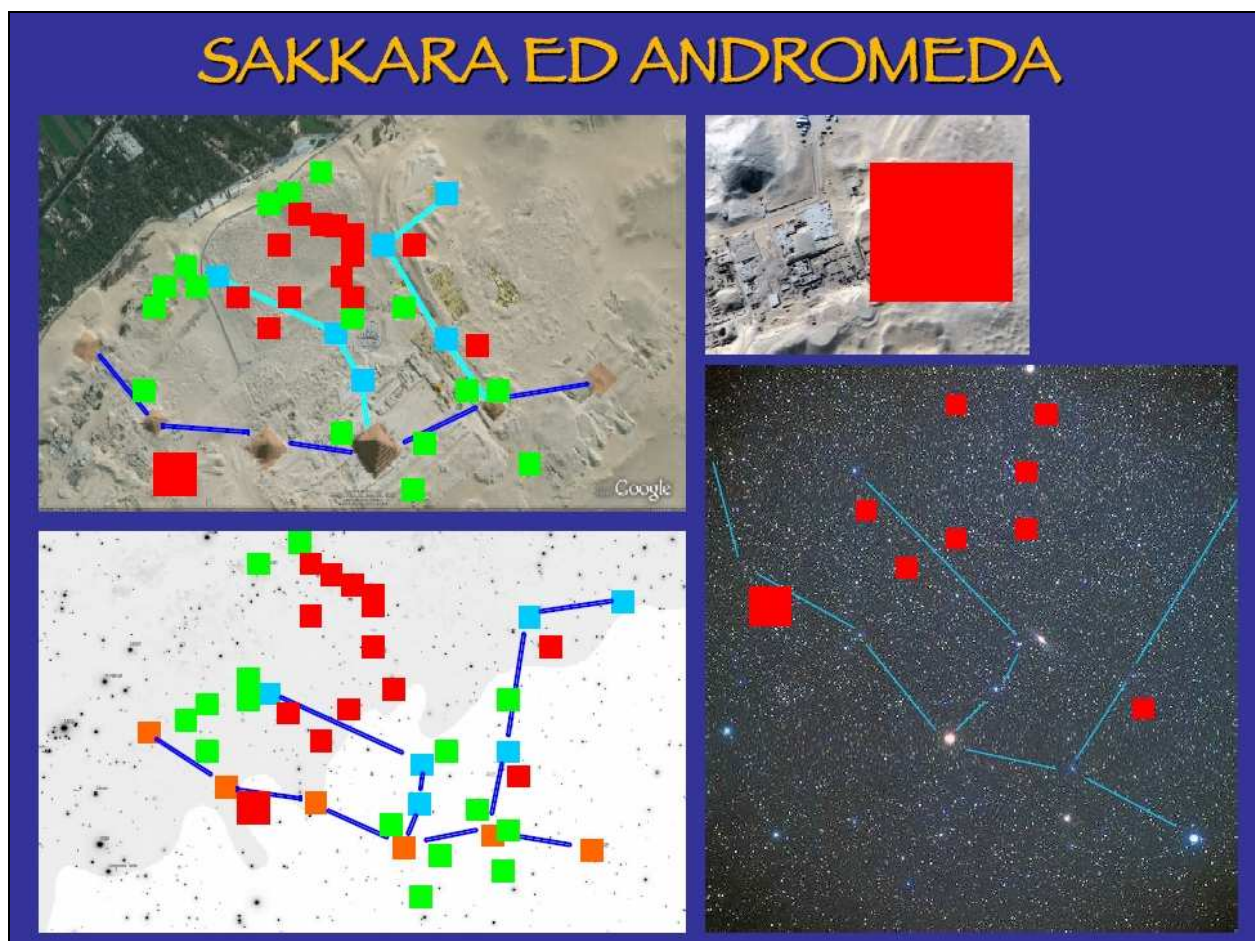


Figura 7. Il campo di piramidi dell'area archeologica di Sakkara nord e tutti gli edifici funerari in esso presenti correlano in modo impressionante con le corrispondenti stelle della costellazione di *Andromeda*. Secondo l'autore le stelle in soprannumero potrebbero corrispondere ad edifici ancora sommersi dalle sabbie e non ancora scoperti. Per identificarli potrebbe risultare utile una semplice carta stellare.



## La Dea Nut e la galassia

Un secondo aspetto interessante del presente studio emerge dalla constatazione che la sequenza di costellazioni corrispondenti ai campi di piramidi risulta essere adiacente e parallela alla via lattea. In un suo studio, A. Maravelia<sup>170</sup> suggerisce la possibilità che la Dea egizia del Cielo *NUT* sia in realtà la rappresentazione della Via Lattea. Nel periodo ramesside alla Dea era attribuito il compito di inghiottire il Sole al tramonto per partorirlo, rigenerato, all'alba. Al contrario, all'alba erano le stelle ad essere inghiottite dalla bocca di NUT per essere partorite al tramonto in un ciclo perenne di rinnovamento quotidiano.

Se questa visione è corretta, allora il fatto che la sequenza di piramidi sia in stretta relazione con la dea Nut, non può essere considerato casuale. Come non casuale appare la scelta della sequenza di costellazioni: iniziando da Nord la prima costellazione, come abbiamo visto, è *Cane Maggiore* la cui stella principale è Sirio che nella religiosità egizia identifica l'anima (*Ba*) della dea Iside così come la costellazione di *Orione* è l'anima del dio Osiride guardiano e giudice dell'aldilà (*Dwat*). Alla fine della sequenza troviamo invece *Sagittario* che in cielo identifica la regione celeste corrispondente al nucleo galattico, luogo tra i più attivi e peculiari di tutto l'universo conosciuto: in esso nascono stelle e si producono enormi quantità di energia che viene liberata nello spazio sotto forma di radiazione luminosa e campi elettromagnetici, un vero e proprio utero cosmico di potenza generatrice inimmaginabile, o, più semplicemente, esso appare come la regione più luminosa di tutta la Via Lattea. Se osserviamo la dea Nut nella sua tradizionale posizione, così come viene raffigurata in molte tombe reali del nuovo regno, essa assomiglia in modo impressionante all'aspetto della Via Lattea osservabile ad occhio nudo in cielo (vedi [figura 8](#)).



<sup>170</sup> Amanda Alice Maravelia – *Cosmic space and archetypal time: depictions of the sky-goddess Nut in three royal tombs of the new kingdom and her relation to the Milky Way*. Pubblicato in *Gottingen Miszellen*, 197, 2003, 55-72.

Figura 8 (pagina precedente). *Galassia e Dea Nut in due rappresentazioni di stringente similitudine. La Dea Nut come viene raffigurata su di un soffitto delle cappelle osiriache del tempio della Dea Hathor a Dendera. Sotto Nut si riconosce il Dio Geb, la Terra, con il sole all'alba ed al tramonto nelle sue mani.* (Foto di Paolo Pietrapiana).

Nella nostra visione, la bocca della dea corrisponde alla zona del cielo di *Cane Maggiore* ed *Orione* mentre il ventre si trova a coincidere con il nucleo galattico. La costellazione di *Sagittario* pertanto indicherebbe, per analogia, il momento della rinascita delle stelle partorite dai genitali della dea al tramonto. Tutte le altre costellazioni comprese tra *Orione* e *Sagittario* identificherebbero invece il corpo di Nut. L'insieme delle piramidi, da Abw Rawash a Dahshur, verrebbe così a materializzare in terra un percorso celeste di rinnovamento e di rinascita.

## La notte del Nuovo Anno

Ma perché mai la bocca della dea Nut viene a trovarsi in corrispondenza della costellazione di *Cane Maggiore* ed il suo ventre generatore in *Sagittario*?

Durante l'anno l'alba ed il tramonto non sempre coincidono con queste zone di cielo. Per effetto dell'orbita del nostro pianeta attorno al Sole, infatti, ogni stagione presenta costellazioni di volta in volta diverse per ciascuna di queste due peculiari direzioni celesti. Per chiarire il mistero, ancora una volta, dobbiamo ricorrere al sistema sapienziale dell'antico Egitto che, grazie alla sua cristallina razionalità, permette di trovare risposte soddisfacenti e soprattutto in sintonia con eventi naturali e cicli cosmici ai quali da sempre l'uomo partecipa, anche se troppo spesso in modo inconsapevole.

La domanda a cui si deve rispondere è: esiste un periodo dell'anno durante il quale tutte le costellazioni comprese tra *Cane Maggiore*, *Sagittario* e oltre, siano contemporaneamente visibili nel volgere di una sola notte? La risposta è sì, ed ancora una volta rimarremo stupiti.

L'astronomia moderna insegna che, a causa del movimento della Terra attorno al Sole, tutti i corpi celesti visibili di notte, a turno, sono destinati a scomparire ad ovest dietro il Sole al tramonto per poi ricomparire ad est all'alba prima del suo sorgere dopo un determinato numero di giorni. Questo intervallo di tempo è detto *congiunzione eliaca* a significare che le stelle o le costellazioni in esame si trovano in direzione del Sole e, proprio per questo, risultano invisibili in quanto cancellate dalla sua abbagliante luminosità.

Il periodo di invisibilità per la stella Sirio, ad esempio, dura 70 giorni con inizio nel mese di maggio e termine a metà luglio, tempo che gli antichi Egizi dedicarono, non certo a caso, al rituale dell'imbalsamazione. In epoca faraonica, a metà luglio, Sirio ricompariva ad Est tra le luci dell'alba (*levata eliaca*) in concomitanza con la piena annuale del fiume Nilo. Essa annunciava una nuova stagione di fertilità per tutto il territorio grazie all'esondazione delle acque e al fertile limo nero da queste trasportato. Proprio con l'evento della *levata eliaca* di Sirio iniziava il Nuovo Anno e quel giorno per *Kemet* era il capodanno ([figura 9](#)).

Ma in quella stessa notte, in alto, si sarebbe osservato ciò che gli uomini avevano edificato in basso. Dal tramonto all'alba, il cielo d'Egitto avrebbe mostrato tutte le costellazioni da *Sagittario* sino a *Cane maggiore* e, con loro, gli Avi ed i Re che avevano reso grande quella Terra ([figura 10](#)).

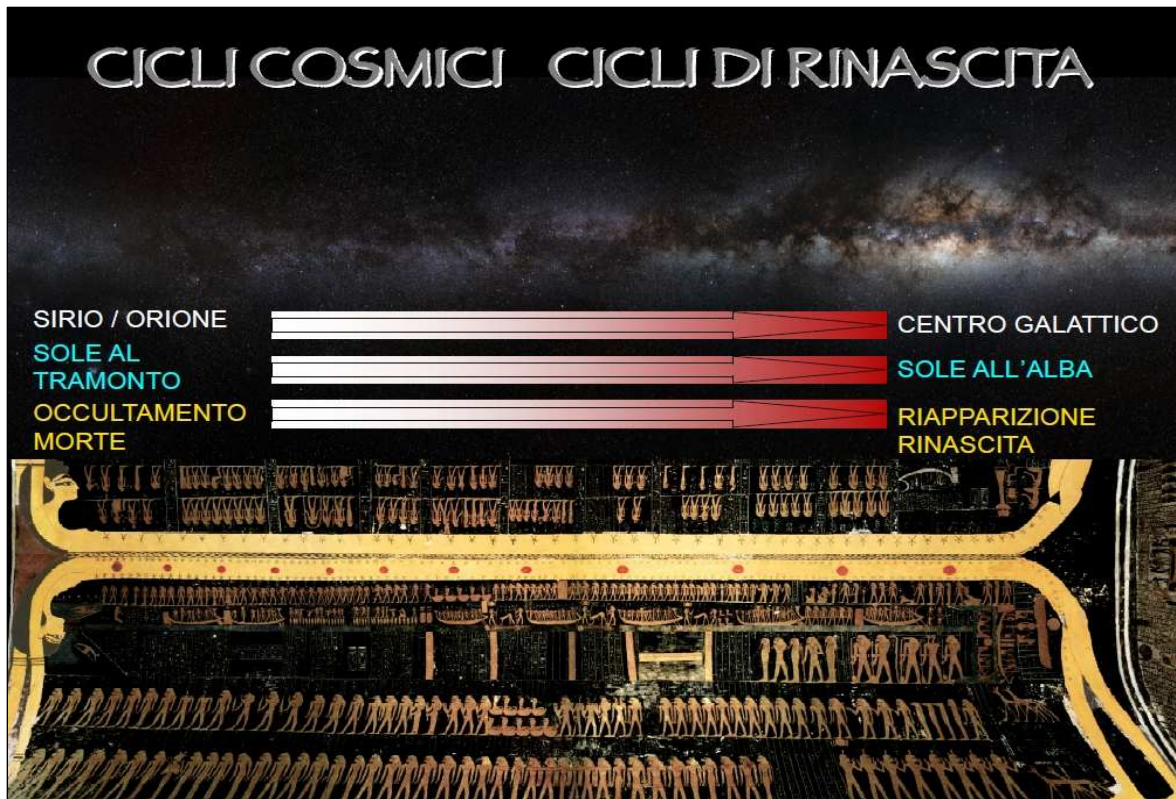


Figura 9. La dea Nut come viene rappresentata nei soffitti astronomici del Nuovo Regno. Secondo l'ipotesi formulata dall'autore la sequenza di piramidi rappresenterebbe sul terreno il corpo della dea Nut identificabile con la nostra Via Lattea. In corrispondenza della bocca vi sarebbe Sirio in Cane Maggiore, mentre il ventre generatore sarebbe in corrispondenza di Sagittario. La duplicità di Nut era necessaria per spiegare la scomparsa del Sole al tramonto e le stelle all'alba. Tutti gli oggetti astronomici venivano infatti inghiottiti dalla dea per essere partoriti dalle sue cosce. Il Sole nasceva quindi all'alba mentre le stelle sorgevano al tramonto.



Figura 10. Alcuni testi dei sarcofagi (Medio Regno) che sottolineano la corrispondenza tra cicli cosmici stellari e cicli di rinascita per il Faraone.

## **BIBLIOGRAFIA**

Wayne Herschel, Birgitt Lederer – 2003, *The hidden records I*, Ed. Printability.

Amanda Alice Maravelia – 2003, *Cosmic space and archetypal time: depictions of the sky-goddess Nut in three royal tombs of the new kingdom and her relation to the Milky Way*. Pubblicato in *Gottingen Miszellen*, 197, 2003, 55-72.

Tutti i contenuti del presente articolo sono di proprietà esclusiva dell'autore e la loro pubblicazione deve essere autorizzata.



# *Il “Sasso del Regio” ipotesi di calendario luni-solare rupestre*

**Stefano Carboni \***

## **Abstract**

*The petroglyph named “Sasso del Regio” (King’s stone) is presented. It is a complex carving realized on a sandstone reef. Some fertility symbols and a cupels-and-lines structure are represented on its surface. This paper proposes the hypothesis of an astronomical interpretation of the carvings where, in particular, the symbols might represent the interplay of a male and a female god related to the annual vegetation cycle and the structure of lines and holes might be considered as a tally used as a parapegma for time keeping.*

## **Riassunto**

*In questo lavoro è presentato il petroglifo denominato “Sasso del Regio”. Si tratta di un complesso incisario realizzato su di un affioramento di pietra arenaria. Le incisioni raffigurano simboli sessuali, figure umane e una struttura a linee verticali e coppelle simile ad un abaco. Questo articolo propone una interpretazione in chiave astronomica del petroglifo e propone una chiave interpretativa secondo cui i simboli potrebbero rappresentare l'interazione di una figura maschile e una femminile che simboleggiano il ciclo annuale del mondo agricolo. Inoltre, la struttura a linee e coppelle potrebbe fungere da tabella o parapegma per l'annotazione del tempo: un rudimentale calendario luni-solare.*

\* carboste@gmail.com

## 1. Il sito

Il Casentino è una stretta valle che si snoda nell'Appennino Tosco-Romagnolo in provincia di Arezzo. Scavata dal primo tratto del fiume Arno, che nasce dal Monte Falterona, ne accompagna il corso fino alla città di Arezzo. Ricco di verdi colline e rigogliose foreste, oggi è parco nazionale. L'ambiente, caratterizzato da abbondanti pascoli d'altura, ha favorito lo sviluppo di civiltà agro-pastorali ed è stato, dall'Età del Ferro fino al secolo scorso, meta di transumanze fra gli Appennini e la Maremma.

Storici dell'Età Classica (Livio e Polibio) documentano la Valle del Casentino come area di influenza di varie popolazioni tra cui i Liguri (in particolare il clan dei "Casuentini" dai quali potrebbe derivare il nome della valle), gli Etruschi, i Galli e, successivamente, i Romani. Risalendo il corso dell'Arno partendo da Arezzo, l'antica Lucumonia, sono stati ritrovati siti archeologici etruschi di grande rilevanza: dai resti di un'ara a Pieve a Socana, fino alla stipe votiva denominata "il Lago degli Idoli", in località "Ciliegeta", a poche centinaia di metri dalle sorgenti dell'Arno e circa 10 chilometri di distanza dal Sasso del Regio. Altre indagini portate avanti dalla Soprintendenza ai Beni Archeologici di Firenze e dal Gruppo Archeologico Casentino<sup>171</sup> negli ultimi 50 anni indicano che il sito ove si trova il Sasso del Regio è probabilmente attraversato da una delle diramazioni della principale via di comunicazione del periodo Etrusco-Romano. Questa, passando per il Casentino, conduceva in Mugello e verso Bologna transitando per villaggi di crinale e facendo tappa al Lago degli Idoli (si veda Fatucchi 1997 e Lopes Pegna 1964). Resti di alcuni di questi insediamenti<sup>172</sup> giacciono a poche centinaia di metri dal petroglifo. A tutt'oggi non abbiamo una completa conoscenza di quale fosse l'assetto dell'area limitrofa al Sasso del Regio, poiché il sito non è stato ancora direttamente indagato dal punto di vista archeologico. Interessante alcuni toponimi che ci riportano alla presenza in loco o al passaggio di popolazioni nordiche, ad esempio "Pian dei Galli" (IV secolo a.C.) che denota un'origine celtica. Tale informazione risulta rilevante poiché l'interpretazione del petroglifo proposta in questa sede può essere ascrivibile alla cultura celtica.

Il petroglifo (figura 1) fu ri-scoperto dall'autore nel 2001 e pubblicato su segnalazione da G. Caselli e G. Sani, tuttavia era già noto nella tradizione locale con l'appellativo di "Sasso del Regio". L'incisione è eseguita sulla superficie di un affioramento naturale di arenaria, il quale è stato artificialmente arrotondato lasciando, sul lato inciso, una superficie liscia quasi verticale. È situato sulla cima di uno dei contrafforti del Falterona, circa cento metri sopra la casa colonica denominata Docciolina, tra il santuario di Santa Maria delle Grazie (500 m) e il paese di Stia (3 km). Il pendio al di sotto del manufatto è caratterizzato dalla presenza di massicci muri a secco alti fino a 4 metri, i quali ne modellano il profilo in terrazzamenti. I più interessanti e sicuramente i più antichi (ma non esattamente databili), sono quelli situati immediatamente sotto al petroglifo. Essi sono costituiti da elementi irregolari, vagamente poligonali, con dimensioni che vanno dai 50 centimetri a circa 1,5 metri e che presentano rozzi segni di lavorazione (figura 1). Alla base dei muri a secco sorge la casa colonica della Docciolina. L'edificio, probabilmente ricostruito su resti più antichi, è datato al XIX secolo. La sua particolarità è quella di inglobare e custodire una sorgente naturale d'acqua calcarea, che sgorga da una piccola grotta coperta di concrezioni, oggi racchiusa nella cantina della casa colonica (figura 1). Il toponimo "Docciolina" deriva da "ducea" che indica la presenza di una condotta d'acqua (Pellegrini). Secondo la tradizione popolare, risalente almeno alla fine dell' '800, la sorgente, oltre ad essere essa stessa comparsa a seguito di un'apparizione mariana, produrrebbe acque curative per gli occhi (tanto da riferire una guarigione miracolosa) e dalle proprietà galattofore. A questo proposito è rilevante la

<sup>171</sup> Si veda (Ducci 2006) e (GAC 1999).

<sup>172</sup> Ne sono esempio i siti di "Pian delle Gorghe", "Poggio Castagnoli" e "Santa Maria delle Grazie" (GAC).

presenza di una tavola raffigurante la Madonna del Latte sull'altare principale della chiesa del santuario che sorge a poca distanza. Come documentato per altri siti in Casentino (si veda Dini, 1995), questa iconografia è spesso collegata a fonti sacre dalle proprietà galattofore ed è indice di antichi culti pagani legati alla Dea madre (in seguito Giunone Lucina). Sempre secondo Dini, i poteri curativi per gli occhi sono probabilmente ascrivibili a culti solari. Ne sono esempi le cosiddette "Sorgenti di Apollo" o le "Fonti di Belenos od Ogmios" nelle culture classica e celtoligure rispettivamente.



