

La meridiana a camera oscura della Chiesa della Visitazione a Perinaldo

di Riccardo Anselmi

La realizzazione di una meridiana a camera oscura di grandi dimensioni è, oggi, un evento del tutto eccezionale specialmente se inserita in una chiesa così come accadeva alcuni secoli fa. Allora, alcuni grandi astronomi matematici come Paolo dal Pozzo Toscanelli (Firenze, 1397 – 1482), autore del foro gnomonico, in assoluto, il più elevato, ricavato a 90,109 metri di altezza nella cupola di Brunelleschi, Egnazio Danti (Perugia, 1536 – Alatri, 1586), membro della commissione incaricata da papa Gregorio XIII della riforma del calendario giuliano e artefice del primo foro gnomonico nella Basilica di San Petronio e di altri fori gnomonici riscoperti recentemente dentro la chiesa di Santa Maria Novella a Firenze, Gian Domenico Cassini (Perinaldo – (Im), 1625 – Parigi, 1712) autore della meridiana nella Basilica di San Petronio a Bologna, Francesco Bianchini (Verona, 1662 – Roma, 1729) e Giacomo Filippo Maraldi (Perinaldo, 1665 – Parigi, 1729) realizzatori della meridiana Clementina dentro la Basilica degli Angeli e dei Martiri a Roma, sfruttarono le aree interne di alcune grandi chiese la cui ampiezza e consolidata staticità garantivano l'affidabilità dei dati rilevati.

Queste grandi meridiane furono realizzate sotto il patrocinio della Chiesa interessata a stabilire con precisione il mezzogiorno locale e, in particolare, la data dell'equinozio di primavera indispensabile per determinare, con la lunazione, il giorno in cui cade la Pasqua.

Queste meravigliose opere fornivano anche altri importanti dati come l'individuazione della posizione del polo celeste, lo spostamento della stella polare dovuto alla precessione degli equinozi, i solstizi, l'inclinazione dell'eclittica ecc.

Durante i secoli le meridiane a camera oscura persero importanza non essendo più in grado di competere con le nuove tecnologie e quindi subirono un declino che le confinò a semplici oggetti decorativi perdendo in taluni casi anche la funzionalità originale. Solo recentemente alcune sono state nuovamente valorizzate con opportuni interventi. Alcune hanno subito danni irreparabili come la meridiana del Duomo di Milano, datata 1786, dovuta a Giovanni Angelo De Cesaris che, sebbene sia stata più volte revisionata (l'ultima volta accadde nel 1976), mantiene soltanto il segno originale del capricorno perchè ubicato in parete, mentre gli altri undici, eliminati in seguito al rifacimento della pavimentazione, sono stati sostituiti con figure moderne.

La meridiana di Cassini è stata riqualificata anche grazie all'impegno appassionato di Giovanni Paltrinieri, autore di numerose pubblicazioni che trattano questo argomento. La ripristinata funzionalità della cosiddetta meridiana Clementina è, invece, opera di Mario Catamo e Cesare Lucarini, studiosi di questo orologio solare e autori di specifici interventi nella Basilica di Santa Maria degli Angeli e dei Martiri in Roma ai quali si deve anche la pubblicazione del libro "Il cielo in Basilica" che descrive con dovizia di particolari le caratteristiche di questo orologio e la sua storia.

Nel 2007, in occasione del solstizio d'inverno, è stata inaugurata a Perinaldo paese natale di Gian Domenico Cassini in provincia di Imperia, una meridiana a camera oscura dentro la chiesa della Visitazione, opera di Giancarlo Bonini, alla quale hanno contribuito Emanuela Bielli, Endrio Derin, Tiziano Casanova e Andrea Pastorino, tutti collaboratori dell'osservatorio astronomico comunale "G.D.Cassini" di Perinaldo.

Il fatto, oltre che essere straordinario, risulta quasi certamente unico. Infatti, perchè costruire oggi una linea meridiana in una chiesa se non per onorare e ricordare i natali di Gian Domenico Cassini con un'opera che richiama la sua più celebre meridiana di San Petronio ?