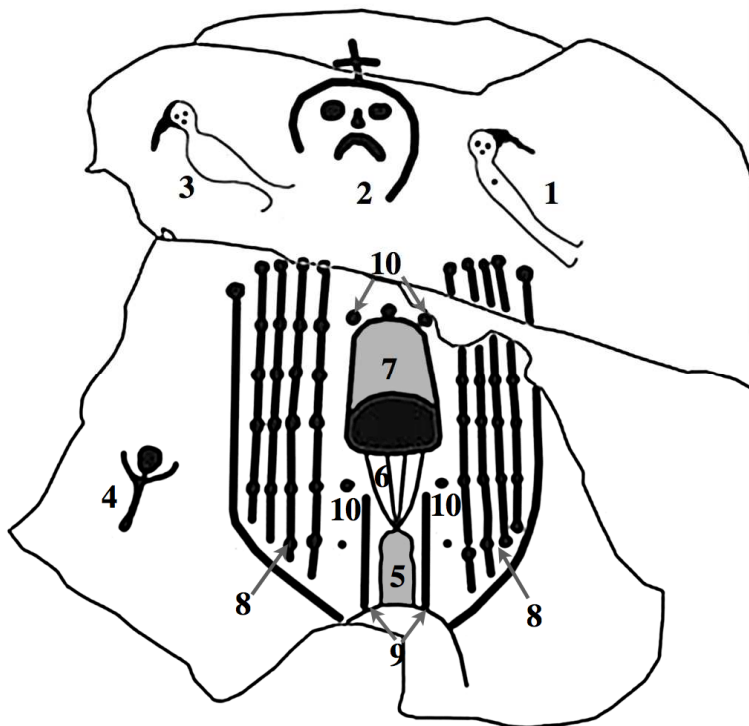
Figura 1. A sinistra l'incisione denominata "Il Sasso del Regio". I segni incisorii sono stati ricalcati con un gessetto bianco per renderli più visibili. A destra in alto: due dei muri a secco alti fino a 4 metri. In basso: particolare della grotta calcarea della fonte racchiusa nella casa colonica.

## 2. Il petroglifo

Le incisioni si trovano su un'area della superficie verticale dell'affioramento di roccia, alta approssimativamente 130 centimetri e larga 80 centimetri. Il petroglifo evidenzia una struttura a linee verticali e cospicue organizzata in due parti principali che si sviluppano rispettivamente a destra e a sinistra di una nicchia campaniforme centrale a doppia profondità. Simboli sessuali sono chiaramente identificabili al di sotto della nicchia: dal basso verso l'alto si incontrano un falo e una vagina. La figura stilizzata di un orante è presente in basso a sinistra della composizione. Il complesso è così strutturato: in alto al centro è incisa, a tratto profondo, una testa rudimentale con espressione triste, la quale è sormontata da una piccola croce a bracci eguali. Sui lati della testa sono presenti due figure femminili stilizzate, caratterizzate da lunghi capelli appena abbozzati. La figura a destra appare sottile ed allungata mentre quella a sinistra di



chi guarda risulta visibilmente incinta. Al culmine della pietra, poco sopra la croce, è presente una cavità naturale, artificialmente aggiustata a formare un piccolo bacino di circa 200 centilitri.



### LEGENDA

- 1: Figura femminile magra
- 2: Mascherone con espressione triste
- 3: Figura femminile incinta
- 4: Orante
- 5: Itifallo
- 6: Triangolo pubico, vagina
- 7: Nicchia campaniforme
- 8: Struttura a linee e coppelle
- 9: Linee verticali corte
- 10: Sette coppelle disposte ad arco

Figura 2a (sopra): il “Sasso del Regio” a luce radente. Figura 2b (sotto): schema delle incisioni sul “Sasso del Regio”. L’inserito mostra a sinistra il tramonto del Sole al solstizio d’inverno e a destra l’illuminazione completa della nicchia in corrispondenza con questo evento.



Un rilevamento GPS fornisce le seguenti coordinate per il manufatto: 43.80250° N, 11.703056° E. La determinazione dell'orientamento della superficie verticale della pietra ove è realizzato il petroglifo non è banale a causa della non perfetta omogeneità, da cui l'entità dell'incertezza della misura. Il petroglifo ha un *azimut* di  $215^{\circ} \pm 4$  con inclinazione rispetto alla verticale  $h = 10^{\circ} \pm 1$  (l'angolo fra la normale alla superficie ed il piano dell'orizzonte ha lo stesso valore). L'azimut è stato misurato utilizzando una bussola. Il valore qui presentato è la media di 10 misure più la declinazione magnetica calcolata (NGDC), pari a  $2.312^{\circ}$ . Come incertezza è stato preso lo scarto massimo fra il valor medio e la singola misura e tiene conto anche di possibili spostamenti della pietra prodottisi nei secoli o negli anni recenti dovuti all'azione delle radici di una grossa quercia che era cresciuta sulla cima dell'affioramento arenaceo e che è stata adesso abbattuta. L'inclinazione rispetto alla verticale è stata misurata con goniometro e filo a piombo. Anche in questo caso, l'incertezza è legata alla riproducibilità della misura.

Considerando la morfologia dei rilievi all'orizzonte del luogo, questa orientazione è compatibile con la direzione del punto occaso solare al solstizio d'inverno ( $\sim 220^{\circ}$ ); in particolare risulta perfettamente allineato circa 10 minuti prima dell'istante del tramonto vero e proprio. La conseguenza principale di tale allineamento è che al solstizio invernale, quando il Sole ha la massima declinazione negativa e il punto occaso ha azimut minimo, la nicchia campaniforme scavata al centro del petroglifo risulta completamente illuminata al tramonto (figura 2b a destra). L'osservazione di questo fenomeno porta all'ipotesi che il petroglifo possa essere legato ad un culto solare.

### 3. Interpretazione dei simboli

Sebbene allo stato attuale non sia possibile dare una datazione al manufatto, la presenza della fonte calcarea e del santuario mariano nel raggio di qualche centinaio di metri, suggerisce la possibilità dell'esistenza di un culto pre-cristiano legato alle acque, al Sole e al ciclo della vegetazione a cui il cristianesimo si sarebbe poi sovrapposto. L'approccio adottato in questo lavoro è quello di confrontare la simbologia presente sul Sasso del Regio con ciò che è presente in letteratura e proporre una possibile interpretazione globale del petroglifo, considerando l'ipotesi astronomica, dato l'allineamento col punto occaso solstiziale e il fenomeno osservato che ne deriva.

Analizziamo lo schema dell'incisione in figura 2b, presa da Caselli (Caselli 2005). In accordo con l'interpretazione di Caselli e Sani (Caselli e Sani, 2005), la nicchia campaniforme può essere interpretata come un utero materno, data anche la sua collocazione sopra il simbolo sessuale femminile. In quest'ottica, i simboli sessuali (identificati con i numeri 5 e 6 nella figura 2b), la nicchia, le figure femminili stilizzate (1, 3 in figura 2b) rientrano nel campo semantico della fertilità e del ciclo vitale. Perciò questa rappresentazione potrebbe essere compatibile con la nascita, morte e rinascita di una divinità maschile e una femminile. Tale motivo è un tema che alcuni studiosi hanno riscontrato nelle culture agricole preistoriche e proto-storiche, dove il ciclo annuale della vegetazione (che rappresentava l'unica fonte di sostentamento) sarebbe raffigurato come l'interazione fra un dio maschile legato al Sole e una dea legata alla Terra (si vedano ad esempio Eliade 2008 e Cattabiani 2008). Nel caso del Sasso del Regio si riscontrerebbe, inoltre, il dualismo giovane/vecchio nel principio maschile e femminile tipico delle suddette rappresentazioni. Per il dio maschile l'itifallo rappresenterebbe la virilità giovanile mentre la maschera dall'espressione triste la vecchiaia. In seguito all'unione con la dea,

rappresentata al centro dell'incisione, il dio della vegetazione ha completato il suo compito, vale a dire fecondare la dea e può andare incontro alla morte per poi rinascere (Winkler, 1982).

La croce incisa sulla sommità della maschera ha bracci uguali ed ortogonali. L'interpretazione di questo simbolo può essere triplice: Caselli e Sani (2005) l'hanno associata ad una successiva cristianizzazione del manufatto. Tuttavia, dal momento che non si evidenzia una differenza nel tratto incisivo tale da giustificare questa ipotesi, la croce potrebbe essere un simbolo solare o il simbolo del "centro": il punto di origine e fine della vita, simbolo di rinnovamento e, in questa posizione, esso potrebbe rappresentare la reiterazione del ciclo vitale.

Analogo dualismo nel principio femminile è rappresentato dalle figure incise a destra e a sinistra della testa rudimentale. Quella di destra sarebbe da intendere come la dea in aspetto giovanile e quella di sinistra in aspetto di madre gravida. Attraversando la fascia verticale centrale e la croce, procedendo da destra verso sinistra, la dea fanciulla diviene incinta. In questo contesto interpretativo la nicchia campaniforme, cioè il grembo della dea, come conseguenza dell'unione col dio rappresentata dai simboli sessuali sottostanti, risulta completamente illuminata al solstizio d'inverno. Questo fenomeno segna un passaggio e può essere inteso come morte e rinascita della divinità maschile legata al Sole: in quel momento il Sole si trova nell'utero della dea.

Lo stato della dea sarebbe legato a quello della vegetazione in un determinato periodo: l'aspetto giovanile simboleggerebbe la stagione dell'attesa e della rinascita mentre la dea incinta rappresenterebbe la stagione del raccolto (si veda per confronto il mito dei Misteri Eleusini in Eliade 2008). In quest'ottica la struttura centrale a linee verticali e coppelle potrebbe essere interpretata come uno strumento per il computo del tempo: un parapegma (si veda Lehoux 2007 per vari esempi). Tale struttura infatti identificherebbe un ciclo diviso in due stagioni principali ciascuna divisa a sua volta in quattro parti indicate da quattro linee verticali. Una linea curva chiude il percorso unendo gli estremi dei due gruppi e girando da basso.

Ciascun gruppo di coppelle unite da linea verticale rappresenterebbe una distanza di tempo fra due date significative (come analogia si veda Hoskin 2006 e Lehoux 2007). In questa ipotesi, il Sasso poteva essere usato come tabella per annotare il passaggio del tempo e programmare così i lavori agricoli. L'annotazione avrebbe potuto essere eseguita direttamente sulla superficie con l'ausilio di un pezzo di gesso o carbone. In questo caso, possiamo supporre l'utilizzo del piccolo bacino sulla sommità del Sasso come contenitore di materiale scrivente. La suddivisione dell'anno agricolo in due grandi stagioni, rappresentate dalla dea giovane e dalla dea incinta, lo si riscontra anche nelle antiche popolazioni nordiche. In particolare, potrebbero esserci corrispondenze con quanto è stato ipotizzato sul calendario celtico. Il raffronto ci pare plausibile dal momento che dati storici confermano la presenza dei Celti e dei Liguri in quest'area nei primi secoli a.C.

#### 4. L'ipotesi del calendario luni-solare

Analizziamo in dettaglio la parte centrale del complesso incisivo ([figure 2b e 3](#)). Essa si può virtualmente dividere in due sotto-strutture, una interna e una esterna. La parte esterna è composta da una successione di coppelle raccolte in nove gruppi e collegate le une alle altre da 8 tratti di linea verticale e uno curvilineo (identificate coi numeri 8 in Figura 2b). Nella parte interna sono invece presenti 7 coppelle di dimensione variabile disposte ad arco intorno alla

nicchia (identificate col numero 10 in Figura 2b). Fra esse sono presenti due tratti corti di linea verticale (~20 centimetri) disposti simmetricamente a destra e a sinistra della fascia centrale (numero 9 in figura 2b). Su ognuna di esse è presente una coppella a circa 2/3 della lunghezza.

Focalizziamo la struttura esterna. Si può notare che il gruppo di linee e coppelle a destra è danneggiato nella metà superiore. Considerando la distanza reciproca fra le coppelle ed il pattern generale, è più che lecito supporre che un gruppo di quattro coppelle doveva esistere sotto la zona danneggiata. Per questo motivo, allo scopo interpretativo, considereremo queste ultime come presenti.

Nella struttura centrale che comprende le otto barre verticali e la linea curva di collegamento, le coppelle sono 48, pari al numero di fasi lunari in 12 lunazioni, ossia un anno lunare. Per via della facile identificazione, la fase lunare è stata sin dai tempi antichi (probabilmente dal neolitico, si veda come esempio le ossa di Blanchard, Aveni 1990) il più piccolo multiplo temporale del giorno solare. In effetti una fase lunare corrisponde a 7,39 giorni, numero che viene però comunemente approssimato a 7 o 8 giorni con l'aiuto dell'osservazione diretta.

Il verso di lettura del parapegma non è perfettamente chiaro, tuttavia è possibile fare alcune ipotesi alla luce dei simboli già descritti. La seconda osservazione fatta poco sopra fa pensare che ciascuna linea sia da leggere dal basso verso l'alto in modo che ciascuno dei tratti di linea eccedente possa rappresentare un collegamento con la linea precedente che termina con una coppella. Gli intervalli di tempo identificano 9 momenti particolari in un ciclo di 48 fasi lunari (corrispondenti a circa 354 giorni). Queste date sono separate dal numero di fasi lunari corrispondenti al numero di coppelle rappresentate in ogni linea.

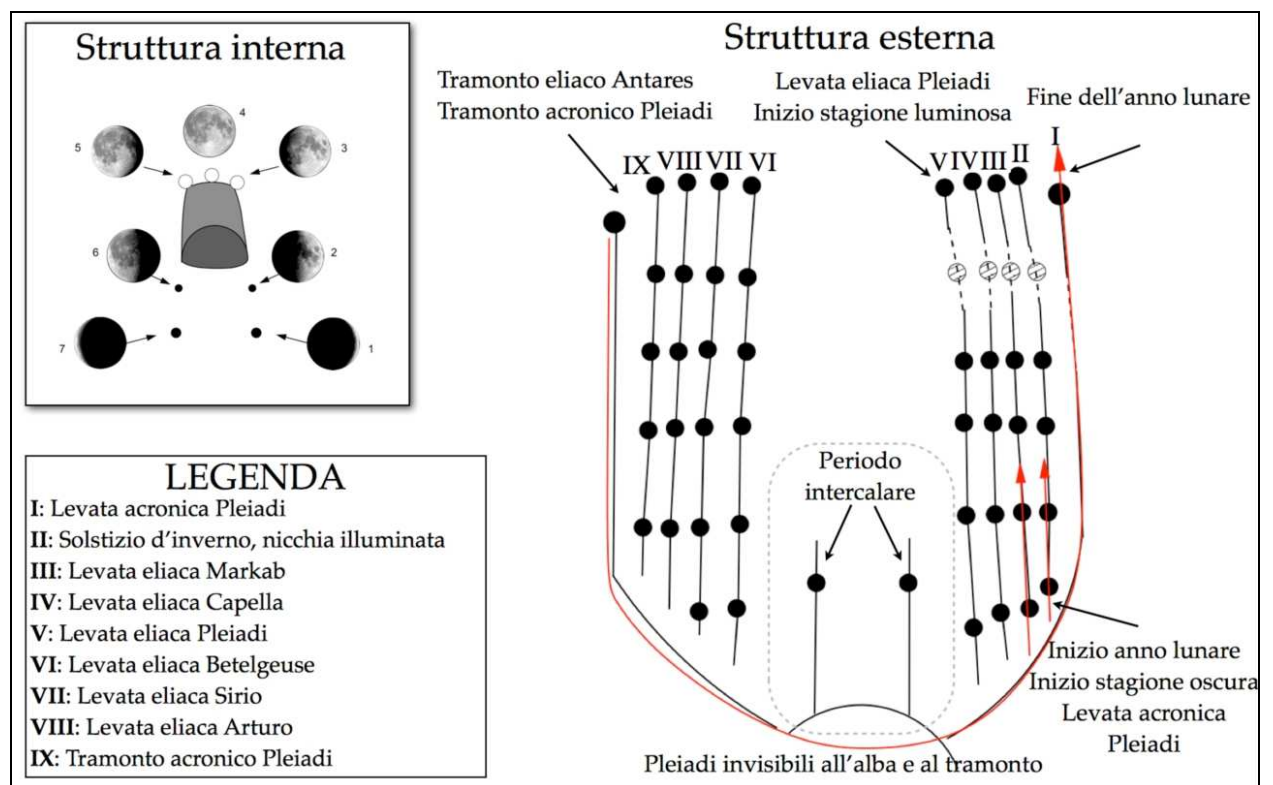


Figura 3. L'ipotesi del calendario luni-solare. Corrispondenze temporali con fasi stellari ed anno lunare.

In questo tipo di calendari, l'ammontare della discrepanza fra anno solare e lunare, che sappiamo far parte di cicli asincroni, è dato, ogni anno, dal valore dell'epatta che rappresenta il numero di giorni che intercorrono fra la fine del ciclo lunare e quella del ciclo solare.

In analogia con quanto ipotizzato circa le rappresentazioni delle popolazioni preistoriche e protostoriche (Esiodo, Percivaldi 2008), potremmo supporre che l'inizio dell'anno agricolo sia rappresentato dalla figura della dea in stato giovanile che si trova sulla destra, mentre la dea incinta che si trova a sinistra rappresenterebbe la stagione del raccolto. In questo modo il verso di lettura procederebbe da destra verso sinistra. Le analogie con antiche culture agro-pastorali, in particolare con quella celtica, supporterebbero l'ipotesi di un ciclo calendariale legato all'agricoltura ed all'attività pastorale inciso sul Sasso del Regio. Questo non avrebbe inizio con il solstizio d'inverno, ma con l'inizio della stagione agricola.

L'anno agricolo inizia in novembre: alcuni autori (Gaspani e Cernuti 1997) hanno supposto che per i Celti fosse segnato dalla levata eliacca della stella Antares; secondo Esiodo, invece, era segnato dal tramonto acronico delle Pleiadi. Probabilmente il passaggio era dato dalla sparizione delle Pleiadi all'alba (tramonto acronico) e dalla loro riapparizione come astro serale al tramonto del Sole (levata acronica). Con riferimento alle figure 2b e 3, si può intendere il tratto di linea curva in basso come un collegamento che chiude il ciclo. In questo modo l'inizio dell'anno sarebbe da identificare nel passaggio fra la fine della linea curva e l'inizio della prima linea verticale: il punto "T" identificato dalla freccia in Figura 3.

Supponiamo per ipotesi che questo punto identifichi l'inizio dell'anno agricolo; il fenomeno astronomico più rilevante in successione si verifica dopo un intervallo di 6 coppelle, ovvero 6 fasi lunari, pari a 44 giorni circa. Nella cultura agricola (celtica in particolare) questo fenomeno era con ogni probabilità il solstizio d'inverno.

Con l'aiuto dei programmi *Xephem* e *Stellarium* (nel secondo caso riproducendo anche la morfologia dell'orizzonte), è stato possibile calcolare la posizione delle costellazioni nel passato, con sufficiente accuratezza per una valutazione qualitativa e stabilire, con buona approssimazione, in quale epoca il solstizio d'inverno si verificava circa 44 giorni dopo la levata acronica delle Pleiadi, per la latitudine del manufatto.

Nella prima metà del I millennio a.C. tale intervallo di tempo fra i due eventi astronomici è riprodotto con buona approssimazione. È interessante per il presente studio scoprire che tale periodo, fra l'altro, corrisponderebbe alla presenza dei Celti e dei Liguri nell'Italia centrale.

Procedendo con la simulazione con questi settings, si trova che gli intervalli temporali coincidono con altri eventi solari e fasi stellari. I risultati sono mostrati in [figura 3](#) e sintetizzati in [tabella 1](#) nella pagina seguente. L'incertezza è dell'ordine di  $\pm 5$  giorni ed è consistente con la precisione intrinseca di questo tipo di calendario luni-solare.



<b>Distanza temporale</b>	<b>Numero Coppelle</b>	<b>Punto</b>	<b>Evento</b>
Inizio del ciclo	-	I	Levata eliacca di Antares; Levata acronica delle Pleiadi; inizio dell'anno lunare e della stagione oscura
44 giorni da I	6	II	Solstizio d'inverno; illuminazione della nicchia
45 giorni da II	6	III	Levata eliacca di Pegaso (Markab); festività celtica di Imbolc; festività pagana della "Candelora"
44 giorni da III	6	IV	Levata eliacca di Capella; equinozio di primavera
45 giorni da IV	6	V	Levata eliacca delle Pleiadi; inizio della stagione luminosa; festività celtica di Beltane
44 giorni da V	6	VI	Levata eliacca di Betelgeuse; solstizio d'estate
44 giorni da VI	6	VII	Levata eliacca di Sirio; festività celtica di Lughnasad
37 giorni da VII	5	VIII	Levata eliacca di Arturo; periodo di raccolto delle colture autunnali
37 giorni da VIII	5	IX	Tramonto acronico Pleiadi
15 giorni da IX	2	I	Fine dell'anno lunare/inizio del nuovo ciclo

L'immagine stilizzata dell'orante, situata in basso a sinistra, è un motivo comune dell'arte preistorica e protostorica. Rappresenta qualcuno che invoca la divinità, ma potrebbe avere anche una funzione apotropaica atta ad allontanare gli influssi malefici. Nella posizione in cui si trova potrebbe avere la funzione di propiziare l'inizio del nuovo anno agricolo.