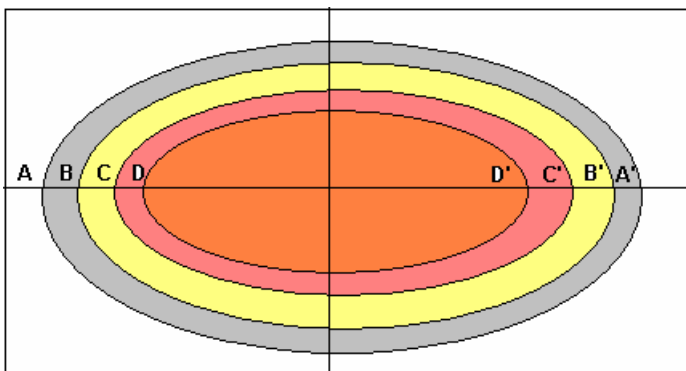
L'osservatorio astronomico comunale "G.D.Cassini", il libro biografico "Gio: Domenico Cassini – Uno scienziato del Seicento" di Anna Cassini e la stupenda meridiana a camera oscura segnano la fine di un lungo periodo di scarsa attenzione prestata nei confronti del più illustre figlio di Perinaldo, personaggio famoso anche come cartografo, matematico e astronomo presso la corte dei re di Francia a Parigi. Sino a qualche anno fa solo una modesta statua, eseguita da un'artista di Dolceacqua, ricordava le origini di Gian Domenico Cassini a Perinaldo.

Dal triangolo rettangolo VGN si ha : $NV = \frac{VG}{\sin(h)}$; $NG = \frac{VG}{\tan(h)}$; $NT = \frac{NV * \sin(\omega)}{\sin(h + \omega)}$. La formula

che calcola il semiasse maggiore è la seguente: $a = \frac{NT}{2} \left(\frac{\sin(h + \omega)}{\sin(h - \omega)} + 1 \right)$; la formula

dell'eccentricità risulta $\varepsilon = \frac{\cos(h)}{\cos(\omega)}$. Seguono poi $c = \varepsilon * a$ e il semiasse minore $b = \sqrt{a^2 - c^2}$. Le

formule proposte non tengono conto né della rifrazione provocata dall'atmosfera, né della diffrazione dovuta al foro, né della penombra causata dalle dimensioni del disco solare visto attraverso il foro gnomonico ma sono in grado di fornire risultati accettabili vicini a quelli ufficiali. L'incidenza della penombra sulle dimensioni dell'ellisse può essere inizialmente valutata considerando che gli assi dell'ellisse si allungano, approssimativamente, del diametro del foro. Nella basilica di San Petronio a Bologna si trova la celeberrima meridiana di G.D. Cassini i cui dati



essenziali sono: $\varphi = 44,4936^\circ$, $VG = 27,07$ m e $d = VG/1000$ il diametro del foro gnomonico.

Al solstizio d'inverno sono in vigore i seguenti dati: $\omega = 16,26' = 0,271^\circ$, $h = 90^\circ - 44,4936^\circ - 23,454^\circ = 22,0524^\circ$. Si ottiene $NV = 27,07 / \sin(22,0524^\circ) = 72,099$ m, $NG = 66,82$ m, $NT = 0,8978$ m, asse maggiore = 1,816 m, asse minore = 0,682. Questi risultati non coincidono esattamente con i dati ufficiali (asse maggiore = 1,841, asse minore = 0,708) anche perché questi ultimi si riferiscono al periodo di Cassini in cui l'obliquità dell'eclittica era maggiore ma è sufficiente aggiungere loro il diametro del foro gnomonico per riscontrarne la quasi identità: asse maggiore = 1,843 m, asse minore = 0,709 m. Questa comoda soluzione fornisce un risultato apparentemente soddisfacente ma certamente inesatto dato che la corona ellittica della penombra è sicuramente più larga del raggio del foro gnomonico. Tuttavia la ricerca di una maggiore precisione non può fare una grande differenza sul piano pratico a causa della scarsa definizione del bordo del disco luminoso sul pavimento, difficilmente misurabile. Volendo però ricercare un risultato teoricamente più preciso si possono applicare le seguenti formule valide se il piano del foro gnomonico è perpendicolare all'asse del cono. All'asse maggiore

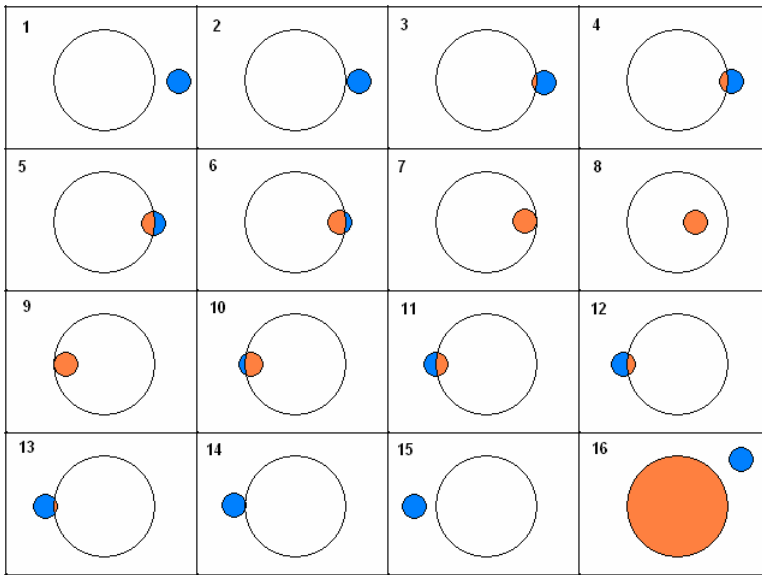
si devono aggiungere i valori calcolati con le seguenti formule: $QT = \frac{r \cos(\omega)}{\sin(h + \omega)}$;

$LZ = \frac{r \cos(\omega)}{\sin(h - \omega)}$, in cui r è il raggio del foro, mentre per il calcolo dell'asse minore si usano ancora

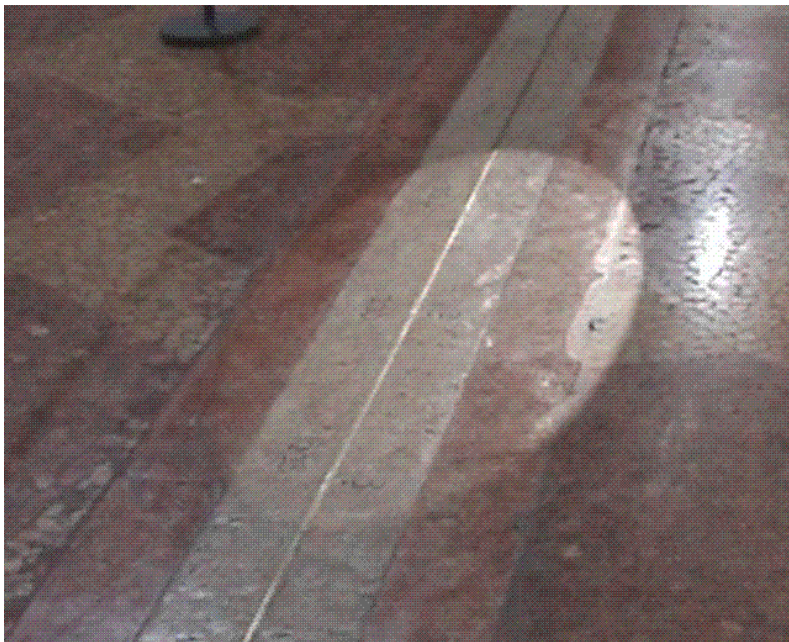
le formule $c = \varepsilon * a$, $b = \sqrt{a^2 - c^2}$ sostituendo, però, ad a il nuovo semiasse. Si scopre quindi che, sebbene le due ellissi presentino la stessa eccentricità, dato che il cono puntiforme e quello della penombra sono coassiali e hanno la stessa ampiezza, non sono concentriche. Anche qui però viene spontanea un'osservazione dato che il piano del foro gnomonico è fisso e non si adegua all'altezza del sole per cui il cono di luce presenta sezione circolare soltanto nella posizione scelta dal costruttore. L'ingegnere Ferrari consiglia di orientare il piano del foro ortogonalmente all'asse del cono al solstizio d'inverno in modo che fruisca del massimo flusso luminoso nel momento della massima estensione del disco solare sul pavimento. La sezione del foro appare circolare soltanto il 21 dicembre mentre nelle altre date è ellittica. La figura con le ellissi concentriche, ispirata ad un grafico dell'ingegnere Gianni Ferrari, mostra le varie aree di penombra e di totale illuminazione delle stesse proposte nel suo studio citato nella bibliografia. Se un ipotetico osservatore