Consideriamo le due linee verticali corte (identificate dal numero 9 in Figura 2b) che si trovano fra la nicchia e le sette coppelle. Entrambe presentano una coppella a circa 2/3 della lunghezza. Questo potrebbe rappresentare un periodo di una fase lunare e mezzo: circa 11 giorni. Tale periodo potrebbe identificare la ben nota differenza di tempo che si accumula ogni anno fra anno solare e lunare (che durano rispettivamente 365 e 354 giorni). Perciò queste due linee verticali potrebbero avere la funzione di tabelle per l'annotazione dell'epatta ed essere usate per conteggiare un eventuale periodo intercalare da inserire. La presenza di due linee fa pensare ad una intercalazione di 22 giorni operata presumibilmente ogni 2 anni. È curioso notare come il periodo intercalare di 22 giorni ricordi il "Mercedonio" del calendario Numano che fu, probabilmente utilizzato anche dagli etruschi (Magini 2003).

Intorno alla nicchia campaniforme, sono disposte ad arco sette coppelle di dimensione crescente dal basso verso l'alto. La loro forma variabile: le due in basso hanno diametro di 1,5 centimetri e profondità 1 centimetro; all'estremo opposto troviamo un diametro di 3-4 centimetri e profondità 1 millimetro. Esse potrebbero rappresentare l'evoluzione lunare in un ciclo di un mese (l'associazione è mostrata in figura 3 a sinistra) e potrebbero essere risultate utili per annotare l'aspetto della Luna dopo una eventuale intercalazione.

Ovviamente tutte queste sono ipotesi interpretative dettate da uno studio accurato personale, non ancora supportato da auspicabili ricerche archeologiche mirate.

## 5. Conclusioni

In questo lavoro è stata presentata una interpretazione astronomica del petroglifo detto “Sasso del Regio”. Sebbene non sia possibile datare esattamente il manufatto, la presenza di una antica strada e di resti romani e pre-romani nelle strettissime vicinanze del sito, suggerisce che l’area sia stata frequentata fin da epoca proto-storica. La presenza, a pochi metri di distanza, di una fonte sacra e di un santuario entrambi legati ad una teofania mariana, suggeriscono la sopravvivenza di un culto pagano legato al Sole ed alla Dea Madre.

Una analisi dei simboli incisi basata su confronti con la letteratura ha fatto emergere diverse analogie con la rappresentazione proto-storica del ciclo della vegetazione nelle culture agro-pastorali, in particolare con quella celtica e ligure. L’allineamento della nicchia con il punto occaso solare al solstizio d’inverno e l’interpretazione dei simboli conduce all’ipotesi di una correlazione astronomica del petroglifo. Esso potrebbe essere interpretato come una tabella atta al computo del tempo: un parapegma. L’ipotesi del parapegma, in particolare come calendario luni-solare, è stata discussa in dettaglio.

## **Ringraziamenti**

Desidero ringraziare M. Codebò, M. Mazzoni e G. Caselli per le molte utili discussioni e per il loro incoraggiamento. Ringrazio inoltre P. Carboni, L. Carboni e C. Cambi per avermi seguito e fornito aiuto e sostegno in questo lavoro di ricerca.

## Bibliografia

- AVENI A. (1990), *Empires of time* ed. Tauris Parke.
- CASELLI G. (2003), *Casentino*, ed. Le balze.
- CASELLI G. (2005), *Il Sasso del Regio*, Memorie Valdarnesi VIII, n. 3, 17-38, ed. Accademia Valdarnese del Poggio.
- CASELLI G. E SANI G. (2005), *Il sasso del Regio*, Archivio del Centro Camuno Studi Preistorici (CCSP), <http://www.symbolisullaroccia.it/archivio2005-2009.html>.
- CATTABIANI A. (2008), *Calendario*, ed. Mondadori.
- CAVICCHI I. (2011), *La bocca e l'utero* ed. Dedalo.
- DINI V. (1995), *Il potere delle antiche madri*, ed. Angelo Pontecorboli.
- DUCCI M. (2006), *Gli idoli del Falterona*, ed. Gruppo Archeologico Casentino.
- ELIADE M. (2008), *Storia delle credenze e delle idee religiose*, ed. Biblioteca Universale Rizzoli.
- ESIODO, *Le opere e i giorni*.
- FATUCCHI A. (1997), *Precisazioni sulla viabilità tra Toscana e Romagna nell'età romana e nel medioevo*, ed. Comunità e vie dell'Appennino tosco-romagnolo.
- GASPANI A. E CERNUTI S. (1997), *Trinixtion Samoni Sindivos*, *l'Astronomia* n. 181 (novembre 1997) pp. 26-33.
- GRUPPO ARCHEOLOGICO CASENTINESE (GAC) (1999), *Profilo di una valle attraverso l'archeologia*, ed. Gruppo Archeologico Casentino.
- HOSKIN M. (2006), *Stele e stelle* (italian traduction by Mario Codebò), ed. Ananke, p. 52.
- LEHOUX D. (2007), *Astronomy, weather and calendars in the ancient world*, Cambridge.
- LIVIO T., *Ab Urbe condita*, V, 34.
- LOPES PEGNA M. (1964), *L'origine di Arezzo*, ed. Editoriale Toscana.
- MAGINI L. (2003), *Astronomia etrusco-romana*, ed. "L'erma" di Bretschneider.
- NATIONAL GEOPHYSICAL DATA CENTER (NGDC), <http://www.ngdc.noaa.gov/geomagmodels/Declination.jsp>, giugno 2012.
- PASETTO F. (2000), *Santa Maria delle grazie in Casentino*, ed. Santa Maria delle Grazie.
- PELLEGRINI G. B. (2001), *Toponomastica Italiana*, ed. Hoepli.
- PERCIVALDI E. (2008), *Celti*, ed. Giunti.
- POLIBIO *Naturalis Historiae*, II, 14-18.
- SANI G. (2009), *I segni dell'uomo*, p. 157.
- STELLARIUM 0.11.3 (2012), [www.stellarium.org](http://www.stellarium.org).
- WINCKLER HUGO (1982), *La cultura spirituale di Babilonia* (trad. it. Augusto Menduini), ed. Editori Riuniti.
- XEPHEM 3.7.5, <http://www.clearskyinstitute.com/xephem>, novembre 2011.

# Iconografia preistorica e Coreutica: la Danza alle porte del Cosmo

## Le incisioni rupestri e il Codice Cosmologico: una premessa

*Gaudenzio Ragazzi*

[Contributo parziale al XV Seminario della Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (Genova-Sestri Ponente, 13-14/04/ 2013)].

*“Siamo come nani sulle spalle dei giganti,  
sì che possiamo vedere più cose di loro e  
più lontane, non per l’acutezza della  
nostra vista, ma perché sostenuti e portati  
in alto dalla statura dei giganti.”*  
(Bernardo di Chartres, 1150)

Il mio primo approccio allo studio della Cosmologia è avvenuto alla metà degli anni '90 del secolo scorso con la lettura di un testo di Giovanni Ferrero sul significato astronomico di alcuni documenti iconografici della Grecia antica<sup>173</sup>.

---

<sup>173</sup> G. Ferrero, “*Introduzione alla cosmologia arcaica greca*”, Rivista Rosminiana di filosofia e cultura, nr. 1987, pp.32-57. Giovanni Ferrero († 2006) studioso di Storia della Scienza e della tecnica, è stato fino al 2005 responsabile del laboratorio di informatica della facoltà di Scienze dell’Informazione. Molti dei suoi articoli sono stati raccolti nel sito <http://www.cosmologia-arcaica.com>.



Il metodo che Ferrero utilizzava per indagare quelle che amava definire “*icone del sapere arcaico*”, integrato da appropriati calcoli, lo metteva in condizione di risalire alla data dell’evento astronomico di cui l’immagine era il resoconto simbolico. Dal mio punto di vista il fatto più rilevante non era l’idea di associare un’immagine alla registrazione di un’eclissi, operazione tecnicamente al di là delle mie capacità di controllo. Le difficili pagine di Ferrero hanno piuttosto sollecitato in me l’interesse per quelle modalità del trascendente che l’uomo antico percepiva come costrutti della realtà stessa e che costantemente emergevano dai resoconti degli scrittori dell’antichità. Si trattava delle stesse modalità che riscontravo costantemente nella mia analisi delle incisioni rupestri ma che, non disponendo di un adeguato modello di spiegazione, ero costretto a mantenere nel cassetto dei riscontri irrealizzabili.

L’*elemento cosmologico* di Ferrero mi è subito sembrato un potente faro che, una volta acceso, avrebbe potuto rischiarare di nuova luce il buio interpretativo degli studi dell’arte rupestre. Quella prima lettura ha rinforzato la convinzione sulla necessità di dotare le ricerche dedicate all’iconografia preistorica, oltre che la mia personale in ambito etnocoreutico, di un più adeguato approccio critico. Ho così cominciato a rivedere i dati in mio possesso sul gesto e la danza, incrociando la mia analisi con i principi cosmologici di cui poco alla volta venivo in possesso. Insieme a Giuseppe Brunod ho condiviso l’esperienza, sul campo ma anche intellettuale, che ha condotto lo studioso cuneese al libro sulla rosa camuna di Sellero<sup>174</sup>. La più recente indagine condotta sul Gioco del Mondo<sup>175</sup> mi ha permesso di fare il punto sulle conoscenze disponibili in quell’ambito un po’ marginale (e malvisto dalla scienza ufficiale) che è la Geometria Sacra. Ho anche avuto modo di constatare come alcune conoscenze quasi dimenticate, come il Gioco del Mondo, forse non più disponibili nella forma originaria ma ancora presenti nei modi di fare e di pensare della comunità occidentale contemporanea, facciano parte della nostra cultura da millenni e possano fornire interessanti criteri per la comprensione della mentalità dell’uomo preistorico.

In questi ultimi anni, grazie anche all’incoraggiamento degli amici dell’Associazione Ligure per lo Sviluppo degli Studi Archeoastronomici (ALSSA), la prospettiva cosmologica ha notevolmente contribuito a rivedere molti dei miei dubbi, a fare chiarezza sugli obiettivi della ricerca in corso e a fissare una rotta per conseguirli.

La scaletta dei punti fondamentali da chiarire si riduceva a quattro terribili domande a cui intendevo proporre una risposta:

### 1) **Perché rappresentare?**

Presso ogni comunità arcaica il gesto e la danza assolvevano a due scopi fondamentali: il primo consisteva nel rafforzare le condizioni per una partecipata convivenza sociale. Tale obiettivo veniva conseguito, in occasione di feste e cerimonie, proprio attraverso la sincronizzazione su base ritmica dei movimenti coreutici, finalizzata al conseguimento del benessere collettivo, che in ciascun danzatore produceva il progressivo annullamento dell’individualità. Il risultato era il rafforzamento delle relazioni interpersonali tra i membri della comunità e la creazione di un *insieme danzante*, espressione integrale e concreta dell’unità del

---

<sup>174</sup> Brunod G., Ferreri W., Ragazzi G., *La rosa di Sellero e la svastica*, Quaderni di Natura Nostra, Vol. 11, 1998, Savigliano.

<sup>175</sup> Ragazzi, G. *Il Gioco del Mondo e il Cosmo degli antichi*, Atti del XII Seminario di Archeoastronomia, Genova, 17-18 aprile 2010, [www.archaeoastronomy.it/Atti\\_12\\_seminario.pdf](http://www.archaeoastronomy.it/Atti_12_seminario.pdf), 101-131, 2010. Cfr. anche: Ragazzi G., *Il Gioco del Mondo e il viaggio dello sciamano*, BCSP (Bollettino del Centro Camuno di Studi Preistorici) n. 36, pp. 140-151, 2012.

gruppo. Nel secondo, che deriva direttamente dal primo, l'*insieme danzante*, una volta raggiunto il suo equilibrio interno, si trasformava in una sorta di macchina, un generatore di energia che era avviato nel corso delle cerimonie organizzate nei momenti più delicati dell'anno (l'arrivo della primavera, il tempo della semina, il giorno del solstizio o dell'equinozio ecc.). L'energia così prodotta veniva immessa nell'universo allo scopo di sospingere il processo cosmico verso l'esito auspicato dalla comunità umana.

Se dunque la danza compiuta nelle tre dimensioni era già la risposta più appropriata al conseguimento degli obiettivi della comunità, quale motivo poteva avere allora la sua riproduzione in un'immagine o manufatto utilizzando una tecnica che solo in modo estremamente approssimativo era in grado di riprodurre fedelmente il ritmo, il movimento, la melodia, il canto? La risposta a questa domanda, già discussa dallo scrivente nel 1992<sup>176</sup> e riformulata nel 2012<sup>177</sup>, conduce alla conclusione che, nel trasferimento dalla realtà all'immagine, solo in apparenza il valore attribuito alla danza risulta sminuito. In realtà la rappresentazione è il processo per mezzo del quale un atto di elevato significato religioso e sociale viene trasferito dal piano della realtà dell'*hic et nunc*, dell'inizio e della fine, del nascere e del morire, del tempo che scorre inesorabilmente, al piano bidimensionale del supporto sacro, in cui lo spazio e il tempo divengono assoluti. Con l'impiego di un linguaggio figurativo altamente formalizzato, l'oggetto della rappresentazione viene posto in condizione di operare dentro una realtà eterna e immutabile.

In tal modo, da una parte l'immagine diventa uno strumento di perpetuazione dei modelli di comportamento vigenti nella comunità arcaica; dall'altra assume la funzione di oggetto magico in grado di produrre in perpetuo i benefici per il conseguimento dei quali l'immagine era stata concepita. Gli effetti positivi di una danza reale hanno una durata determinabile in base alla quantità di energia fisicamente profusa, mentre nella scena incisa o dipinta di quella stessa danza l'energia è fornita al massimo grado dal supporto ed i suoi effetti agiscono in perpetuo.

Se nell'atto "*agito*" l'azione umana opera esternamente ai meccanismi cosmologici, in modo che l'esito favorevole non sempre è garantito, nell'atto "*rappresentato*" l'antropomorfo opera in modo infallibile dall'interno degli stessi meccanismi cosmologici.

Un *insieme danzante* fornito di queste caratteristiche strutturali è il manufatto del V millennio a.C. rinvenuto in un contesto funebre a Frumusica (Cultura di Cucuteni, Romania, vedi [figura 1](#)). L'oggetto, di cui esiste nell'area un certo numero di esemplari, è concepito per non smettere mai di danzare. Un esempio più conosciuto, anche se non relativo alla danza, è la *ruota della preghiera* che i pellegrini buddisti mettono in movimento all'entrata dei monasteri tibetani. La preghiera è scritta su una striscia di carta arrotolata all'interno del cilindro di metallo di cui è costituita la ruota. Essa non viene recitata mediante un atto di parola, ma entra in azione quando il movimento rotatorio del meccanismo viene attivato, dalle mani dell'uomo, dall'acqua, dal vento o dal fumo. Finché la ruota gira, la preghiera si diffonde ovunque offrendo il suo rimedio a colui che l'ha posta in movimento, ma anche a tutti gli esseri dell'universo che ne avvertono l'esigenza.

---

<sup>176</sup> *La danza perpetua: gesto, spazio sacro, rappresentazione e linguaggio nell'arte rupestre della Valcamonica*, Atti del XV Valcamonica Symposium '92, "Prehistoric and tribal art: The Importance of Place. The Site, the Message, the Spirit", Montecampione, 16-21 ottobre 1992.

<sup>177</sup> Cfr. Ragazzi, *Iconografia preistorica e danza: osservazioni preliminari*, in "Danza e Ricerca", n. 3, pp. 227-252, rivista on-line del Dipartimento Musica e Spettacolo dell'Università di Bologna.

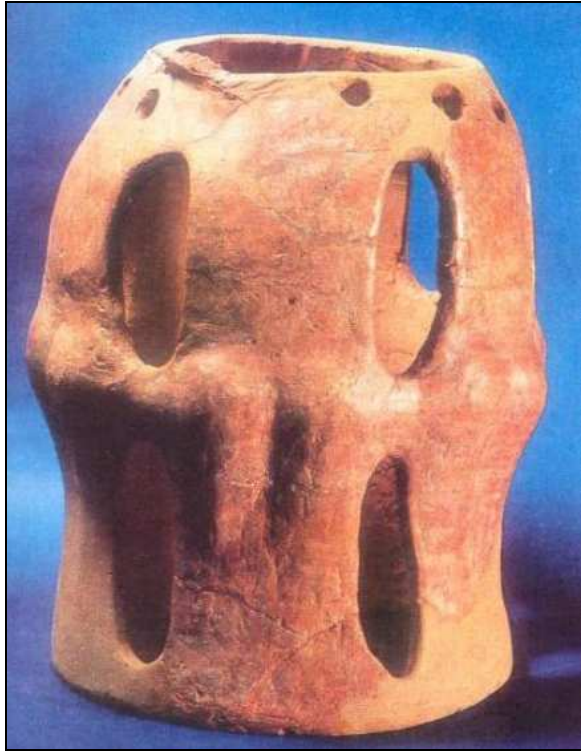


Figura 1. Sostegno per vaso di Frumusica, Romania, Cultura Cucuteni, 4500 a.C... Danza circolare compiuta da sei danzatrici (di cui si distinguono solo i tratti anatomici dei glutei). Il cerchio delle danzatrici è costruito intorno ad un centro al di sopra del quale veniva posto l'oggetto rituale, un contenitore, una ciotola, un oggetto dotato di grande significato simbolico. La danza si svolge proprio attorno a questo oggetto, di cui non conosciamo la natura, ed all'asse che attraversa il suo centro.

Un episodio biblico ci aiuta a meglio comprendere la differenza esistente tra il meccanismo gestuale ritualizzato e quello “formalizzato” in una rappresentazione:

*Mosè disse a Giosuè: “Scegli per noi alcuni uomini ed esci in battaglia contro Amalek. Domani io starò dritto sulla cima del colle con in mano il bastone di Dio”. Giosuè eseguì quanto gli aveva ordinato Mosè per combattere contro Amalek, mentre Mosè, Aronne e Cur salirono sulla cima del colle. Quando Mosè alzava le mani Israele era più forte, ma quando le lasciava cadere, era più forte Amalek. Poiché Mosè sentiva pesare le mani dalla stanchezza, presero una pietra, la misero sotto di lui ed egli vi sedette, mentre Aronne e Cur, uno da una parte e l'altro dall'altra, sostenevano le sue mani. Così le sue mani rimasero ferme fino al tramonto. Giosuè sconfisse Amalek e il suo popolo passandoli poi a fil di spada.<sup>178</sup>*

Quando Aronne e Cur fanno sedere Mosè su una pietra e tengono le sue mani in alto, l'atto compiuto da Mosè si trasforma nel meccanismo dispensatore di energia che stiamo indagando. È chiaro che un gesto così strutturato non è più un elemento di interazione dell'uomo verso un suo simile o di semplice relazione tecnica con il mondo naturale, ma opera sullo stesso piano ed in relazione con le forze cosmiche che intende dominare.

## 2) Perché interpretare?

L'inappellabile giudizio formulato dalla scienza ufficiale sugli studi dedicati alla spiritualità dell'uomo preistorico, non offre margini di discussione: le ipotesi degli studiosi di arte rupestre, come quelle elaborate in altri ambiti delle scienze umane, non sono verificabili, pertanto costituiscono un apporto trascurabile alla nostra conoscenza delle culture preistoriche. Se così fosse, quale ipotesi sul significato dell'arte preistorica potrebbe mai contribuire alla

<sup>178</sup> Esodo 17, 8-13.

conoscenza delle civiltà del passato? In realtà le cose non stanno nei termini proposti da questa schiera di scienziasti dogmatici. Da oltre mezzo secolo gli studi sulla Teoria della Conoscenza (Epistemologia) sono pervenuti alla conclusione che, nell'ambito delle scienze umane ma anche di quelle naturali, non è sufficiente una serie di fatti puri e semplici per dimostrare una teoria, cioè farla derivare da un insieme finito di premesse. Già Hume era scettico sulla possibilità di ricavare una proposizione universale, una teoria, un'ipotesi interpretativa, da un'osservazione empirica. Nel metodo induttivo la verità delle premesse non è mai garante della verità delle conclusioni. Non è sufficiente che io abbia realmente visto con i miei occhi 20, 50, 100, 1000 cigni bianchi, per affermare che "tutti i cigni sono bianchi". La verifica di questa asserzione richiederebbe l'esplorazione esaustiva della realtà, cioè il controllo di ciascun singolo cigno esistente, cosa assolutamente impensabile.