attraversasse questa area, procedendo da sinistra a destra, guardando il foro gnomonico vedrebbe, da sinistra a destra e dall'alto in basso:

(1, a sinistra di A) solo lo sfondo del cielo, (2, esattamente in A) oltre al cielo l'inizio del bordo solare, ma tale da non creare un alone visibile sul pavimento, (3, tra A e B) uno spicchio sottilissimo di sole, ma ancora insufficiente a creare un alone visibile sul pavimento, e il cielo, (4, tra B e C) una parte di cielo e l'area del sole ora abbastanza grande da creare una fascia luminosa, (5, C) il sole che raggiunge la metà del foro punto da cui si genera il cono puntiforme come previsto nel caso teorico (foro puntiforme), ma in realtà rientra nel caso tra B e D, (6, tra C e D) la sagoma del sole prevalere su quella del cielo: la penombra su questa fascia è molto chiara e praticamente indistinguibile a occhio



nudo da quella in piena luce, (7,8,9 tra D' e D) il foro totalmente occupato dal sole: la parte centrale risulta uniformemente illuminata, (10, tratto D' - C') uno spicchio di sole che occupa quasi tutto il foro ed il cielo, con scarsa penombra distinguibile solo strumentalmente, (11, in C') la sagoma del sole che passa nel centro del foro come nel caso 5, (12) una parte di cielo e l'area del sole ancora abbastanza grande da creare una fascia luminosa con scarsa penombra come nel caso 4, (13) lo spicchio di sole visibile che non è sufficiente a mostrare la zona di penombra come nel caso 3, (14) la fine del bordo solare ed il cielo, situazione analoga ma invertita proposta nel caso 2. Non rientra, certamente, nelle finalità di questo articolo affrontare con il calcolo le situazioni particolari esaminate qualitativamente, molto interessanti



sotto il profilo teorico, che meriterebbero maggior attenzione in un apposito articolo. Suggestivo, a questo proposito, di approfondire l'argomento leggendo l'articolo dell'ing. Ferrari. La foto allegata, scattata dentro S. Petronio il 30 XI 2007, mostra la perfezione dell'ellisse del disco solare con il bordo estremamente nitido, i cui assi, dedotti con le suddette formule, sono $2a = 1,59 \text{ m}$, $2b = 0,659 \text{ m}$. Nel caso della Basilica di Santa Maria degli Angeli e dei Martiri in Roma le dimensioni del disco solare sul pavimento, riportate sul libro di Catamo e Lucarini, sono state calcolate considerando puntiforme il foro gnomonico. I dati necessari per il calcolo delle ellissi sono: $\phi = 41,9075^\circ$, $VG = 20,34 \text{ m}$. Considerando puntiforme il foro gnomonico si ottengono gli assi dell'ellissi: solstizio d'estate: asse maggiore = 20,70 cm, asse minore = 19,62 cm; equinozi: asse maggiore = 34,03, asse minore = 25,32; solstizio d'inverno: asse maggiore = 110,68 cm, asse