Lo stesso Kant affermava che le proposizioni non possono essere dimostrate dai fatti. L'oggetto di una proposizione universale non è presente nella realtà, è un concetto della mente di chi lo pensa. Il punto di partenza non è dunque costituito dai nudi fatti bensì dalle nostre ipotesi, da cui vengono dedotte le conclusioni da sottoporre al responso dell'esperienza. Senza una "buona ipotesi" i fatti non parlerebbero da soli ma resterebbero del tutto muti. La teoria "falsificazionista" di Popper perviene alla conclusione che una teoria non è verificabile, ma solo falsificabile. Essa è il tentativo che noi facciamo di scoprire l'ordine della natura e della storia, procedendo nell'unico modo consentito alle nostre capacità cognitive, sistematizzando il metodo prescientifico dell'imparare dai propri errori: a) incontriamo qualche problema; b) avanziamo una ipotesi come tentativo di soluzione; c) la mettiamo sotto controllo, in modo da poter scoprire i nostri errori e correggerli. Il progresso consiste essenzialmente nell'eliminazione degli errori di cui era intessuta la nostra precedente conoscenza. Poiché non possiamo conseguire una certezza assoluta riguardo a nessuna conoscenza, le nostre teorie sono il risultato di una convenzione, di un necessario (e un po' dogmatico) "accordo intersoggettivo" tra studiosi, la cui stabilità e durata è garantita dal sistematico controllo dei possibili errori e della conformità di ogni ragionamento. Dunque per un'interpretazione della danza, dell'orante, delle scene di aratura, delle mappe topografiche o di qualsiasi altra classe di rappresentazione rinvenibile nel repertorio delle incisioni rupestri, l'accusa di non verificabilità non è più un problema. Il vero problema sono le modalità utilizzate per spiegare una data teoria, ovvero la sua conformità ai principi logici che costituiscono la base delle nostre dimostrazioni.

In base alle argomentazioni esposte al XIV Seminario di Archeoastronomia (Genova, 24-25 marzo 2012)<sup>179</sup>, anche lo studioso di arte rupestre può dunque formulare le proprie ipotesi, cioè interpretare.

La terza e la quarta domanda a cui sto cercando di rispondere sono le seguenti:

- 3) **Che ruolo ha la Cosmologia nello studio dell'Iconografia Preistorica?**
- 4) **Quale significato possiamo attribuire al gesto dell'antropomorfo rappresentato nell'arte rupestre?**

La ricerca delle risposte a questa seconda coppia di domande è attualmente in corso. Le ipotesi che emergono dall'indagine sulla prima coppia impongono una pausa di riflessione, necessaria per rivedere integralmente il lavoro di ricerca etnocoreutica svolto negli ultimi anni. Il paragrafo che segue avrà solo la funzione di abbozzare le linee base per un'interpretazione in chiave cosmologica dell'arte rupestre.

---

<sup>179</sup> Cfr. Ragazzi G., *Iconografia Preistorica e Epistemologia. Riflessioni su alcune ricerche in corso*, Atti del XIV Seminario di Archeoastronomia ALSSA, Genova, Aprile 2012.



## Il Codice Cosmologico.

*“Il Sapere arcaico - dice Ferrero - concerne tecnicamente in modo compiuto ed organico il mondo degli eventi celesti, il cui codice di trasmissione è iconico-narrativo. Poiché due sono i registri, uno relativo al Sapere cosmologico e l’altro al senso del mondo della vita e unico il codice, l’appartenente alla cultura arcaica mentre imparava ad orientarsi nel cosmo temporale degli eventi e alla sue manifestazioni “cosmoteofaniche” apprendeva anche il senso e la saggezza dei rapporti umani, il senso del suo vivere nel mondo, come membro di una famiglia appartenente ad un ethnos”*.<sup>180</sup>

Dunque per Ferrero il Sapere arcaico<sup>181</sup>, vale a dire il corpus delle conoscenze in cui una comunità umana si riconosce e di cui si avvale per progettare la sua sopravvivenza in un dato contesto ambientale, è di natura eminentemente cosmologica. Tali conoscenze venivano trasmesse oralmente ed i dogmi che ne costituivano il fondamento - come ho già anticipato - erano sottratti all’oblio ed al mutamento mediante la loro duplicazione in un nuovo medium, un linguaggio figurativo di tipo narrativo e mnemotecnico “fissato” su un supporto sacrale con l’ausilio di varie tecniche (pittura, incisione, graffito, ecc.). Le qualità “metafisiche” riconosciute al supporto (la roccia, le pareti della tomba, il vaso ossuario, la stele, l’altare, ecc.), conferivano all’immagine uno statuto di sacralità, la trasformavano in una sorta di modello normativo assoluto del comportamento umano. I tipi di supporto utilizzati sono sempre superfici, naturali o artificiali, poste in luoghi in cui, stando alle credenze già in nostro possesso, la comunicazione tra le regioni del cosmo (il cielo, la terra, il mondo infero, così come li descrivono, ad esempio, gli scrittori greci e romani) poteva avvenire con la massima facilità. In questi spazi affioravano rocce lisciate dai ghiacciai, erano eretti templi, deposti i defunti, osservato il cielo .

Noi occidentali del XXI secolo abbiamo smarrito il senso profondo degli insegnamenti relativi alle leggi di interazione cosmica che presiedevano a tutti i livelli l’esistenza dei nostri nonni contadini. Gli unici eventi cosmici che oggi osserviamo entrare in relazione con la sfera umana sono quelli atmosferici. Lo spazio al di sopra delle nuvole è solcato soltanto da aeromobili, mentre nessuno di noi è più in grado di identificare le stelle e i pianeti orbitanti nel cielo secondo le uniche leggi che riconosciamo, quelle della fisica.

Per l’uomo arcaico, quello stanziato nel continente europeo tra la preistoria e il medio evo, ma anche quello che fin quasi al tempo presente, dentro o fuori il nostro continente, ha vissuto ad un elementare livello tecnologico e sociale, è invece prevalente l’idea di un cosmo assoluto ed illimitato, rispetto al quale l’ambito terrestre, finito e non sufficiente a se stesso, è considerato un semplice campo di manifestazioni ed epifanie. Per questo tutti i movimenti celesti erano percepiti come anticipazioni della volontà divina e destinati a produrre una ricaduta tangibile sulla terra ed un influsso sugli eventi umani.

---

<sup>180</sup> <http://www.cosmologia-arcaica.com/testi/cosmo/sapcos.html> .

<sup>181</sup> Utilizzerò il termine “arcaico”, per taluni superato dal punto di vista antropologico, per designare quel pensiero, quella cultura, quella comunità, anche occidentale, che, astraendo dalla linearità del tempo reale, ha concepito la realtà come una manifestazione ciclica, all’interno della quale, stando alle parole di Mircea Eliade, “*un oggetto o una azione acquistano un valore, e in questo caso diventano reali, in quanto partecipano, in un modo o nell’altro, di una realtà che li trascende*” (M. Eliade, *Il mito dell’eterno ritorno (Archetipi e ripetizione)*, Bologna, Borla, 1975, p. 16). Questa condizione è alla base del “tempo del mito” in cui era senza intervalli inserita l’esistenza quotidiana degli aborigeni australiani, ma anche di taluni rituali ancora vivi in forma non occasionale, fin dentro il XX secolo, nella tradizione di molte comunità dell’Occidente. Sono convinto che anche Ferrero condividerebbe questa definizione.

Alla fine del mondo antico, questa idea di un cosmo inteso come “*organismo armonioso e gerarchizzato, la cui unità permetteva di scoprire analogie e corrispondenze tra le parti e, in seguito, entro queste parti e il loro modello che è Dio*”<sup>182</sup> è stata canonizzata dalla speculazione aristotelica e tolemaica, poi adottata dalla civiltà cristiana e mai messa in discussione fino alle soglie dell’età moderna.

Con l’avvento dell’uomo galileiano e cartesiano questa concezione è stata superata, almeno dalla scienza ufficiale. L’antico pensiero olistico della sacralità del mondo ha lasciato il passo ad un’ideologia totalmente differente, in base alla quale lo spazio ed il tempo sono intesi come unità di misura del succedersi degli eventi fisici. A partire da Galileo, cioè dal momento in cui la conoscenza scientifica è ridotta alla fisica, la realtà non verrà più concepita come espressione dell’ordine divino ma come prodotto dell’attività umana, di modo che sia la natura che la società potranno da qui in avanti essere prodotte o riprodotte secondo il disegno dell’uomo. La rivoluzione scientifica ha così introdotto nella nostra cultura una nozione di cosmo prevalentemente quantitativa, stando alla quale la realtà è un succedersi di fenomeni che la fisica moderna ha descritto nei termini di “energia” e “materia”.

Il passaggio alla nuova concezione del cosmo è però stato lento e graduale. Nell’Europa occidentale, soprattutto nelle aree più lontane dai centri dell’innovazione tecnico-scientifica, le popolazioni rurali hanno continuato per secoli a pensare e a vivere secondo le regole dei propri antenati. L’abbandono della tradizione non si è verificato in modo uniforme e repentino ovunque. Le ricerche dedicate alla cultura popolare e alle antiche tecnologie hanno mostrato come negli oggetti e negli atti tradizionali non sia del tutto scomparso il nesso logico con la visione del mondo che li ha prodotti, anche se in molti casi il loro significato non ci è più noto in modo integrale. Alcune ricerche, come quella condotta dallo scrivente sul Gioco del Mondo e quelle che Francesco Benozzo ha dedicato ad alcune figure paradigmatiche dell’estrema provincia europea e padana (lavandaie, fabbri e guaritori, cantastorie, ecc.)<sup>183</sup>, mostrano come in molti luoghi la visione arcaica del mondo, sorretta da un rigido sistema di credenze religiose, sia stata il fondamento spirituale dell’esistenza ancora ben oltre la seconda metà del secolo scorso.

In questi anni gli studi di archeoastronomia hanno fornito un contributo determinante per la ricostruzione del *codice cosmologico* nel mondo antico e nella preistoria, spesso sopperendo alle carenze interpretative di molte ricerche archeologiche. Nella descrizione dei materiali rinvenuti nello scavo di tombe e insediamenti, viene infatti usato con frequenza l’aggettivo “*rituale*” (scena rituale, oggetto rituale, ecc.), termine che non è sufficiente a giustificare la presenza di un particolare manufatto in un dato contesto, ma è funzionale soltanto a mascherare il vuoto interpretativo che sta dietro a molte indagini.

Accanto ai resti della cultura materiale ci è pervenuto un amplissimo repertorio di immagini dipinte sulle pareti delle grotte o dei ripari, incise sulle rocce, su tamburi, tessuti, tappeti, graffiate su ceramica e metallo, scolpite nel legno. Queste immagini ci restituiscono, in una forma non mediata dallo scorrere del tempo, l’originaria visione del mondo dell’uomo preistorico. Ma la questione della decodifica del messaggio, cioè il fatto di cogliere l’intenzione

---

<sup>182</sup> Hani J., *Il simbolismo del tempio cristiano*, Edizioni Arkeios, 1996, Roma.

<sup>183</sup> Benozzo F.: *Lepri che volano, carri miracolosi, padelle come tamburi: una tradizione etnolinguistica preistorica in area emiliana*, “Quaderni di Semantica”, 57, 2007; *Il poeta guaritore nei dialetti d’Europa*. in *La medicina magica. Segni e parole per guarire*. Atti del Convegno Internazionale (Rocca Grimalda, 22-23 settembre 2007) Edizioni dell’Orso, 2008; *Sciamani e lamentatrici funebri. Una nuova ipotesi sulle origini del pianto rituale*, in F. Mosetti Casaretto (ed.), *Lachrymae. Mito e metafora del pianto nel Medioevo*. Atti del Convegno (Certosa di Pontignano, 2-4 novembre 2006), Edizioni dell’Orso, 2008; *Le lavandaie notturne nel folklore europeo: per una bibliografia storica*, in *Dark Tales. Fiabe di paura e racconti del terrore*. Atti del Convegno di Studi sul Folklore e il Fantastico (Genova, 21-22 novembre 2009), Edizioni dell’Orso, 2010.

dell'artista, è fortemente ostacolata dalla distanza culturale che esiste tra il nostro e il loro mondo. Se inizialmente molti di questi materiali sono stati classificati, in base a criteri valutativi "moderni", come espressione di una proto-estetica, le ricerche condotte negli ultimi decenni hanno evidenziato come essi facciano parte di un linguaggio visuale rigidamente formalizzato e collettivo.

Le indagini condotte su molte di queste rappresentazioni ha suscitato negli studiosi numerosi interrogativi intorno al significato che noi "moderni" gli assegniamo. Il problema centrale delle discipline che si occupano di queste espressioni "artistiche" è proprio quello di operare dentro un modello di spiegazione che consenta la formulazione di ipotesi controllabili. Infatti, se da una parte l'indagine iconografica può fornirci un'importante occasione per meglio comprendere il pensiero dell'uomo preistorico, dall'altra esiste il pericolo di cadere in facili generalizzazioni ed esagerazioni, di incorrere in una errata comprensione, di non pervenire a credenze provate ma inseguire vere e proprie chimere. In queste trappole solitamente ci si imbatte quando è fatto un impiego non corretto e soggettivo degli strumenti cognitivi.

Nella ricerca in corso, di cui questo contributo è solo una premessa, l'arte rupestre verrà analizzata alla luce della teoria cosmologica di Giovanni Ferrero, sia dal punto di vista linguistico che epistemologico. Verrà inoltre applicato lo stesso procedimento di "Archeologia del Sapere" già messo alla prova - direi con discreto successo - nell'indagine della teoria delle mappe topografiche.<sup>184</sup>

Il *codice iconico-narrativo* di cui parla Ferrero è illustrato dal repertorio iconografico che la preistoria e l'antichità ci hanno trasmesso. Il programma di ricerca di Ferrero può essere riformulato dai seguenti enunciati:

1) **"Le rappresentazioni preistoriche e protostoriche hanno una funzione cosmologica"**.

2) Nel codice cosmologico possiamo distinguere i due registri di Ferrero:

a - Il **registro del Sapere cosmologico**, relativo ad una conoscenza sacra, astratta, di natura esoterica ed iniziatica, probabile competenza di una ristretta cerchia di iniziati/osservatori del cielo. **Nel repertorio delle incisioni rupestri questo registro è composto dalle figure geometriche che sono interpretabili come rappresentazioni del cielo e della terra secondo un sistema di divisione dello spazio sul piano dell'orizzonte.**

b - Il **registro relativo al senso del mondo della vita**, che comprende le conoscenze cosmologiche ordinarie, note a tutti i membri della comunità preistorica, è espresso dalle rappresentazioni in cui l'antropomorfo è impegnato in varie attività quali la caccia, l'aratura, la danza, il combattimento, ecc. **Il gesto dell'antropomorfo è inteso come strumento di interazione cosmica.**

Dunque il repertorio iconografico dell'Europa preistorica e protostorica<sup>185</sup> esprime un Sapere cosmologico, formulato dalle rappresentazioni geometriche, ed un Sapere relativo al senso del mondo della vita, anch'esso di natura cosmologica, espresso da alcune particolari

---

<sup>184</sup> Vedi: Ragazzi G., *Iconografia Preistorica e Epistemologia. Riflessioni su alcune ricerche in corso*, Atti del XIV Seminario di Archeoastronomia ALSSA, Genova, aprile 2012.

<sup>185</sup> Per quanto i materiali a me noti, provenienti da tutti i continenti, pur nelle peculiarità stilistiche confermino *in toto* l'ipotesi presentata in questa ricerca, al momento preferisco limitare la validità delle mie conclusioni alla documentazione iconografica presente sul territorio europeo.

attività umane. Le pose gestuali (preghiera, danza) e le operazioni tecniche compiute dall'antropomorfo (caccia, combattimento, aratura, ecc.), sono unità linguistiche a cui è attribuito un valore *transitivo*, hanno cioè per oggetto azioni la cui ripetuta rappresentazione risponde all'esigenza di trasferire, attraverso il canale di comunicazione del supporto, gli esiti auspicati di un atto "cosmico" di interazione dal soggetto agente, la comunità, ad un destinatario da individuare. E' probabile che il membro della comunità sia il destinatario solo di una parte della comunicazione che lo riguarda, quella inerente ai modelli di comportamento a cui doveva attenersi, "fissati" una volta per tutte nel supporto.

Sulle rocce incise tutte le rappresentazioni condividono lo stesso spazio sacro, dando spesso luogo ad un fitto intreccio di immagini sovrapposte. Nella realtà concreta due oggetti non possono occupare fisicamente lo stesso spazio. Nella superficie della roccia scopriamo che due immagini poste una sopra l'altra, incise magari a secoli di distanza, non solo condividono lo stesso spazio ma anche una comune dimensione temporale, quella del supporto, che è una realtà liminale, aspatiale ed atemporale. Per il ricevente queste figure sovrapposte sono compresenti.

Non tutte le classi di rappresentazione, pur condividendo lo stesso spazio nel supporto, hanno la medesima funzione *transitiva*. Alcune immagini di oggetti animati o inanimati (il carro, l'aratro, le armi, le capanne, gli uccelli, gli animali, ecc.), rese isolatamente o in gruppo, ma non poste in relazione con l'antropomorfo, non esprimono un "fare", ma un generico "esistere", un "essere contemplato" o elencato nello spazio sacro. Tali rappresentazioni, disposte secondo un piano di istoriazione del supporto che ancora ci sfugge, devono pertanto essere considerate parti dello stesso linguaggio ma con valore *intransitivo*.



## Bibliografia

**Anati, E.**

1982, *I Camuni. Alle radici della civiltà europea*, Milano, Jaca Book.

**Bagolini, B.**

1973, *Scoperte di arte neolitica al Riparo Gaban*, in “Bollettino del Centro Camuno di Studi Preistorici (BCSP)”, X, pp. 59-78.

**Benozzo F.**

2007, *Lepri che volano, carri miracolosi, padelle come tamburi: una tradizione etnolinguistica preistorica in area emiliana*, “Quaderni di Semantica”, 57.

2007, *Il poeta guaritore nei dialetti d'europa*. in *La medicina magica. Segni e parole per guarire*. Atti del Convegno Internazionale (Rocca Grimalda, 22-23 settembre 2007) Edizioni dell'Orso.

2008, *Sciamani e lamentatrici funebri. Una nuova ipotesi sulle origini del pianto rituale*, in F. Mosetti Casaretto (ed.), *Lachrymae. Mito e metafora del pianto nel Medioevo*. Atti del Convegno (Certosa di Pontignano, 2-4 novembre 2006), Alessandria, Edizioni dell'Orso.

2010, *Le lavandaie notturne nel folklore europeo: per una bibliografia storica*, in *Dark Tales. Fiabe di paura e racconti del terrore*. Atti del Convegno di Studi sul Folklore e il Fantastico (Genova, 21-22 novembre 2009), Edizioni dell'Orso.

**Bérard, C.**

1974, *Anodoi: Essai sur l'imagerie des passages chthoniens*, Bibliotheca Helvetica Romana, 13 Institut Suisse de Rome Berna.

**Bloch, M.**

1974, *Symbols, Song, Dance and Features of Articulation*, in “Archives Européennes de Sociologie”, n. 15, (trad. it.: *Simboli, canto, danza e tratti di articolazione linguistica. La religione è una forma estrema di autorità tradizionale?*, in “EM”, n. 2, 2005, pp. 247-275.

**Berger F.**

2004, *From Circle and square to the image of the world: a possible interpretation for some petroglyphs of merel boards*, Rock Art Research 2004, 21, Nr 1, pp. 11-25.

**Burckhardt T.**

2003, *L'arte sacra in oriente e occidente. L'estetica del sacro*. Bompiani, Milano.

**Cuillandre J.**

1944, *La droite et la gauche dans les poèmes homériques*, Société “les belles lettres”, Paris.

**Dognini C. (ed.)**

2002, *Kosmos. La concezione del mondo nelle civiltà antiche*, Ed. dell'Orso, Alessandria.

**Dragomir, Ion T.**

1987, *Un vase de support cucutenien: la ronde de Beresti*, in *La Civilisation de Cucuteni en contexte européen. Actes de la session scientifique dédiée au centenaire des premières*

*découvertes de Cucuteni* (Iasi - Piatra Neamt, 24-28 sept. 1984), Iasi, Université Al. I. Cuza, pp. 289-295.

**Eliade, M.**

1975, *Il mito dell'eterno ritorno (Archetipi e ripetizione)*, Bologna, Borla.

**Ferri, S.,**

1956, *Metodo archeologico e Carmen Fratrum Arvalium*, in "Studi Classici e Orientali", n. 5, pp. 88-106.

**Fossati, A.**

1991, *L'Età del Ferro nelle incisioni rupestri della Valcamonica*, in Arslan, Ermanno (a cura di), *Immagini di un'aristocrazia dell'età del Ferro nell'arte rupestre camuna*, contributi in occasione della mostra Milano, Castello Sforzesco, aprile 1991 – marzo 1992, Comune di Milano, Settore Cultura e Spettacolo, Raccolte Archeologiche e Numismatiche.

**Fossati, A., Ragazzi, G.**

2001, *Musik- und Tanzdarstellungen in den Felszeichnungen der Valcamonica und des Veltlins*, in "Musikgeschichte Tirols", n. 315, pp. 37-52.

**Gimbutas, M.**

1987, *Old european deities with an emphasis on images from the Cucuteni Culture*, in: "La Civilisation de Cucuteni en contexte européen". Actes de la session scientifique dédiée au centenaire des premières découvertes de Cucuteni (Iasi - Piatra Neamt, 24-28 sept. 1984), Iasi, Université Al. I. Cuza, pp. 279-288.

**Hani J.**

1996, *Il simbolismo del tempio cristiano*, Edizioni Arkeios, Roma.

**Lo Sardo E.**

2007, *Il cosmo degli antichi*, Donzelli Editore, Roma, 2007.

**Lewis-Williams, J. D. – Dowson, T., A.,**

1990, *Through the veil: San Rock Paintings and the Rock Face*, in "South African Archaeological Bulletin", vol. 45, n. 151, June, pp. 5-16.

**Louis, M.**

1959, *Les origines préhistoriques de la danse*, in "Cahiers Ligures de Préhistoire et d' Arch.", nr. 9, pp. 3-37.

**Mauss, M.**

1965, *Le tecniche del corpo*, in *Teoria generale della magia e altri saggi*, Torino, Einaudi.

**Melasecchi B. (ed.)**

2006, *Il simbolismo cosmico*, ISIAO, Roma, 2006.

**Nicolas, A., Combier, J.**

2009, *Une écriture préhistorique? Le dossier archéologique de Moras-en-Valloire*, Pont-Saint-Esprit, Moras en Valloire, La Mirandole,.

**Nicolas, A. Martin, B.**

1972 *La ceramique incisée de Moras-en-Valloire (Drome)*, in “Bulletin d’ Etudes préhistoriques de l’ Ardèche”, n. 2, , pp. 35-45.

**Popper, K. R.,**

1970, *Logica della scoperta scientifica*, Torino, Einaudi.

**Prayon, F.**

1991, *Deorum Sedes. Sull’orientamento dei templi etrusco-italici*, *Archeologia Classica*, 43.

**Ragazzi, G.**

1992, *La danza perpetua. Gesto, spazio sacro, rappresentazione e linguaggio nell’arte rupestre della Valcamonica*, in Anati, Emmanuel (a cura di), *Valcamonica Symposium 1992. Prehistoric and tribal art. The Importance of Place. The Site, the Message, the Spirit*, Capo di Ponte, C.C.S.P., , pp. 76-85. , 1994, *Danza armata e realtà ctonia nel repertorio iconografico camuno*, in “Notizie Archeologiche Bergomensi”, n. 2, pp. 235-247.

1998, *La danza alle porte del cosmo*, in Brunod G., W. Ferreri e R. Ragazzi, *La rosa di Sellero e la svastica*, Quaderni di Natura Nostra, Vol. 11, Savigliano.

2010, *Il Gioco del Mondo e il Cosmo degli antichi*, Atti XII Seminario di Archeoastr., Genova, 17-18 apr. 2010

2010, *Il Gioco del Mondo e il viaggio dello sciamano*, BCSP nr. 36, pp. 140-151, 2012.

2012, *Iconografia Preistorica e danza: osservazioni preliminari*, in “Danza e Ricerca”, nr. 3, pp. 227-25, 20 2012, *Iconografia Preistorica e Epistemologia. Riflessioni su alcune ricerche in corso*, Atti del XIV Seminario di Archeoastronomia, Genova, Aprile 2012.

**Seidenberg A.**

1960, *The Ritual Origin of Geometry*, Arch. for Story of exact Sciences, Vol.1, p.488-527.

**Simpson, W.**

1896, *The Buddhist Praying-wheel*, London, McMillan & Co.

**Snodgrass, A.**

2008, *Architettura, Tempo, Eternità. Il simbolismo degli astri e del tempo nell’architettura della Tradizione*, Milano, Mondadori, 2008.

*Misurazione archeoastronomica dei ruderi  
della chiesa di Santo Stefano  
ad Isola del Cantone (Genova)*



(ARCHEOASTRONOMIA LIGUSTICA)

***Henry De Santis***

(Archeoastronomia Ligustica, [info@archaeoastronomy.it](mailto:info@archaeoastronomy.it) ,  
[www.archaeoastronomy.it](http://www.archaeoastronomy.it))

***Sergio Pedemonte***

([sp27850@alice.it](mailto:sp27850@alice.it) ; [www.sergiopedemonte.it](http://www.sergiopedemonte.it) )



## Introduzione storica

Isola del Cantone è il Comune più a Nord della Liguria, posto alla confluenza del torrente Vobbia nello Scrivia. La sua storia è legata alle vie che passavano sulle sponde dello Scrivia e che furono alternativamente utilizzate in vari periodi: sulla destra orografica nell'Età del Ferro, in Età Repubblicana Romana, nel periodo Longobardo e, successivamente, sino al secolo XI; sulla sinistra orografica in Età Imperiale e dal XII secolo in poi.

L'antica chiesa di Santo Stefano, oggi purtroppo ridotta a rudere, fu costruita sulla sponda destra dello Scrivia, sul terrazzamento più antico del torrente, a quota 370 s.l.m., abitato nel Neolitico, nell'Età del Ferro ed in epoca Longobarda, come dimostrato dai reperti ritrovati e dalla toponomastica locale.

La chiesa, originariamente ricadente sotto la Diocesi di Tortona, è oggi ricompresa in quella di Genova e, si presume, che Santo Stefano sia stata la prima chiesa di Isola del Cantone, forse antecedente al secolo XII, posizionata poco sopra la strada principale ([fig. 1](#)).



Figura 1. Legenda: 1- Chiesa benedettina di San Michele Arcangelo (1216); 2 - Cantone; 3- Borgo Nuovo; 4 - Castello del Piano; 5 - Zona di Santo Stefano.

I ruderi attualmente visibili evidenziano un'abside – presumibilmente, in origine, di forma ottagonale – che parrebbe risalire al XIII secolo (vedi [fig. 2](#)).

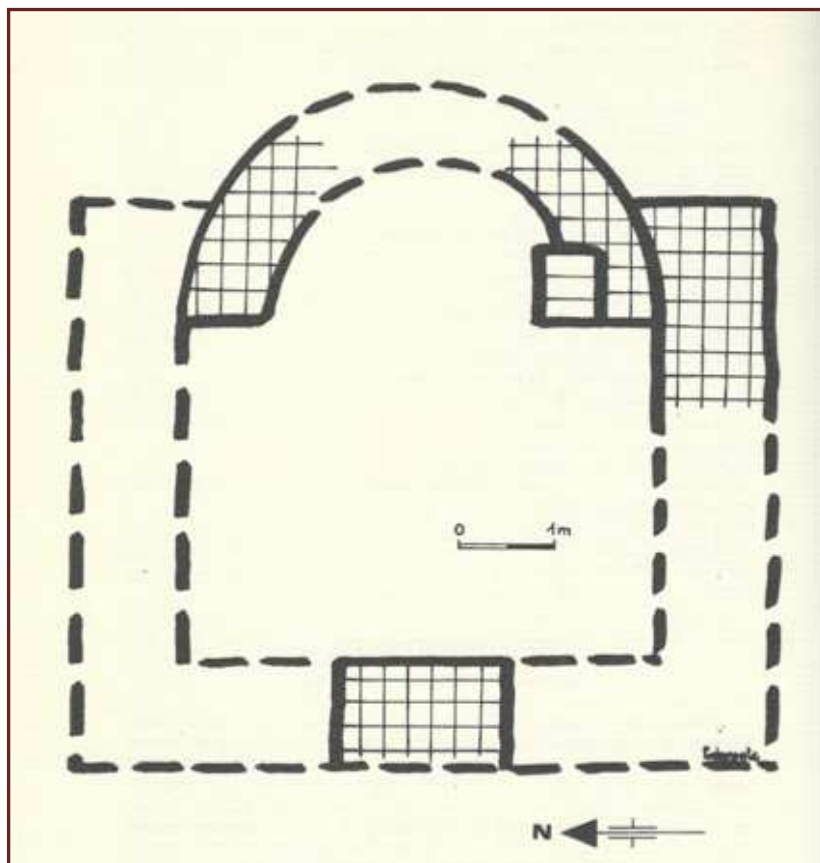


Figura 2. L'antica cappella di Santo Stefano di Isola. A tratteggio la parte nascosta dai detriti. (disegno di Sergio Pedemonte)

Durante i lavori di ripulitura dell'area circostante (1986 – 1988) furono trovate un'ascia in pietra verde di tipologia Neolitica e dei tegoloni romani, oggi depositati presso il Museo Archeologico del Centro Studi Storici Alta Valle Scrivia. Il sito è quindi di accertata frequentazione fin dalla preistoria.

Senza uno scavo stratigrafico che interessi le fondamenta e l'area prospiciente l'edificio, non è però possibile stabilirne l'esatto periodo di costruzione. Tuttavia, lungo la sponda destra dello Scrivia insistono dei toponimi longobardi, o di poco successivi, tipo Gazzo, Guardia, Guasone e Prodonno. Affermare, quindi, che esistesse una chiesa – fondata forse su qualcosa di preesistente, dato che i tegoloni potrebbero indicare tombe a cappuccina o insediamenti tardo imperiali – a partire dai secoli X o XI non ci sembra un azzardo eccessivo.

Si presume che alla chiesa afferissero gli abitanti dei villaggi dei dintorni, quali Sciorba, Piancastello, San Lazzaro, Spinola, il Pagliaio, Noceto, Prodonno, Montecanne e Prarolo, sempre rimanendo nella destra orografica dei torrenti Vobbia e Scrivia. È probabile che anche la vecchia *Insula* (attuale Cantone) e Campolungo fossero piccoli villaggi e che gli abitanti si recassero alle funzioni nella chiesa di Santo Stefano.

Fabrizio Benente<sup>186</sup> afferma che l'istituzione della Pieve entra in crisi nell'epoca degli insediamenti politici e militari dei castelli, e che la vecchia unità di circoscrizione territoriale entra in contrasto con la *Curtis*, cioè l'area di giurisdizione del castello, secondo Nino Lamboglia, nel XI – XIII secolo. In questo quadro la Pieve o rimane isolata o viene attratta dal castello. Non solo, Benente attribuisce importanza all'influenza dei Vescovi sui castelli mentre

<sup>186</sup> Fabrizio Benente (a cura di), *L'incastellamento in Liguria (X-XII secolo)*, Atti della giornata di studi, Istituto Internazionale di Studi Liguri, Rapallo, 26 aprile 1997.

ritiene che i monaci controllino, creino e fortifichino i *Burgi*. In questo quadro storico si può inserire forse lo spostamento della Parrocchia da Santo Stefano a Montessoro e l'insediamento dei benedettini con la creazione del Borgo Nuovo, nonché la costruzione del castello Spinola tra il Vobbia e lo Scrivia. Santo Stefano, pur declassata a cappella rurale, ebbe comunque diverse visite pastorali che la descrivevano, nel 1600, 1645, 1658, 1708 e 1787.

## Misure astronomiche

Dalle misure astronomiche, effettuate il 17 settembre 2011 con lo squadro sferico graduato a lettura diretta di 5' centesimali, è stato determinato l'asse centrale della chiesa, la cui abside è orientata verso  $89^{\circ} 08'$ , mentre la facciata sottende un azimut pari a  $269^{\circ} 08'$ . A fronte delle rispettive altezze di orizzonte, pari a  $7^{\circ} 35'$  e  $8^{\circ} 35'$ , le declinazioni sottese dalle due direzioni sono di  $5^{\circ} 56'$  e  $5^{\circ} 24'$ , posizioni che il Sole raggiunge intorno al 3-4 aprile e 8-9 settembre.

Poste tali risultanze, l'edificio è orientato, quasi esattamente, nella direzione cardinale Est-Ovest, tuttavia data l'elevazione delle montagne sull'orizzonte visibile in entrambe le direzioni, possiamo escludere che la chiesa sia stata impostata in maniera tale da essere illuminata internamente dal Sole – al sorgere o al tramonto – nei giorni degli equinozi. Tantomeno, in quei giorni si festeggia la ricorrenza di Santo Stefano o di un santo ad esso collegato (vedi [figure 3 e 4](#)).



Figura 3. I ruderi della chiesa di Santo Stefano oggi: parte del muro perimetrale meridionale.





Figura 4. I ruderi della chiesa di Santo Stefano oggi: l'abside.

Per esclusione, un tale orientamento, se si considera anche la complessa orografia del territorio, dimostrerebbe l'applicazione *“alla lettera”* delle linee guida dettate dal Concilio di Nicea e dalle Costituzioni Apostoliche – che prevedevano il criterio del *Versus Solem Orientem* – e potrebbe esser quindi stato determinato mediante l'uso di tecniche “strumentali”, quali il cerchio indiano o, più semplicemente, con l'utilizzo di uno “gnomone”, infisso verticalmente nel terreno al culminare del Sole al mezzogiorno vero locale.



## **La Chiesa Parrocchiale di San Michele Arcangelo**

Nelle *Memorie della Chiesa Parrocchiale di San Michele di Isola*, compilate da Don Gio Batta Moresini e dai suoi successori a partire dal 1859, si legge che nell'Archivio il libro più antico riguarda gli atti di nascita e di battesimo del 1600. Ma il primo documento che attesta i diritti del monastero clusino sulla chiesa e cenobio di San Michele di *Campo* (l'attuale Isola) è del 1154<sup>187</sup>, mentre una bolla di Innocenzo III del 1216, la pone in Diocesi di Tortona. Successivamente Innocenzo IV, Sinibaldo Fieschi, il 26 febbraio 1245 confermò tali diritti e la sua appartenenza alla Diocesi tortonese che durò fino al 1248.

Nel 1650 iniziarono i lavori all'edificio che assunse i caratteri attuali prolungandosi di circa un terzo. La ristrutturazione non interessò l'abside e forse il nuovo edificio mantiene ancora numerose parti del precedente perché costruito su quello più antico (in molti casi il vecchio, contenuto all'interno del nuovo, era demolito solo quando quest'ultimo era terminato). Prima dei restauri del 1978 la vetrata sull'abside era molto più scura con una parte trasparente al centro: la luce pertanto veniva concentrata maggiormente in un punto. Tra l'altro quella vetrata rappresentava, e anche oggi rappresenta, proprio il Sole con i suoi raggi. Se volessimo costruire un rudimentale calendario solare dovremmo chiudere la finestra sull'abside e praticarvi un solo piccolo foro: il raggio di luce sarebbe ben più visibile e traccerebbe sulla parete della chiesa rivolta a Sud-Ovest, all'alba, un'impronta in un determinato punto diverso ogni giorno dell'anno.

Nel nostro caso al solstizio d'estate, quando la traiettoria del sole è maggiormente verso Nord, in chiesa vediamo il raggio cadere nello spigolo Sud-Ovest (a destra entrando), viceversa negli equinozi lo troviamo nello spigolo opposto. Secondo Mario Codebò ed Henry De Santis, che hanno effettuato le misure, l'abside della Chiesa Parrocchiale sottende una declinazione solare odierna di 14°56' (rilevazione effettuata il 20 agosto 2011). Essa è raggiunta dal Sole il 1° giorno di maggio e il 12 agosto; inoltre l'orizzonte "vero" è dato dal profilo Monte Cagnola - Monte Gazzo: pertanto tenendo conto di questi fattori, il Sole sorge in asse alla chiesa il 1° maggio e il 12 agosto. Se ne deduce che l'edificio potrebbe essere stato iniziato e impostato proprio un giorno d'agosto di un anno intorno al 1650 in occasione dell'anniversario della donazione dei Corpi Santi (principale festa religiosa isolese) avvenuta l'8 agosto 1629 da parte del feudatario Gerolamo Spinola fu Antonio, che oggi si festeggia la seconda domenica d'agosto. L'azimut dell'abside è 81° 54' mentre quello della facciata è 261° 54'.

---

<sup>187</sup> Cancia P, Casiraghi G., *Vicende, dipendenze e documenti dell'Abbazia di S. Michele della Chiusa*, Deputazione Subalpina di Storia Patria, CCX, 1993.

# Il Metodo Nautico

per il calcolo dell'azimut di un allineamento  
e della declinazione da esso sottesa



(ARCHEOASTRONOMIA LIGUSTICA)

<http://www.archaeoastronomy.it>

***Mario Codebò***

( [info@archaeoastronomy.it](mailto:info@archaeoastronomy.it) )

***Agostino Frosini***

( [agopax@libero.it](mailto:agopax@libero.it) )

## DESCRIZIONE (di Mario Codebò)<sup>188</sup>

Vengono qui di seguito date, con esempi numerici, due fondamentali sequenze di formule che consentono di determinare l'azimut astronomico  $A$  di un allineamento e la declinazione  $\delta$  sottesa, essendo noti:

- 1) le coordinate geografiche latitudine  $\varphi$ , longitudine  $\lambda$ , quota sul livello del mare "e"<sup>189</sup>;
- 2) l'angolo  $\alpha$  tra l'allineamento e l'astro (generalmente il Sole), misurato con il teodolite o con lo squadro sferico graduato, nell'istante della misurazione.

Le due sequenze sono valide per misurazioni prese col Sole, ma possono essere utilizzate anche con Luna, stelle e pianeti apportando alcune modifiche (che qui non vengono descritte).

I valori tabulari si desumono dalle Effemeridi in corso. Nell'esempio che segue sono state utilizzate quelle nautiche pubblicate dall'Istituto Idrografico della Marina Militare Italiana I.I.M., dette *Effemeridi Nautiche (EN)* o *Almanacco Nautico* (in inglese: *Nautical Almanac NA*). Perciò le sigle usate sono quelle proprie di tale almanacco<sup>190</sup>.

Le procedure di calcolo sono desunte da Flora 1987 ed adattate alle necessità dell'archeoastronomia.

Le correzioni da apportare al barometro a mercurio sono descritte nella tavola XIII del volume *Tavole Nautiche* dell'I.I.M., mentre i valori della rifrazione atmosferica nella tavola XXII.

Le abbreviazioni, i simboli e le sigle usate sono le seguenti:

☉ = Sole;

☾ = Luna;

★ = stella;

● = pianeta;

h, m, s = ore, minuti e secondi di tempo;

sen = seno;

cos = coseno;

tan = tangente;

\* = moltiplicazione;

tm = tempo medio del luogo di osservazione, ovvero sua ora civile (la comune ora segnata dall'orologio);

Tm = tempo medio di Greenwich, ovvero sua ora civile (altrimenti detto UT e, con dizione scorretta, GMT<sup>191</sup>);

---

<sup>188</sup> Il presente articolo corregge, a tutti gli effetti, gli errori presenti in quello precedente (Codebò 1997).

<sup>189</sup> Si può indicare anche con "Q".

<sup>190</sup> Benché i valori numerici siano sostanzialmente gli stessi (a meno di arrotondamenti), le *Effemeridi Nautiche EN* di qualsiasi nazionalità differiscono dalle *Effemeridi Astronomiche EA* (in inglese *Astronomical Almanac AA*) per parecchi dettagli, i principali dei quali sono: nelle *EN* sono riportati i dati di  $T_v$  e  $\delta$  per ogni ora di ogni giorno dell'anno di Sole, Luna e quattro pianeti visibili ad occhio nudo (Venere, Marte, Giove e Saturno), escludendo quindi i pianeti di difficile osservazione (Mercurio) e quelli invisibili ad occhio nudo (Urano, Nettuno, Plutone, corpi ultra-plutoniani, asteroidi, comete, ecc.); sono inoltre presenti apposite tavole che accelerano molto i calcoli. Nelle *Effemeridi Astronomiche EA*, invece, gli stessi dati sono riportati per la sola mezzanotte di ogni giorno dell'anno (quindi per tutti gli altri orari devono essere interpolati) e per tutti i corpi celesti visibili ed invisibili ad occhio nudo. In sintesi: le *EN* sono meno complete ma semplificano enormemente i calcoli, mentre le *EA* sono assai più complete ma altrettanto complesse. Per gli scopi dell'archeoastronomia – che si riferisce all'astronomia ad occhio nudo delle culture del passato, le *EN* si sono rivelate le migliori.