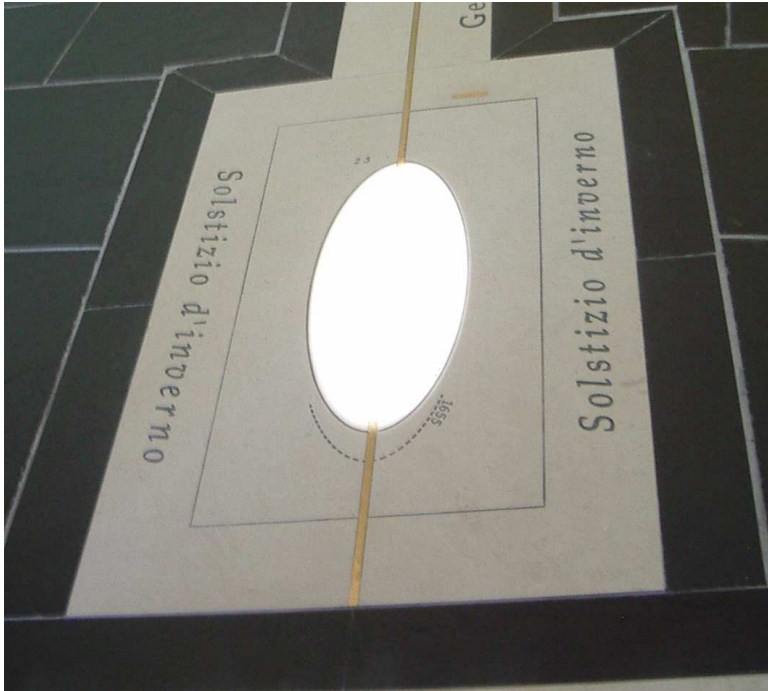
minore = 46,15 cm valori che praticamente coincidono con quelli ufficiali. La nuova meridiana di Perinaldo è stata realizzata dentro la Chiesa della Visitazione, tempio legato alla tradizione cassiniana risalente al secolo XVII. La sua scheda tecnica si riassume nei seguenti dati: latitudine $43^{\circ} 51' 43,25''$, longitudine $7^{\circ} 40' 00''$ ad est di Greenwich, diametro del foro gnomonico 15 mm; linea meridiana disposta su due livelli: quello più basso, sul quale si trovano il solstizio invernale e il punto in cui l'equinoziale incontra la meridiana, a 8,139 m di distanza dal foro gnomonico, quello su cui giace il solstizio estivo a 7,659 m al di sotto dello stesso foro. La lunghezza degli assi delle ellissi sono: in estate, asse maggiore uguale a 86,2 mm, asse minore 83,7 mm. Agli equinozi: asse maggiore 157,7 mm, asse minore 114,4 mm. In inverno: asse maggiore 538,7 mm, asse minore 208,2 mm. Questi dati sono stati ottenuti tenendo conto di una zona di penombra pari all'80 % di quella teorica. Lungo la linea meridiana sono indicati i mesi e l'altezza del sole sull'orizzonte. L'area riservata al controllo degli equinozi è dotata di due strumenti collocati, uno a destra e l'altro a sinistra della linea meridiana, composti, ognuno, da due righelli (equinoziali), simili a quelli della meridiana di S. Maria degli Angeli in Roma, contenuti entro due ellissi che rappresentano il disco solare nella posizione che assume qualora l'equinozio avvenga a mezzogiorno vero. Questi dispositivi consentono di valutare il tempo che separa l'istante del passaggio del sole al meridiano da quello dell'equinozio dato che solo raramente i due fenomeni avvengono nello stesso momento. Si tratta di una vera chicca gnomonica, un doppio dispositivo estremamente interessante che, pur non garantendo un rilevamento di precisione assoluta, è, invece, ineccepibile sotto l'aspetto teorico. La declinazione del sole all'equinozio vale zero. Se il sole attraversa il punto vernale, prima del mezzogiorno vero locale, la sua declinazione risulta leggermente positiva quando attraversa il meridiano. Risulta invece leggermente negativa se l'equinozio è posteriore al transito. All'equinozio d'autunno i due fenomeni si presentano invertiti al passaggio del sole sul meridiano. I due righelli hanno una scala, opportunamente graduata, sulla quale si può leggere rispettivamente il tempo che separa il mezzogiorno dall'equinozio. Su uno si legge il tempo trascorso, sull'altro quello da trascorrere. Per consentire la verifica dell'intervallo di tempo una seconda volta, sono stati sistemati due strumenti identici uno a destra e uno a sinistra della linea meridiana. Una prima foto mostra il passaggio del sole al meridiano nel giorno dell'equinozio di autunno e i due dispositivi con i quali si stabilisce il momento dell'equinozio. La foto successiva propone il passaggio del sole