<sup>191</sup> E' scorretto definire il Tempo Universale di Greenwich UT come Greenwich Mean Time perché, per definizione, UT comincia alla mezzanotte mentre GMT al mezzogiorno. Quindi tra UT e GMT c'è una differenza di 12 ore. Caso mai, UT può correttamente definirsi Greenwich Civil Time GCT, ma in nessun caso GMT!

tv = tempo vero, ossia angolo orario del centro dell'astro contato a partire dal meridiano superiore dell'osservatore verso W. Il meridiano superiore è quel meridiano che comprende un polo dell'equatore e lo zenit dell'osservatore. Il meridiano inferiore è quello che contiene l'altro polo dell'equatore ed il nadir dell'osservatore;

Tv = il tempo vero al meridiano di Greenwich;

H = angolo orario, ossia tv, dell'astro;

A = azimut;

Am = azimut misurato con lo strumento (teodolite o squadra sferico graduato);

Aa = azimut dell'allineamento;

$\varphi$  = latitudine;

$\lambda$  = longitudine;

$\delta$  = declinazione;

ET = equazione del tempo, ossia differenza algebrica tra il tempo vero ed il simultaneo tempo medio (o viceversa, con relativo cambiamento di segno algebrico):  $ET_m = tv - tm$  (equazione del tempo medio) oppure:  $ET_v = tm - tv$  (equazione del tempo vero);

JD = giorno giuliano;

hv = altezza vera dell'astro;

ho = altezza misurata (altrimenti detta osservata) dell'astro;

R = rifrazione atmosferica;

Q = altezza sul livello del mare dell'occhio dell'osservatore, comprensiva di quota sul livello del mare e di altezza dal suolo dell'occhio dell'osservatore;

i = depressione dell'orizzonte; per calcolarla qui è usata la formula:  $i = 0,03 \sqrt{Q}$ ;

$\Pi$ : parallasse. Quella del Sole  $\Pi_{\odot}$  vale, al 2000.0, mediamente  $0^{\circ}00'08,794148''$ . Quella della Luna  $\Pi_{\text{☾}}$  vale mediamente  $0^{\circ}57'02,7''$  quando essa è all'orizzonte astronomico e  $(0^{\circ}57'02,7'' \cos ho)$  quando invece è sopra di esso di una quantità "ho" (misurabile con il cerchio zenitale del teodolite, o con l'inclinometro o con il sestante). Quella delle stelle  $\Pi_{\star}$  è evanescente. La parallasse di Sole, Luna e pianeti  $\Pi_{\bullet}$  può anche essere ricavata dalla tavola XXIV delle Tavole Nautiche. Nelle Effemeridi Nautiche quella lunare è data di ora in ora per ciascun giorno dell'anno;

Sd = semidiametro di un astro. Vale praticamente solo per Sole e Luna, che si presentano visivamente come dischi. Nelle Effemeridi Nautiche è dato giornalmente per la Luna e di tre giorni in tre giorni in ogni pagina per il Sole; in entrambi i casi è sempre riferito alle ore Tm 00h00m00s. Lo si può ricavare anche dalla tavola XXIII delle Tavole Nautiche. Il semidiametro solare vale mediamente  $0^{\circ}16'01''$ ; quello Lunare mediamente  $0^{\circ}15'42,5''$  ed entrambi possono essere arrotondati al valore medio  $0^{\circ}16'$ ;

z = distanza zenitale. È l'inverso dell'altezza; perciò vale  $z = 90^{\circ} - h$ ;

$\varepsilon$  = obliquità (angolare) dell'eclittica;

Pmb = pressione atmosferica in millibars;

PmmHg = pressione atmosferica in millimetri di mercurio. Le relazioni che legano tra loro queste due ultime grandezze sono le seguenti:  $Pmb = PmmHg \frac{3}{4}$ ;  $PmmHg = Pmb \frac{4}{3}$ ;

Im = intervallo medio nelle EN;

Iv = intervallo vero nelle EN;

pp = parti proporzionali nelle EN;

d = differenza oraria della declinazione (con il suo segno) nelle EN.

Questi ultimi quattro segni sono adottati nelle Effemeridi Nautiche per le interpolazioni con le apposite tabelle annesse (nelle pagine colorate).

a) Si trasforma il tm in Tm sottraendo o aggiungendo al tm l'ora del fuso orario locale a seconda, rispettivamente, se questo è a E o a W di Greenwich:

$Tm = tm \pm$  ora del fuso orario locale (– se ad E di Greenwich; + se ad W).



b) Trasformato il  $t_m$  in  $T_m$ , si trascurano momentaneamente i minuti ed i secondi (che in questa circostanza prendono il nome di  $Im_1$ ) e per il solo valore delle ore si cerca nella colonna T delle EN il corrispondente valore espresso in gradi sessagesimali: questo è il  $T_v$  della sola ora. Nelle pagine colorate delle EN si cerca quello corrispondente ai minuti di  $Im$  e nella colonna secondi, in corrispondenza ai secondi di  $Im$ , si trova, nella colonna intestata “Sole e pianeti” (se si stanno utilizzando questi nella misurazione. Se invece si sta utilizzando la Luna si cerca nella colonna intestata “Luna”. Se si sta utilizzando il tempo siderale, si cerca nella colonna intestata con il simbolo  $\Upsilon$ . Qui di seguito si considererà e si utilizzerà sempre e soltanto il Sole) un valore, detto intervallo vero  $I_v$ , in gradi, primi e decimi di primo sessagesimali (si rammenti che per trasformare un decimo di primo in secondi basta moltiplicarlo per 6). Il  $T_v$  corrispondente alle sole ore di  $T_m$  si somma all’ $I_v$  e si trova il  $T_v$  complessivo di ore, minuti e secondi. In definitiva, con questa operazione solo apparentemente complessa, si è effettuata in maniera semplice un’interpolazione.

c) Al  $T_v$  di ore, minuti e secondi si somma la longitudine  $\lambda$  del sito con il suo segno: in astronomia nautica la longitudine si considera positiva ad E e negativa ad W<sup>192</sup>. Si ottiene così il  $t_v$ :

$$t_v = T_v \pm \lambda.$$

Nell’effettuare questi calcoli conviene innanzitutto trasformare tutti i valori orari o sessagesimali nei corrispettivi valori decimali. Per far ciò si dividono i secondi (sia di tempo che di grado) per 60 e si ottengono parti decimali di primo; poi si dividono i primi e le parti decimali già ottenute per 60 e si ottengono parti decimali di ore o di gradi. Le calcolatrici eseguono questa trasformazione oppure hanno un apposito tasto.

Es. 1: convertire  $20^\circ 12' 47''$  in parti decimali:

$$47''/60 = 0,78(3)^{193}$$

$$12,78(3)'/60 = 0,2130(5)$$

risultato:  $20,2130(5)^\circ$

Es. 2: convertire in parti decimali l’orario 4h56m37s (4 ore, 56 minuti, 37 secondi):

$$37/60 = 0,61(6)$$

$$56,61(6)/60 = 0,9436(1)$$

risultato: ore 4,9436(1)

Per trasformare i valori decimali in sessagesimali od orari si procede come sopra, ma moltiplicando per 60.

Es. 3: convertire  $20,2130(5)^\circ$  in gradi sessagesimali:

$$0,2130(5)^\circ * 60 = 12,78(3)'$$

$$0,78(3)' * 60 = 46,(9)''$$

risultato:  $20^\circ 12' 47''$

Es. 4: convertire l’orario 4,9436(1) ore in ore, minuti e secondi:

$$0,9436(1) * 60 = 56,61(6) \text{ minuti}$$

$$0,61(6) * 60 = 36,(9) \text{ secondi}$$

<sup>192</sup> Nel metodo JD, invece, la longitudine è positiva ad Ovest e negativa ad Est (Codebò 2010).

<sup>193</sup> Un decimale scritto tra parentesi indica che esso è periodico. Un altro modo per scrivere un decimale è scriverlo sormontato da un tratto  $\overline{\quad}$ . Un numero decimale periodico  $\overline{\quad}$  che è sempre un numero razionale decimale, cioè esprimibile con una frazione  $\overline{\quad}$  può essere semplice o misto. E’ semplice quando subito dopo la virgola segue il decimale periodico; è misto quando, dopo la virgola e prima del decimale periodico, ci sono una o più cifre decimali (dette antiperiodo) che non si ripetono all’infinito. Quindi un numero decimale periodico è costituito dalle seguenti parti: la parte intera (prima della virgola), l’eventuale antiperiodo (parte decimale che non si ripete) ed il periodo (parte decimale che si ripete all’infinito). La parte periodica può essere costituita da una o più cifre.

risultato: 4h56m37s.

Inoltre se le coordinate sono date in valori differenti (in genere la longitudine in valori orari e la latitudine in valori sessagesimali) occorre necessariamente trasformarle in un'unica unità di misura, oraria o sessagesimale, e poi decimale. Di solito conviene di più trasformare le coordinate orarie in sessagesimali. Per far ciò basta moltiplicare il valore orario decimale per 15. All'opposto, per trasformare i valori sessagesimali decimali in orari basta dividerli per 15.

Es. 5: trasformare l'orario 4h56m37s in gradi sessagesimali:  
 $4h56m37s = 4,9436(1); 0,9436(1) * 15 = 4,1541666667^\circ = 74^\circ 09' 15''$

Es. 6: trasformare  $74^\circ 09' 15''$  in ore, minuti e secondi:  
 $74^\circ 09' 15'' = 74,1541666667 / 15 = 4,9436(1) = 4h56m37s.$

Si rammenti che le calcolatrici scientifiche trasformano automaticamente i valori orari e sessagesimali in decimali, perché internamente eseguono i calcoli sempre con tale formato.

d) Si calcola ora la declinazione  $\delta$ . Nelle EN di fronte al valore T (cioè a Tv) nella colonna intestata Dec. si trova il valore della declinazione oraria  $\delta$ , che può essere S o N. Il solo valore dei minuti, arrotondato dei secondi per difetto, costituisce l'Im dei minuti arrotondati per difetto. In fondo alla colonna, a piè di pagina, si trova la sigla "d" seguita da un valore numerico molto basso preceduto dal segno algebrico  $\pm$ ; per il Sole esso oscilla tra d +1.0 e d -1.0. Nella pagina colorata corrispondente al valore di Im arrotondato per difetto, nelle colonne "v/d" si cerca il valore numerico di "d": di fronte ad esso, nella colonna "pp" (parti proporzionali) si trova un valore in primi e decimi di primo sessagesimali. Il valore "pp" si somma algebricamente con il segno di "d" a  $\delta$  dell'unità oraria. Si considera ora il solo valore dei minuti arrotondato per eccesso dell'importo dei secondi (ossia un minuto in più del valore di Im) o Im arrotondato per eccesso. Nella pagina colorata del suo valore si cerca nella colonna "v/d" il corrispondente valore di "pp"; se esso è uguale a quello trovato per Im arrotondato per difetto lo si trascura; se è diverso si fa la media tra i due valori (o, meglio, s'interpola) ed il risultato si somma a  $\delta$  dell'unità oraria con il segno di "d". Si ottiene così la declinazione  $\delta$  dell'astro in quel preciso momento di Tm, completo di ore, minuti e secondi. Anche in questo caso, come già per il Tv di cui al punto b), si è eseguita in modo semplice un'interpolazione<sup>194</sup>.

e) Ora si calcola l'altezza "h" dell'astro con la formula<sup>195</sup>:  
 $\text{sen } h = \text{sen } \delta * \text{sen } \varphi + \cos \delta * \cos \varphi * \cos \text{tv}.$

f) Si calcola l'azimut A dell'astro:  
 $\cos A = (\text{sen } \delta - \text{sen } \varphi * \text{sen } h) / (\cos \varphi \cos h).$

<sup>194</sup> Da una funzione trigonometrica (seno, coseno, tangente, secante, cosecante e cotangente) si risale al corrispondente in gradi, primi e secondi sessagesimali o tramite le tavole delle funzioni trigonometriche e dei logaritmi (seguendone le istruzioni annesse), o con le calcolatrici scientifiche tramite la funzione arcoseno, arco, coseno ed arcotangente (spesso indicate impropriamente con la sigla:  $\text{sen}^{-1}$ ,  $\text{cos}^{-1}$  e  $\text{tan}^{-1}$  (che, a stretto rigore, sono in realtà il simbolo del reciproco, ossia la cosecante, la secante e la cotangente), mentre per calcolare cosecante, secante e cotangente di un valore  $X^\circ$  occorre digitare rispettivamente:  $\text{sen}^{-1}(1/X^\circ)$ ,  $\text{cos}^{-1}(1/X^\circ)$ ,  $\text{tan}^{-1}(1/X^\circ)$ .

<sup>195</sup> Più avanti si vedrà che Agostino Frosini ha scritto questa formula un po' diversamente, ma il risultato è lo stesso. Infatti la formula calcola il seno dell'altezza *sen h* da cui poi bisogna comunque ricavare l'arcoseno *arcsen*. Inoltre Frosini inverte i fattori delle due moltiplicazioni; ciò è perfettamente lecito perché la moltiplicazione – come l'addizione – gode della proprietà commutativa:  $2*3$  o  $3*2$  dà sempre come risultato 6! Quindi scrivere  
 $\text{sen } h = \text{sen } \delta * \text{sen } \varphi + \cos \delta * \cos \varphi * \cos \text{tv}$   
oppure  
 $h = \text{sen}\varphi * \text{sen } \delta + \cos \varphi * \cos \delta * \cos \text{tv}$   
è la stessa cosa ed il risultato è lo stesso.

Si ricava  $A$  con le tavole delle funzioni trigonometriche o con la funzione arcocoseno. Se il  $tv$  (di cui al punto c) è  $<180^\circ$  allora  $A$  è quello trovato con la formula sopra indicata; se invece il  $tv$  è  $>180^\circ$  allora

$$A_s = 360^\circ - A.$$

g) Si calcola l'azimut  $A_a$  dell'allineamento aggiungendo o sottraendo all'azimut  $A$  l'angolo  $\alpha$  misurato con il teodolite o con lo squadro sferico:  $A_a = A - \alpha$ . E precisamente: si aggiunge l'angolo  $\alpha$  se l'astro deve ancora passare sull'allineamento misurato e invece lo si sottrae se è già passato su di esso.

h) A questo punto si deve calcolare l'altezza vera "hv" dell'astro rispetto alla "ho" misurata con il cerchio zenitale del teodolite o con l'inclinometro. Infatti l'altezza vera "hv" differisce da quella misurata per un considerevole numero di parametri: la rifrazione, la depressione dell'orizzonte, il semidiametro<sup>196</sup>, la parallasse.

h1) La rifrazione  $R$  è il fattore più importante e costituisce uno dei capitoli più complessi dell'astronomia sferica poiché essa dipende dalle condizioni fisiche – temperatura, pressione, umidità, ecc. – di tutti gli strati d'aria che il raggio di luce attraversa dalla stratosfera fino al suolo, trasformandosi da raggio incidente in raggio rifratto. Quest'ultimo pone l'immagine visiva dell'astro ad un'altezza sempre maggiore di quanto esso si trovi fisicamente nella realtà (per es. all'alba l'immagine del Sole sull'orizzonte astronomico è già visibile alcuni minuti prima del suo effettivo sorgere ed al tramonto è ancora visibile per alcuni minuti dopo che è effettivamente tramontato). La rifrazione è nulla allo zenit e massima all'orizzonte astronomico: diminuisce, quindi, con l'aumentare dell'altezza "h" sull'orizzonte astronomico o – che è lo stesso – con il diminuire della distanza zenitale "z"<sup>197</sup>. Per altezze di astri  $>15^\circ$  (ossia per distanze zenitali  $z < 85^\circ$ ) sono disponibili numerose formule, ma per altezze inferiori a  $15^\circ$  (ossia distanze zenitali  $z > 85^\circ$ ) solo la formula di Bennet (Meeus 2005, pp. 105 – 108)<sup>198</sup> dà risultati attendibili<sup>199</sup>, oppure occorre utilizzare apposite tabelle, costruite sulla base di osservazioni empiriche. Esse sono generalmente allegate alle principali effemeridi (Connaissance de Temps, American Nautical Almanac, ecc.), ma non a quelle dell'I.I.M. che le pubblica invece nelle sue Tavole Nautiche alla tavola n. XXII, nella quale al valore della rifrazione media occorre apportare le due correzioni per la temperatura prima e per la pressione barometrica poi, entrambe misurate nel luogo di osservazione. Per un'esauriente discussione del problema della rifrazione atmosferica si veda in AA.VV. 1976 – 1987, vol. III parte I, pp. 514 – 516; Flora 1987, pp. 285 – 315; Lenzi 1967, pp. 24 – 26; Meeus 2005, pp. 105 – 108; Smart 1977, pp. 58 – 73; Zagar 1984, pp. 205 – 226.

h2) La depressione dell'orizzonte "i" è data dalla formula

$$i = 0,03 * \sqrt{Q}$$

dove "Q" è l'altezza in metri sul livello del mare dell'occhio dell'osservatore, comprensiva cioè della quota in metri del luogo sul livello del mare e dell'altezza in metri dell'occhio dell'osservatore dal suolo. Per approfondimenti sulla teoria della depressione dell'orizzonte si veda Flora 1987, pp. 285 – 315.

---

<sup>196</sup> Detto anche: raggio angolare.

<sup>197</sup> La relazione che lega "h" e "z" tra loro è la seguente:

$$z = 90^\circ - (\pm h)$$

dove l'altezza è considerata positiva se l'astro è sopra l'orizzonte e negativa se è sotto di esso.

<sup>198</sup> Essa è la seguente:  $R'_2 = 1/\tan \{ho + [7,31 / (ho + 4,4)]\}$ ;  $R'_3 = -0,06 * \sin (14,7 * R'_1 + 13)$ ;  $R'_1 = R'_2 + R'_3$ ;  $R' = R'_1 * \{(P / 1010) * [283 / (273 + T)]\}$ , dove  $P$  = pressione atmosferica in millibars e  $T$  = temperatura in gradi Celsius.

<sup>199</sup> Errore massimo: 0,9". La formula dà  $R = -0^\circ00'0,08''$  per  $ho = 90^\circ$  invece del corretto valore  $R = 0^\circ00'00''$ . Per correggerla basta aggiungere 0,0013515 a  $1/\tan \{ho + [7,31 / (ho + 4,4)]\}$ .

Si badi bene che la formula per il calcolo di “ho” non si riferisce più all’astro che abbiamo testé misurato con il teodolite ed il cronometro astronomico, ma all’astro incognito verso il quale reputiamo che il monumento archeologico sia orientato. Se supponiamo che esso sia diretto verso una stella e comunque per una prima approssimazione, questi tre parametri “ho”, “i” ed “R” sono sufficienti.

Se il calcolo eseguito ci fa supporre trattarsi di un pianeta visibile ad occhio nudo occorre aggiungere anche la parallasse  $\Pi_{\bullet}$  secondo la tavola XXIV delle Tavole Nautiche. Se, infine, abbiamo ragione di credere trattarsi del Sole o della Luna occorre introdurre nella formula anche i valori di parallasse  $\Pi_{\odot}$  e  $\Pi_{\text{C}}$  e semidiametro  $Sd_{\odot}$  ed  $Sd_{\text{C}}$ : questi due astri, infatti, non appaiono puntiformi come le stelle e i pianeti, ma presentano entrambi l’immagine di un disco che ha un’ampiezza di circa mezzo grado. La parallasse va aggiunta nella formula. Quella del Sole è molto piccola, essendo il suo valore  $0^{\circ}00'08,794148''$  ed è pressoché costante, data la sua grande distanza dalla Terra. Quella della Luna è maggiore, ma soprattutto varia di ora in ora a seconda dell’altezza del satellite sull’orizzonte astronomico ed è data di ora in ora per ogni giorno dell’anno dall’apposita colonna PAR delle EN. In alternativa si può usare il valore medio  $\Pi_{\text{C}} = 0^{\circ}57'02,7''$  (parallasse orizzontale media), ma introducendo così un errore. Se invece il satellite ha una qualche altezza  $ho \neq 0^{\circ}00'00''$  il valore della sua parallasse è dato, in prima approssimazione, dalla formula:  $\Pi_{\text{C}} * \cos ho$ .

Attenzione! Le EN danno la parallasse Lunare di ora in ora per ogni giorno dell’anno, ma questi valori servono solo nel caso che la Luna sia l’astro di cui abbiamo misurato con il teodolite l’angolo  $\alpha$  dall’allineamento delle paline e non quando essa è l’astro ignoto verso il quale supponiamo che l’allineamento sia puntato: infatti in quest’ultimo caso noi ignoriamo completamente la data e l’ora in cui essa si allineava con il monumento; perciò la migliore parallasse lunare da introdurre nella formula di trasformazione da “hv” in “ho” è quella calcolata con l’espressione  $\Pi_{\text{C}} = 0^{\circ}57'02,7'' * \cos ho$  anziché quella delle EN. Per un’esauriente disamina della parallasse si veda in AA.VV. 1976-1987, pp. 516-517, 528-529; Flora 1987, pp. 285 – 315; Lenzi 1967, p. 23; Smart 1977, pp. 195 – 295; Zagar 1984, pp. 187 – 204.

h3) Il semidiametro “Sd” o raggio angolare è la metà della misura apparente del disco visibile del Sole e della Luna. Esso varia in funzione diretta della distanza della Terra dai due astri, perciò quello del Sole varia in un ciclo di 365 giorni, mentre quello della Luna in un mese sinodico. La tavola XXIII delle Tavole Nautiche consente di calcolarlo in funzione dell’altezza apparente o strumentale (equivalente alla nostra ho) misurata con il sestante, alla quale vanno apportate le correzioni d’indice e strumentale. Le EN riportano direttamente giorno per giorno i valori del semidiametro lunare e solare; ma, come detto per la parallasse e per la medesima ragione, conviene inserire nella formula dell’altezza vera il semidiametro medio. Questo è per il Sole mediamente  $0^{\circ}16'01''$  e per la Luna mediamente  $0^{\circ}15'42,5''$  (Zagar 1984, p. 251), che possono cumulativamente essere arrotondati a  $0^{\circ}16'$  ciascuno. Il semidiametro va sottratto se si considerano la levata od il tramonto del lembo superiore del disco apparente del Sole e della Luna e va invece sommato se si considerano la levata od il tramonto del lembo inferiore. Per approfondimenti circa il semidiametro ed in generale per la trasformazione dell’altezza misurata od strumentale in altezza vera si veda Flora 1987 capp. XI-XII-XIII.

In definitiva le formule archeoastronomiche per trasformare l’altezza misurata “ho” in altezza vera “hv” con sufficiente precisione sono le seguenti:

h4) valida per le stelle ed in prima approssimazione:

$$hv = ho - (0,03 * \sqrt{Q}) - R$$

h5) valida per i pianeti:

$$hv = ho - (0,03 * \sqrt{Q}) - R + (\Pi_{\bullet} * \cos ho)$$



h6) valida per Sole e Luna:

$$h_v = h_o - (0,03 * \sqrt{Q}) - R \pm S_d + (\Pi \odot \text{ o } \Pi \text{ ☾ } * \cos h_o).$$

Esse vanno eseguite esattamente nella sequenza indicata, a differenza di quanto descritto erroneamente in precedenza (Codebò 1997).