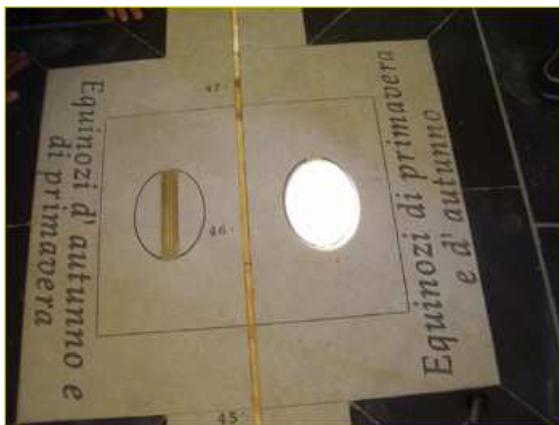
su uno dei dispositivi appena descritti. Secondo quanto riferito dagli autori della meridiana, la lettura del dato, rilevato il 23 settembre 2007, fornisce l'indicazione dell'avvenuto equinozio circa un'ora e mezzo prima del mezzogiorno vero, in ottimo accordo con il valore rigoroso che stabilisce alle ore 10 e 38p il momento dell'equinozio. Dato che, il giorno precedente e quello seguente l'equinozio, il disco solare cade sempre parzialmente sui righelli, è, pure, possibile, conoscere l'istante dell'equinozio anche il giorno prima o il giorno dopo l'evento consentendo un'ulteriore verifica. La numerazione centrale visibile sul lato orientale lungo la linea meridiana indica

l'altezza del sole durante l'anno. Su entrambi i lati sono indicati i mesi dell'anno il cui inizio è stabilito da una lamina di ottone. Proseguendo verso la parte terminale della linea si raggiunge l'ellisse su cui si posa il disco solare esattamente il giorno del solstizio d'inverno. L'ellisse è la più grande perché è la più distante dal vertice e anche perché l'ampiezza del cono è la maggiore. In prossimità di questa sagoma è stata tratteggiata parte dell'ellisse così come si sarebbe presentata al solstizio d'inverno del 1655, anno in cui Gian Domenico Cassini realizzò la grande meridiana di San Petronio.

Mentre la precessione degli equinozi e l'obliquità dell'eclittica erano già noti sin dall'antichità, la variazione dell'inclinazione dell'asse terrestre è un fenomeno di acquisizione più recente.



L'obliquità dell'eclittica non si mantiene costante attraverso i secoli ma varia, di pochissimo, con conseguenze anche climatiche. Oggigiorno vale $23,445^\circ$ ma, a metà del '600, valeva $23,4825^\circ$. La maggiore inclinazione dell'asse terrestre, pur lasciando invariata la posizione dell'equinozio sul pavimento, aumentava, conseguentemente, la distanza tra le due ellissi solstiziali rispetto ad oggi. La meridiana della Visitazione vuole ricordare, anche in questo modo, Gian Domenico Cassini e la sua epoca dopo 350 dall'inaugurazione della meridiana di San Petronio. Attualmente è in preparazione un progetto di cooperazione transfrontaliera, nel quadro di Interreg



III A Alcotra, che, tra le altre iniziative, prevede di battezzare Meridiano Cassini il meridiano di longitudine $7^\circ 40'$, quello della nuova meridiana della Chiesa della Visitazione di Perinaldo.

Bibliografia e fonti

Gianni Ferrari: Sulla determinazione dell'istante dell'equinozio con una meridiana a camera oscura gf-3/2007

Giovanni Paltrinieri: La meridiana della Basilica di San Petronio, 2007 Bologna

Mario Catamo, Cesare Lucarini: Il cielo in basilica, A.R.P.A. Edizioni Agami 2002

Anna Cassini: Gio: Domenico Cassini, uno scienziato del Seicento. Comune di Perinaldo

Riccardo Anselmi: Come costruire un antico orologio conico – Gnomonica Italiana n°13, 2007

Sito web: www.astroperinaldo.it

Foto Riccardo Anselmi, Giancarlo Bonini