Esistono altre due formule per la correzione delle altezze misurate: quella geodetica e quella nautica (Codebò 2010). Sono più precise perché trasformano la parallasse orizzontale equatoriale in parallasse locale in altezza, correggendo “ $h_o$ ” anche in funzione della latitudine dell’osservatore, ma sono anche più complicate. A causa di ciò si sbagliano facilmente calcolandole con le tavole trigonometriche e con la calcolatrice, cioè “a mano”. Devono quindi essere riservate all’esecuzione di un programma scritto e testato, come il programma *metodo nautico* scritto da Agostino Frosini in linguaggio Java Script nel quale l’operatore ha la possibilità di scegliere tra la formula semplificata, quella geodetica e quella nautica. Queste ultime due differiscono l’una dall’altra nel risultato per soli decimali di secondi sessagesimali: sono quindi interscambiabili. La formula semplificata differisce invece dalle altre due per i secondi sessagesimali, ma la sua semplicità – e quindi la minore probabilità di sbagliarla – ne fanno la formula d’elezione nei calcoli “a mano”.

i) Infine si calcola la declinazione “ $\delta$ ” dell’astro sconosciuto:

$$\text{sen } \delta = \text{sen } \varphi * \text{sen } h_v + \cos \varphi * \cos h_v * \cos A$$

se si conta l’azimut da N;

$$\text{sen } \delta = \text{sen } \varphi * \text{sen } h_v - \cos \varphi * \cos h_v * \cos A$$

se si conta l’azimut da S;

$$\text{sen } \delta = \text{sen } \varphi * \cos z + \cos \varphi * \cos z * \cos A$$

se si utilizza la distanza zenitale “ $z$ ” contando l’azimut A da N;

$$\text{sen } \delta = \text{sen } \varphi * \cos z - \cos \varphi * \cos z * \cos A$$

se si utilizza la distanza zenitale “ $z$ ” contando l’azimut A da S;

e con le tavole trigonometriche o con la funzione arcoseno si ricava  $\delta$ .

Dal valore numerico della declinazione e dal suo segno algebrico si deduce di quale astro si tratta. Qui di seguito sono dati i valori (pressoché uguali sia per l’alba che per il tramonto) che furono maggiormente oggetto di indagine nell’antichità:

a) Sole al J2000.0

21/03 (equinozio di primavera):  $\delta 0^\circ$

21/06 (solstizio d’estate):  $\delta +23^\circ 26' 21,448''$

23/09 (equinozio d’autunno):  $\delta 0^\circ$

21/12 (solstizio d’inverno):  $\delta -23^\circ 26' 21,448''$ .

Nell’emisfero boreale il segno algebrico sarà, ovviamente, + per la declinazione settentrionale (ossia estiva) e – per quella meridionale (ossia invernale). L’inverso in quello australe.

Per la Luna occorre sommare a  $\pm 23^\circ 26' 21,448''$  il valore dell’obliquità dell’orbita lunare, pari mediamente a  $\pm 5^\circ 09'$  con il suo segno algebrico, ottenendo  $+28^\circ 35' 21,45''$  al lunistizio massimo,  $-28^\circ 35' 21,45''$  al lunistizio minimo,  $+18^\circ 17' 21,45''$  al lunistizio intermedio maggiore e  $-18^\circ 17' 21,45''$  al lunistizio intermedio minore, secondo un ciclo che si ripete ogni 6798 giorni. Per quanto riguarda le stelle, la loro declinazione è propria per ciascuna e varia lentamente nel tempo per effetto della precessione degli equinozi e del moto proprio di ogni stella (Codebò 2011; 2012).

Per quanto invece riguarda i pianeti visibili ad occhio nudo – i soli che interessano l’archeostronomia – il loro moto è ciclico e tende a diventare caotico col passare dei millenni. Essi comunque giacciono sull’eclittica. La teoria planetaria è troppo complessa per essere descritta qui. I lettori interessati possono leggerla in Meeus 1988 e 1990, capp. 22 – 25; 2005, capp. 30 – 33 e appendice III e in vari capitoli<sup>200</sup> dei cinque volumi *Mathematical Astronomy Morsels* di Jean Meeus. In ogni caso, i calcoli più precisi circa il moto e le posizioni dei pianeti sono oggi facilmente ottenibili col software gratuito Solex 11.0 del dott. Aldo Vitagliano che utilizza l’integrazione numerica, probabilmente più precisa, nei lunghi periodi di tempo tipici dell’archeostronomia, della teoria VSOP87<sup>201</sup> di Bretagnon e Franco (Meeus 2005, pp. 217 – 221).

Le declinazioni odierne del Sole e della Luna si possono trasformare in quelle all’epoca della costruzione del monumento con la formula di Laskar, che è sufficientemente precisa fino a 10000 anni dal 2000 d. C.<sup>202</sup>:

$$U = T / 100$$

$$\delta_{\text{antica}} = \delta_{\odot} \text{hh, mm, ss} + \delta_{\text{C}} - 1^{\circ}18'00,93'' * (U) - 0^{\circ}00'01,55'' * (U)^2 + 0^{\circ}33'19,25'' * (U)^3 - 0^{\circ}00'51,38'' + (U)^4 - 0^{\circ}04'09,67'' * (U)^5 - 0^{\circ}00'39,05'' * (U)^6 + 0^{\circ}00'07,12'' * (U)^7 + 0^{\circ}00'27,87'' * (U)^8 + 0^{\circ}00'05,79'' * (U)^9 + 0^{\circ}00'02,45'' * (U)^{10}$$

## ESEMPI NUMERICI (di Mario Codebò)<sup>203</sup>

### Esempio I)

L’esempio numerico che segue è relativo al dolmen di Borgio Verezzi (SV) sul M. Caprazoppa (Codebò 1997a, pp. 735 – 751).

Nelle misurazioni sul terreno dell’epoca, nell’impossibilità di misurare l’azimut dell’asse medio perché non identificabile a causa dello stato di conservazione del megalite, fu necessario misurare l’angolo  $\alpha$  tra entrambi i lati esterni della costruzione ed il Sole. Ciò fu reso possibile in una sola battuta (ossia con una sola misurazione angolare) grazie ad una procedura (il cui algoritmo sintetico è riportato in Codebò 1997a, p. 737) appositamente elaborata da Mario Monaco, segretario dell’Associazione Astrofili Savonesi, che collaborò alla campagna di rilevamento.

I dati iniziali furono:

giorno dell’osservazione: 26/12/1994

ora civile locale tm: 12h53m35s

$\varphi$ : 44°10’23’’N

$\lambda$ : 8°18’52’’E

e. m. 302,5 s.l.m.

angolo  $\alpha_1$ : 57°09’40’’

angolo  $\alpha_2$ : 48°45’39’’

$$01) Tm (12h53m35s - 01h00m00s) = 11h53m35s$$

<sup>200</sup> Principalmente sotto i nomi dei singoli pianeti.

<sup>201</sup> E successive integrazioni.

<sup>202</sup> Le differenze sono comunque modeste, perché l’obliquità dell’eclittica, responsabile di queste variazioni di declinazione e di azimut, varia di circa 0,47’’ all’anno.

<sup>203</sup> In questo esempio numerico sono stati corretti gli errori presenti in Codebò 1997.

02)<sup>204</sup>

Tm 11h00m00s del 26/12/1994:	Tv☉ 344°52,7'+
Im 00h53m35s	Iv☉ 013°23,8'+
v -0,2	pp☉ -000°00,2' =
Tv☉ 11h53m35s del 26/12/1994	358°16'18"

03)

Tv☉	358°16'18" +
φ	008°18'52"E =
tv☉	366°35'10" -
riduzione al I quadrante	360°00'00"
tv☉	006°35'10"

04)<sup>205</sup>

δ☉ 26/12/1994 Tm 11h00m00s	S -23°21,8"+
Im 00h53m00s d +0,1	pp 00°00,1' =
δ☉ 26/12/1994 Tm 11h53m	-23°21'42"

δ☉ 26/12/1994 Tm 11h00m00s	S -23°21,8'+
Im 00h54m00s d +0,1	pp 00°00,1' =
δ☉ 26/12/1994 Tm 11h54m	-23°21'42"

quindi<sup>206</sup>:

$$\delta\odot 26/12/1996 \text{ Tm } 11\text{h}53\text{m}35\text{s} = -23^\circ 21' 42''$$

$$05) \text{sen } h\odot = \text{sen } -23^\circ 21' 42'' * \text{sen } 44^\circ 10' 22'' + \text{cos } -23^\circ 21' 42'' * \text{cos } 44^\circ 10' 22'' * \text{cos } 6^\circ 35' 10''$$

$$h\odot = 22^\circ 11' 47,04''$$

$$06) \text{cos } A\odot = (\text{sen } -23^\circ 21' 42'' - \text{sen } 44^\circ 10' 22'' * \text{sen } 22^\circ 11' 47,04'') / (\text{cos } 44^\circ 10' 22'' * \text{cos } 22^\circ 11' 47,04'')$$

07) poiché "tv" < 180°, allora:

$$A\odot = 360^\circ - 173^\circ 28' 12,5'' = 186^\circ 31' 47,5''$$

$$08) A_{\text{allineamento1}} = 186^\circ 31' 47,5'' - 57^\circ 09' 40'' = 129^\circ 22' 07,5''$$

$$09)^{207} hv\star = 0^\circ - [0,03 * \sqrt{(302,5 + 1,65)}] - 0^\circ 36' 29'' = -1^\circ 07' 52,51''$$

<sup>204</sup> Le Effemeridi Nautiche danno i gradi, i primi ed i decimali di primi. In questo esempio i dati sono riportati esattamente come in esse.

<sup>205</sup> Il Sole ha declinazione positiva dall'equinozio di primavera a quello di autunno e declinazione negativa da quello di autunno a quello di primavera. La sua declinazione positiva massima JD 2000.0 +23°26'21,448" è raggiunta al solstizio estivo e quella minima JD 2000.0 -23°26'21,448" al solstizio invernale.

<sup>206</sup> In questo caso, le parti proporzionali pp per d +0,1 nelle pagine colorate sono uguali sia per 53m che per 54m. Se fossero state diverse, sarebbe stato necessario calcolare i due valori per 53m e per 54m e poi interpolarli in proporzione ai secondi di Tm. All'atto pratico, quando i due valori sono uguali, come in questo caso, si esegue il solo calcolo per difetto (qui si sono eseguiti entrambi i calcoli per puro scopo didattico).

<sup>207</sup> Si prova prima convertendo l'altezza misurata "ho" in altezza vera "hv★" di una stella, cioè senza apportare correzioni per semidiametro e per parallasse.

$$10) \text{sen } \delta_{\text{allineamento1 hv}_\star} = \text{sen } 44^\circ 10' 22'' * \text{sen } -1^\circ 07' 52,51'' + \text{cos } 44^\circ 10' 22'' * \text{cos } -1^\circ 07' 52,51'' * \text{cos } 129^\circ 22' 07,5''$$

$$\delta_{\text{allineamento1 hv}_\star} = -27^\circ 56' 41,46''$$

11) poiché  $\delta_{\text{allineamento1 hv}_\star}$  ha un valore compreso tra la minima declinazione solare  $-23^\circ 26' 21,448''$  J2000.0<sup>208</sup>, quale si verifica al solstizio d'inverno, e la minima declinazione lunare  $-28^\circ 35' 21,45'' \pm 0^\circ 09'$ , quale si verifica ogni 6798 giorni al lunistizio minimo<sup>209</sup>, si può supporre che l'asse di questo monumento sia orientato sul sorgere della Luna. Occorre quindi ripetere il calcolo di "hv" e di "δ" per i valori lunari corretti di semidiametro e parallasse orizzontale medi:

$$\text{hv}\mathbb{C} = 0^\circ - [0,03 * \sqrt{(302,5 + 1,65)}]^{210} - 0^\circ 36' 29'' + 0^\circ 16''^{211} + (0^\circ 57' 02,7'' * \text{cos } 0^\circ)$$

$$\text{hv}\mathbb{C} = 0^\circ 05' 10,19''^{212}$$

$$12) \text{sen } \delta_{\text{allineamento1 hv}\mathbb{C}} = \text{sen } 44^\circ 10' 22'' * \text{sen } 0^\circ 05' 10,19'' + \text{cos } 44^\circ 10' 22'' * \text{cos } 0^\circ 05' 10,19'' * \text{cos } 129^\circ 22' 07,5''$$

$$\delta_{\text{allineamento1 hv}\mathbb{C}} = -26^\circ 59' 40,08''$$

Dunque l'azimut  $129^\circ 22' 07,5''$ , calcolato a partire da un angolo misurato col Sole in data 26/12/1994, ora civile locale tm 12h53m35s, con altezza misurata di orizzonte  $0^\circ 00' 00''$ , corrispondente all'orizzonte marino, sottende una declinazione  $\delta_1 = -26^\circ 59' 40,08''$ , molto prossima alla declinazione lunare al lunistizio minimo  $-28^\circ 35' 21,45'' \pm 0^\circ 09'$ .

#### Esempio II)

L'identico calcolo dell'azimut del secondo angolo  $\alpha_2$ :  $48^\circ 45' 39''$  dà come risultato finale una declinazione sottesa  $\delta_2 = -32^\circ 00' 26,2''$ , quindi la declinazione media sottesa dal dolmen è  $\delta_\mu = -29^\circ 30' 03,14'' \sigma \pm 2,5^\circ$ . I lettori provino ad eseguire il calcolo da soli.

#### Esempio III)

Il giorno 24/06/2013, in località  $\varphi 43^\circ 56' 21''\text{N}$  e  $\lambda 7^\circ 57' 05,1''\text{E}$ , alle ore tm 14h59m27s, con lo squadra sferico graduato e la livelletta Abney, sono stati misurati un angolo col Sole  $\alpha 148,90^\circ = 134^\circ 00' 36''$  ed un'altezza  $h_o = 21^\circ 20'$ . Calcolare la declinazione sottesa.

$$\text{tm } 14\text{h}00\text{m}00\text{s} = \text{Tm } 12\text{h}00\text{m}00\text{s} = \text{Tv}\odot 359^\circ 23,3' +$$

$$\text{Im } 00\text{h}59\text{m}27\text{s} = \text{Iv}\odot 014^\circ 51,8' +$$

$$v -0,1 = \text{pp}\odot -000^\circ 00,1' =$$

---


$$\text{Tv}\odot = 374^\circ 15' 00'' -$$

$$\text{riduzione al I quadrante} = 360^\circ 00' 00'' =$$


---

<sup>208</sup> Il termine di riferimento è la declinazione solare al J2000.0. In precedenza si usava quella B1950.0 ed in futuro si userà quella J2050.0. In ogni caso, la declinazione del Sole in un secolo varia molto poco e volendola ottenere esatta per il 1994, anno della misurazione, basta calcolarla con la formula di Laskar.

<sup>209</sup> Si ricorda che per calcolare la variazione nel tempo della declinazione lunare è sufficiente, in prima approssimazione, calcolare la variazione della somma algebrica  $\delta\odot \pm$  (inclinazione  $5^\circ 09' \pm 0^\circ 09'$ ) con la formula di Laskar. Tuttavia la complessità del moto lunare non consente questo calcolo così semplice per lunghe distanze di tempo.

<sup>210</sup> M. 1,65 è l'altezza dell'occhio dell'osservatore rispetto al suolo, il quale a sua volta ha una quota di m. 302,5 sul livello del mare.

<sup>211</sup> Aggiungiamo il semidiametro perché scegliamo di considerare l'altezza dell'intero disco, quindi del suo lembo inferiore. Avremmo sottratto il semidiametro se avessimo voluto considerare l'apparizione del primo bagliore solare, cioè del suo lembo superiore.

<sup>212</sup> N.B.: in questa occasione, per un complesso di motivi, non si è corretta la rifrazione per la temperatura e la pressione barometrica. Convieni, invece, farlo sempre.



$$\begin{aligned} Tv_{\odot} &= 014^{\circ}15'00,0'' + \\ \lambda &= 007^{\circ}57'05,1'' = \end{aligned}$$

---


$$tv_{\odot} = 022^{\circ}12'05,1''$$

$$\begin{aligned} \delta_{\odot} \text{ UT } 12\text{h}00\text{m}00\text{s} &= +23^{\circ}23,9' + \\ \text{Im } 00\text{h}59\text{m}00\text{s} \text{ d } 0,0 &= \text{pp } 00^{\circ}00,0' = \end{aligned}$$

---


$$\delta_{\odot} \text{ UT } 12\text{h}00\text{m}00\text{s} = 23^{\circ}23,9'$$

Poiché però  $\delta_{\odot} \text{ UT } 13\text{h}00\text{m}00\text{s} = 23^{\circ}23,8'$  occorre interpolare:

$$\begin{aligned} \delta_{\odot} \text{ UT } 13\text{h}00\text{m}00\text{s} &= +23^{\circ}23,8' + \\ \text{Im } 00\text{h}59\text{m}00\text{s} \text{ d } 0,0 &= \text{pp } 00^{\circ}00,0' = \end{aligned}$$

---


$$\begin{aligned} \delta_{\odot} \text{ UT } 13\text{h}00\text{m}00\text{s} &= 23^{\circ}23,8' \\ \delta_{\odot} 23^{\circ}23,9' - \delta_{\odot} 23^{\circ}23,8' &= 0^{\circ}00,1' \end{aligned}$$

Si trasformano le unità di tempo in gradi sessagesimali moltiplicandole per 15:

$$\begin{aligned} \text{UT } 13\text{h}00\text{m}00\text{s} - \text{UT } 12\text{h}00\text{m}00\text{s} &= 1\text{h} = 15^{\circ} \\ 1\text{h}00\text{m}00\text{s} - 0\text{h}59\text{m}27\text{s} &= 0\text{h}00\text{m}33\text{s} * 15 = 0^{\circ}08'15'' \end{aligned}$$

E si riducono tutti i valori alla medesima unità: i secondi sessagesimali:

$$\begin{aligned} 15^{\circ} &= 3600'' \\ 0^{\circ}00,1' &= 0^{\circ}00'06'' \end{aligned}$$

Ora si effettua una proporzione:

$$\begin{aligned} 3600'' : 0^{\circ}00'06'' &= 0^{\circ}08'15'' : X'' \\ X'' &= (0^{\circ}00'06'' * 0^{\circ}08'15'') / 3600'' = 0^{\circ}00'00,06'' \end{aligned}$$

Si sottrae  $X''$  da  $\delta_{\odot} \text{ UT } 13\text{h}00\text{m}00\text{s}$ :

$$23^{\circ}23,8' - 0^{\circ}00'00,06'' = 23^{\circ}23'47,94''$$

$$\text{Quindi } \delta_{\odot} \text{ UT } 12\text{h}59\text{m}27\text{s} = 23^{\circ}23'47,94''$$

Naturalmente, essendo la differenza tra UT 12h59m27s e UT 13h00m00s di soli 33s, si poteva assumere per  $\delta_{\odot} \text{ UT } 12\text{h}59\text{m}27\text{s}$  lo stesso valore di  $\delta_{\odot} \text{ UT } 13\text{h}00\text{m}00\text{s}$  senza apprezzabile errore. Diverso sarebbe stato il caso in cui la differenza di orario fosse stata per esempio di mezz'ora = 7°30': in caso di medie e forti differenze di tempo l'interpolazione diventa obbligatoria.

Ora si calcola l'altezza del Sole  $h_{\odot}$  nell'istante della misurazione:

$$\begin{aligned} \text{sen } h_{\odot} &= \text{sen } 23^{\circ}23'47,94'' * \text{sen } 43^{\circ}56'21,2'' + \cos 23^{\circ}23'47,94'' * \cos 43^{\circ}56'21,2'' * \cos 22^{\circ}12'05,1'' \\ h_{\odot} &= 62^{\circ}33'00,98'' \end{aligned}$$

Ora si calcola l'azimut del Sole nell'istante della misurazione:

$$\begin{aligned} \cos A_{\odot 1} &= (\text{sen } 23^{\circ}23'47,94'' - \text{sen } 43^{\circ}56'21,2'' * \text{sen } 62^{\circ}33'00,98'') / (\cos 43^{\circ}56'21,2'' * \cos 62^{\circ}33'00,98'') \\ A_{\odot 1} &= 131^{\circ}12'31,19'' \end{aligned}$$

Poiché  $tv < 180^{\circ}$ , allora  $A_{\odot} = 360^{\circ} - A_{\odot 1}$ :

$$A_{\odot} = 360^{\circ} - 131^{\circ}12'31,19'' = 228^{\circ}47'28,81''$$

Al valore di  $A_{\odot}$  si aggiunge algebricamente il valore di  $\alpha$  per ottenere l'azimut esatto dell'allineamento. In questo caso, poiché il Sole era già transitato sull'allineamento,  $\alpha$  va sottratto:

$$Aa = 228^{\circ}47'28,81'' - 134^{\circ}00'36'' = 94^{\circ}46'52,81''$$

Ora si calcola l'altezza vera hv★

$$hv★ = 21^{\circ}20' - 0,03 * \sqrt{(436 + 1,65) - 0^{\circ}02'28''} = 20^{\circ}39'52,63''$$

e la relativa declinazione sottesa:

$$\text{sen } \delta_{\text{allineamento } hv★} = (\text{sen } 43^{\circ}56'21,2'' * \text{sen } 20^{\circ}39'52,63'' + \cos 43^{\circ}56'21,2'' * \cos 20^{\circ}39'52,63'' * \cos 94^{\circ}46'52,81'')$$

$$\delta_{\text{allineamento } hv★} = 10^{\circ}52'39,97''$$

Poiché questo valore è uno di quelli assunti dal Sole nel corso dell'anno ed è invece inferiore a quelli minimi assunti dalla Luna ( $\pm 18^{\circ}18'$ ), si ripete il calcolo con hv⊙:

$$hv⊙ = 21^{\circ}20' - 0,03 * \sqrt{(436 + 1,65) - 0^{\circ}02'28'' + 0^{\circ}15,7' + (0^{\circ}00'08,794148'' * \cos 21^{\circ}20')} = 20^{\circ}55'42,82''$$

$$\text{sen } \delta_{\text{allineamento } hv⊙} = \text{sen } 43^{\circ}56'21,2'' * \text{sen } 20^{\circ}55'42,82'' + \cos 43^{\circ}56'21,2'' * \cos 20^{\circ}55'42,82'' * \cos 94^{\circ}46'52,81''$$

$$\delta_{\text{allineamento } hv⊙} = 11^{\circ}03'28,44'' \text{ (declinazione assunta dal Sole alle date 18/04 e 24/08/ 2013).}$$

## ALGORITMO SINTETICO (di Mario Codebò)

1) calcolo dell'angolo orario locale del Sole o tv  
tm – fuso orario locale E o + fuso orario locale W = Tm

$$Tm \text{ h: } Tv⊙ \text{ h} +$$

$$Im \text{ mm e ss: } Iv⊙ +$$

$$\pm v: \quad \pm pp⊙ =$$

---


$$TV⊙ \text{ hh, mm, ss}$$

$$Tv⊙ \text{ hh, mm, ss} +$$

$$+ \lambda E; - \lambda W =$$

---


$$tv⊙$$

2) calcolo della declinazione del Sole

$$\delta⊙hh \quad +$$

$$Im \text{ mm inferiori } \pm d =$$

---


$$\delta⊙hh, \text{ mm inferiori}$$

$$\delta⊙hh \quad +$$

$$Im \text{ mm superiori } \pm d =$$

---


$$\delta⊙hh, \text{ mm superiori}$$

$\delta⊙hh, \text{ mm, ss} =$  interpolazione tra  $\delta⊙hh \text{ mm inferiori}$  e  $\delta⊙hh \text{ mm superiori}$

3) calcolo dell'altezza geometrica dell'astro

$$\text{sen } h⊙ = \text{sen } \delta⊙ \text{ sen } \varphi + \cos \delta⊙ \cos \varphi \cos tv$$

4) calcolo dell'azimut del Sole (contato da Nord)

$$\cos A⊙ = (\text{sen } \delta⊙ - \text{sen } \varphi \text{ sen } h⊙) / (\cos \varphi \cos h⊙)$$

se  $tv > 180^\circ$ , allora  $A\odot_1 = A\odot$   
se  $tv < 180^\circ$ , allora  $A\odot_1 = 360^\circ - A\odot$

5) calcolo dell'allineamento del monumento

$$Aa = A\odot_1 \pm Am$$

6) riduzione di  $h_o$  in  $h_v$

$$h_v\odot \text{ e } \mathbb{C} = h_o - 0,03\sqrt{Q - R} \pm Sd + (\Pi \cos h_o)$$

$$h_v\bullet = h_o - 0,03\sqrt{Q - R} + (\Pi\bullet * \cos h_o)$$

$$h_v\star = h_o - 0,03\sqrt{Q - R}$$

7) calcolo della declinazione sottesa al momento della misurazione (da N)

$$\text{sen } \delta = \text{sen } \varphi \text{ sen } h_v + \cos \varphi \cos h_v \cos Aa$$

8) eventuale riduzione della declinazione all'epoca della costruzione del monumento (formula di Laskar)

$$\{[(JD - 2451545,0) / 36525] / 100\} = U$$

$$\delta\odot_{hh}, \text{ mm, ss} + \delta\mathbb{C} - 1^\circ 18' 00,93'' * (U) - 0^\circ 00' 01,55'' * (U)^2 + 0^\circ 33' 19,25'' * (U)^3 - 0^\circ 00' 51,38'' * (U)^4 - 0^\circ 04' 09,67'' * (U)^5 - 0^\circ 00' 39,05'' * (U)^6 + 0^\circ 00' 07,12'' * (U)^7 + 0^\circ 00' 27,87'' * (U)^8 + 0^\circ 00' 05,79'' * (U)^9 + 0^\circ 00' 02,45'' * (U)^{10}$$

## PRESENTAZIONE DEL SOFTWARE DI CALCOLO IL METODO NAUTICO

(di Agostino Frosini)

Questo programma calcola la declinazione sottesa dall'azimut di un monumento utilizzando le Effemeridi Nautiche dell'I.I.M. per il calcolo dell'azimut del Sole in un preciso istante UT. Il Software, assieme ad altri è oggi pubblicato sul sito:

[http://www.archaeoastronomy.it/nostre\\_ricerche.htm](http://www.archaeoastronomy.it/nostre_ricerche.htm)

Potrete utilizzarlo online oppure scaricarlo gratuitamente ed eseguirlo sul vostro PC.

L'elaborato è stato scritto in linguaggio Javascript perché compatibile con tutti i browser web che supportano questo tipo di tecnologia. Essendo un codice eseguibile il vostro browser potrebbe bloccarlo chiedendovi se consentirne l'esecuzione.

Il Software è stato testato con i seguenti Browser Web: Internet Explorer, Google Chrome, Opera, Safari, e Mozilla con ottimi risultati (c'è qualche piccola differenza grafica). Sorprendentemente il sistema funziona anche con gli smartphone di ultima generazione in quanto i browser web caricati dai sistemi operativi moderni tipo Android, Apple e Windows Mobile, pur essendo sviluppati con funzioni minime, posseggono il linguaggio Javascript.

La pagina contiene zone destinate all'immissione dei dati e zone per la visualizzazione dei risultati; quest'ultime sono disabilitate quindi non sono soggette all'inserimento accidentale dei dati. Nel sottotitolo avete un link agli algoritmi utilizzati: qui troverete tutte le formule del programma, potrete visualizzare il tipo di sequenza di calcolo che è stata sviluppata e quali algoritmi sono presenti all'interno del sistema.

Prima di inserire i valori nei campi, almeno per le prime volte, è utile cliccare sui pulsanti “?” questi aprono una finestra che spiega in che modo vanno inseriti i valori.

E' importante che inseriate nei campi solo numeri positivi e separate i decimali con il punto; per i dati negativi avete a disposizione i pulsanti per il cambio del segno.

Nella prima parte della schermata, dopo aver compilato i campi “Sito” e “Note” secondo le vostre esigenze, dovrete inserire i dati relativi all’orario di osservazione, alla posizione geografica del sito e all’azimut misurato; a questo proposito è presente un piccolo programma interno per convertire i gradi quattrocentesimali, utilizzati dagli strumenti topografici più comuni, in gradi sessagesimali necessari per il calcolo (Pulsante “Converti”). I pulsanti con i punti interrogativi spiegano nel dettaglio i valori da inserire.

**Metodo Nautico: calcolo della declinazione sotta dall' Azimut di un monumento utilizzando le Effemeridi nautiche per il calcolo dell' Azimut del Sole in un preciso istante UT**  
**Algoritmi Utilizzati**

**Sito:**

**Note:**

**Inserimento Dati**  
 (Attenzione, inserite solo numeri positivi e separate i decimali con il punto)

? Data (gg/mm/aaaa)	<input type="text"/> / <input type="text"/> / <input type="text"/>	AC/DC	DC
? Orario Locale (hh:mm:ss)	<input type="text"/> : <input type="text"/> : <input type="text"/>		
? Orario UT (hh:mm:ss)	<input type="text"/> : <input type="text"/> : <input type="text"/>		
? Latitudine dell' osservatore (gg°pp'ss")	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	N/S	Nord
? Longitudine dell' osservatore (ggg°pp'ss")	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	E/O	Est
? Azimut misurato in gradi quattrocentesimali	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	Converti	
? Azimut misurato in gradi sessagesimali (ggg°pp'ss")	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	+/-	+
? Altezza misurata (gg°pp'ss")	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "		

La seconda parte di inserimento è relativa ai dati necessari, in funzione dell’orario UT di osservazione, reperibili nelle Effemeridi Nautiche dell’I.I.M.. I pulsanti con i punti interrogativi spiegano nel dettaglio i valori da estrarre dal libro delle Effemeridi.

? Tv del Sole ricavato dalle Effemeridi Nautiche	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "		
? Iv del Sole ricavato dalle Effemeridi Nautiche	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "		
? Parti Proporzionali di Tv (v) al minuto UT in corso	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	+/-	+
? Declinazione (δ) del Sole ricavata dalle Effemeridi Nautiche	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	+/-	+
? Parti Proporzionali di δ (d) al minuto UT in corso	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	+/-	+
? Parti Proporzionali di δ (d) al minuto UT successivo	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	+/-	+

La terza e quarta parte degli inserimenti è dedicata alla scelta delle formule da utilizzare per il calcolo dell’altezza vera dell’astro, ai parametri di correzione per la quota e rifrazione media<sup>213</sup> ed infine alla scelta del corpo celeste.

**Parametri di correzione del corpo celeste (scegliere la formula da utilizzare, selezionare l'astro desiderato ed inserirne i dati correttivi)**

? <input checked="" type="radio"/> Per altezza di Stella			
? <input type="radio"/> Per altezza di Pianeta			
Parallasse Pianeta (pp'ss")	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "		
? <input type="radio"/> Per altezza di Sole			
Semidiametro del Sole (pp'ss")	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	+/-	+(Lembo Inferiore)
Parallasse Solare	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "		8.794148
? <input type="radio"/> Per altezza di Luna			
Semidiametro della Luna (pp'ss")	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "	+/-	+(Lembo Inferiore)
Parallasse Lunare (gg°pp'ss")	<input type="text"/> ° <input type="text"/> ' <input type="text"/> "		
Inclinazione media piano orbita lunare sull'eclittica (gg°pp'ss")	5 ° 9 ' 0 "		

Calcola

<sup>213</sup> Si ricorda che la rifrazione media può essere calcolata con la formula di Bennet o desunta dalla Tavola XXII delle *Tavole Nautiche* dell’I.I.M.

Una volta inseriti tutti i dati cliccate sul pulsante “Calcola” per ottenere i risultati: azimut del Sole, azimut dell’allineamento, declinazione sottesa dall’allineamento e declinazione sottesa dall’allineamento opposto ovvero (reciproco). In questo programma avete la possibilità, dopo aver premuto il pulsante “Calcola”, di utilizzare anche i pulsanti sottostanti di cui fornisco ora una breve descrizione:

“Tabella Risultati” : questo pulsante visualizza una pagina web contenente tutti i risultati degli algoritmi che il programma esegue al suo interno; il link “Stampa” funziona solamente se il Vostro PC è collegato ad una stampante ed il link “Esporta in Excell” funziona solo se utilizzate il browser Internet Explorer, in quanto il comando di esportazione non è riconosciuto dagli altri browser; ad ogni modo potete comunque selezionare tutta la pagina e copiarla in un qualunque elaboratore di testi tipo Word.

“Lista Risultati”: questo pulsante visualizza una pagina web contenente tutti i risultati degli algoritmi che il programma esegue al suo interno ma questa volta, a differenza di “Tabella Risultati”, la formattazione della tabella è molto più spartana della precedente (in formato testo) e consente quindi il copia/incolla dei dati anche su un comune Notepad di Windows.

“Esporta”: questo pulsante funziona solo se il programma è stato scaricato e decompresso sul vostro Hard Disk e solo se si utilizza il browser Internet Explorer, il pulsante creerà il file “dati\_calcolo\_nautico.txt” nell’Hard Disk C:\.

Dopo aver visualizzato i risultati delle declinazioni sottese dall’allineamento e riferite alla data di osservazione, avete a disposizione un ulteriore programma che calcola le declinazioni sottese dall’allineamento riferite ad un’epoca di nota o stimata costruzione del monumento: inserite la data e cliccate sul pulsante “Calcola”.

In seguito sarà possibile anche visualizzare le variazioni di declinazioni di 50 in 50 anni precedenti all’epoca inserita cliccando sul pulsante “+/- 50 anni”.

Il pulsante “Reset” azzerà tutti i campi, risultati compresi.

Gli algoritmi utilizzati dal programma sono i seguenti:

#### Calcolo del tempo vero del Sole

Con i dati inseriti presi dalle Effemeridi  $T_v$ ,  $I_v$  e parti proporzionali ( $v$ ) il programma calcola il tempo vero locale  $t_v$  del Sole

$$T_v = T_v + I_v \pm (v)$$

$$t_v = T_v \pm \text{longitudine}$$

Se  $t_v > 180^\circ$  si sottrae da  $360^\circ$



### Calcolo della declinazione del Sole

Con i dati inseriti presi dalle Effemeridi di  $\delta$  e  $pp$  il programma calcola la declinazione solare  $\delta \odot$  vera.

Le parti proporzionali ( $d$ ) sono interpolate tra il minuto di UT in corso e quello successivo a seconda dei secondi di UT inseriti; allo scopo viene utilizzata la seguente formula:

$$\Delta pp = pp \text{ minuto UT successivo} - pp \text{ minuto UT in corso}$$

$$pp \text{ interpolate} = \Delta pp * \text{secondi di UT} / 60 + pp \text{ minuti UT in corso}$$

le parti proporzionali vengono poi trasformate in gradi decimali:

$$pp(^{\circ}\text{dec}) = pp \text{ interpolate} / 60$$

$$\delta \text{ vera} = \delta \pm pp (^{\circ}\text{dec})$$

### Calcolo dell'altezza e dell'azimut del Sole

Altezza del Sole

$$h = \arcsen(\sen \varphi * \sen \delta + \cos \varphi * \cos \delta * \cos tv)$$

Azimut del Sole

$$\cos A = (\sen \delta - \sen \varphi * \sen h) / (\cos \varphi * \cos h)$$

### Calcolo azimut dell'allineamento del monumento

$$Aa = A + (\pm \text{azimut misurato})$$

### Calcolo della correzione delle altezze vere di stella, pianeta, Sole e Luna

( $h_o$  = altezza osservata;  $Q$  = quota media sul livello del mare + altezza dal suolo dell'occhio dell'osservatore<sup>214</sup>;  $R$  = rifrazione atmosferica media;  $P$  = parallasse<sup>215</sup>;  $S_d$  = semidiametro del Sole o della Luna;  $\varphi$  = latitudine dell'osservatore)

Formule semplificate<sup>216</sup>:

Altezza vera di stella

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R$$

Altezza vera di pianeta

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R + (P * \cos h_o)$$

Altezza vera di Sole o Luna

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R \pm S_d + (P * \cos h_o)$$

Formule Nautiche

Altezza vera di stella

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R$$

Altezza vera di pianeta

---

<sup>214</sup> “ $Q$ ” nel programma in Javascript “Metodo Nautico” corrisponde ad “ $e$ ” usato da Codebò in questo articolo.

<sup>215</sup> “ $P$ ” nel programma in Javascript “Metodo Nautico” corrisponde ad “ $I$ ” usato da Codebò in questo articolo.

<sup>216</sup> Nota di M. Codebò: le formule semplificate si limitano a trasformare la parallasse equatoriale media orizzontale in parallasse equatoriale media in altezza; questa semplice formula è adatta al calcolo manuale (cioè eseguito passo passo con la calcolatrice o con le tavole dei logaritmi). Le formule nautiche e geodetiche trasformano la parallasse equatoriale media orizzontale in parallasse media locale in altezza: cioè tengono conto anche della latitudine dell'osservatore; queste formule sono più precise ma più complesse. Si noti che mentre le formule di “ $h_v$ ” nautiche e geodetiche differiscono tra loro solo nei decimali del risultato, esse differiscono dalle formule di “ $h_v$ ” semplificate nei secondi e relativi decimali, a testimonianza della loro maggiore precisione rispetto a queste ultime. Tuttavia, a causa della loro complessità, provocano con estrema facilità errori nel calcolo a mano e sono quindi adatte al solo calcolo programmato.

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R + \arcsen \{ \text{sen} [P - P * (1 \div 298,257) * (\text{sen } \varphi)^2] * \cos (h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R) \}$$

Altezza vera di Sole o Luna

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R \pm Sd \times [1 + \text{sen} (h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R) * \text{sen} P] + \arcsen \{ \text{sen} [P - P * (1 / 298,257) * (\text{sen } \varphi)^2] * \cos (h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) * R) \}$$

Formule Geodetiche

Altezza vera di stella

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R$$

Altezza vera di pianeta

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R + \arcsen \{ [0,9983271 + 0,0016764 * \cos (2 * \varphi) - 0,0000035 * \cos (4 * \varphi)] * \text{sen} P * \cos (h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R) \}$$

Altezza vera di Sole o Luna

$$h_v = h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R \pm Sd - \{ 1 + \text{sen} [h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R] * \text{sen} P \} + \arcsen \{ [0,9983271 + 0,0016764 * \cos (2 * \varphi) - 0,0000035 * \cos (4 * \varphi)] * \text{sen} P * \cos (h_o - 0,03 * (\sqrt{Q}) - R) \}$$

#### Calcolo della declinazione sottesa dall'allineamento misurato all'epoca attuale

$$\delta a = \arcsen (\text{sen } \varphi * \text{sen} h_v + \cos \varphi * \cos h_v * \cos Aa)$$

#### Calcolo della declinazione sottesa dall'allineamento misurato all'epoca di presunta costruzione del monumento

Per questo calcolo il programma calcola il numero di secoli giuliani intercorsi tra l'epoca di presunta costruzione del monumento e l'epoca standard J2000 pari a JD2451545,0 ottenendo quindi il parametro di calcolo T1 con la seguente formula:

$$T1 = (JD \text{ Epoca} - 2451545,0) / 36525$$

Dopodiché il programma calcola la declinazione sottesa dall'allineamento del monumento risultante all'epoca di presunta costruzione dello stesso tenendo in considerazione l'obliquità dell'eclittica ottenuta con la formula di Laskar:

$$\delta a1 = \delta a - 1^{\circ}18'00,93'' * (U) - 0^{\circ}00'01,55'' * (U)^2 + 0^{\circ}33'19,25'' * (U)^3 - 0^{\circ}00'51,38'' * (U)^4 - 0^{\circ}04'09,67'' * (U)^5 - 0^{\circ}00'39,05'' * (U)^6 + 0^{\circ}00'07,12'' * (U)^7 + 0^{\circ}00'27,87'' * (U)^8 + 0^{\circ}00'05,79'' * (U)^9 + 0^{\circ}00'02,45'' * (U)^{10}$$

(dove  $U = T1/100$ ).

Per qualsiasi dubbio, domande, segnalazioni di errori ortografici e/o di calcolo non esitate a contattarmi ago.pax@libero.it. Il Programma è volutamente messo a disposizione gratuitamente per poter essere testato dal maggior numero possibile di persone.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1976-1987). *Enciclopedia delle matematiche elementari e complementi*, Hoepli, Milano.
- Codebò Mario (1997). *Problemi generali del rilevamento archeoastronomico*, Atti I Seminario A.L.S.S.A., Genova.
- Codebò Mario (1997a). *Prime indagini archeoastronomiche in Liguria*, memorie S.A.It. 68, n. 3.
- Codebò Mario (2010). *L'algoritmo giuliano del Sole*, Atti XII Seminario A.L.S.S.A., Genova.
- Codebò Mario (2011). *Il calcolo FK4 B1950.0 della precessione delle stelle*, Atti XIII Seminario A.L.S.S.A., Genova.
- Codebò Mario (2012). *Il calcolo FK4 B1900.0 della precessione delle stelle*, Atti XIV Seminario A.L.S.S.A., Genova.
- Flora Ferdinando (1987). *Astronomia nautica*, Hoepli, Milano.
- Lenzi Ernesto. (1967). *Determinazioni astronomiche speditive*, I.G.M., Firenze.
- Meeus Jean (1988). *Astronomical formulae for calculators*, Willmann-Bell Inc., Richmond, Virginia, U.S.A..
- Meeus Jean (1990). *Astronomia con il computer*, Hoepli, Milano.
- Meeus Jean (1998). *Astronomical algorithms*, Willmann-Bell Inc., Richmond, Virginia, U.S.A..
- Meeus Jean (2005) *Astronomical algorithms*, 2<sup>nd</sup> edition, Willmann-Bell Inc., Richmond, Virginia, U.S.A.
- Smart William Marshall. (1977). *Textbook on Spherical Astronomy*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K..
- Tavole Nautiche*. I.I.M., Genova, 1961.
- Zagar Francesco (1984). *Astronomia sferica e teorica*, Zanichelli, Bologna.