

# Le prime meridiane a camera oscura

di Gianni Ferrari

**L** primo strumento astronomico per le osservazioni del Sole funzionante a camera oscura, cioè con un piccolo foro dal quale entravano i raggi solari, fu costruito circa nell'anno 940 nella antica città di Rayy (ora Shahr-e Rey), alla cui periferia nel X secolo si trovava la moderna Téhéran (distante circa 8 km).

Lo strumento fu progettato e costruito dall'astronomo al-Khujandi<sup>1</sup> per determinare il valore della obliquità dell'eclittica, gli istanti degli equinozi e dei solstizi, la durata delle stagioni, ecc.

Lo strumento di al-Khujandi aveva la forma di un grande quadrante verticale di 20 m di raggio; era costruito in muratura e contenuto in un edificio completamente chiuso formato da due pareti verticali distanti 3.5 m e alte 10 m con la parte inferiore parzialmente interrata.

La parte centrale dell'arco era ricoperta di piastre di rame riportanti le graduazioni: ogni grado corrispondeva a 34.9 cm ed era diviso in 360 parti di 10" ciascuna (0.97 mm /10"), livello di accuratezza mai prima sperimentato. Ai lati di questa parte centrale graduata due scale permettevano agli osservatori di spostarsi così da poter leggere agevolmente i valori delle misure.

L'immagine del Sole aveva un diametro medio di 186 mm e, a causa della forma della struttura, la sua forma non cambiava durante l'anno, come nelle nostre meridiane a camera oscura in cui l'immagine si proietta su un piano orizzontale.

Non si conosce il valore esatto del diametro del foro che, per avere la massima nitidezza della immagine, doveva avere, secondo la moderna teoria, un diametro superiore a circa 6 mm. Essendo l'ambiente completa-

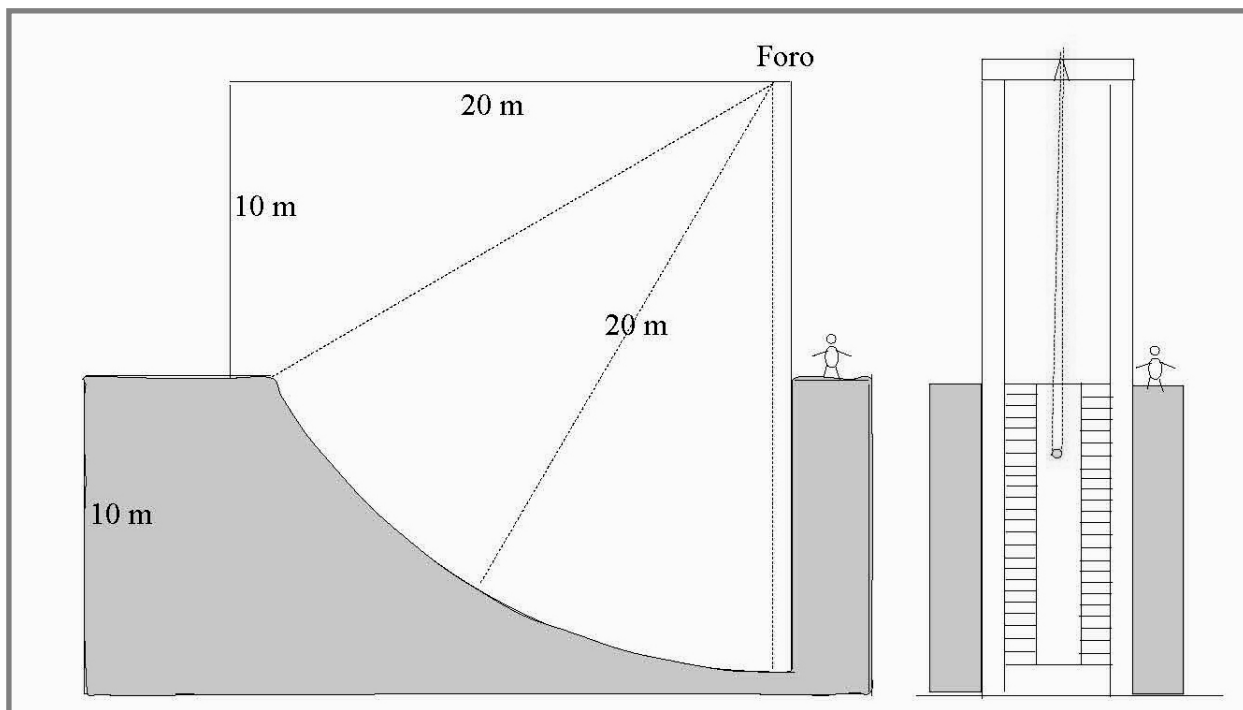


fig. 1 Schema della grande meridiana di Rayy

<sup>1</sup> Abu Mahmud Hamid ibn al-Khidr Al-Khujandi nato nel 940 a Khudzhand in Tajikistan, morto nel 1000. Quel poco che si conosce di questo eminente astronomo osservatore deriva da alcune sue opere che ci sono pervenute e dai commenti fatti dal famoso astronomo Nasir al-din al Tusi (1201-1274). Nobile, di origine mongola, fu catturato dagli Arabi durante la loro espansione nel VIII secolo e visse tutta la vita sotto la protezione della dinastia Buyide che occupò Baghdad, capitale degli Abassidi, nel 945. In particolare, fu sostenuto nei suoi progetti scientifici dal principe Fakhr ad-Dawlah che regnò dal 976 al 997 (366-387 H). Per lungo tempo si credette che Al-Khujandi fosse lo scopritore del teorema dei seni nei triangoli sferici ma in seguito la scoperta di questo teorema fu attribuita correttamente ad Abu Nasr Mansur (970-1036).

mente privo di finestre si può ipotizzare un foro con un diametro compreso fra 6 e 10 mm e quindi un valore del rapporto distanza/diametro di circa 2000-3000, più grande di quello presente nelle nostre grandi meridiane a camera oscura.<sup>2</sup>

Di conseguenza la fascia di penombra attorno all'immagine del Sole doveva essere costante e di circa 6-10 mm, corrispondente a circa 1-1.5'.

Usando questo strumento al-Khujandi osservò una serie di transiti meridiani del Sole in prossimità dei solstizi (osservazioni fatte il 16 e il 17 Giugno e il 14 e il 17 Dicembre 994) per calcolare l'obliquità dell'eclittica che trovò = 23° 32' 19".

Poiché il valore che si ottiene utilizzando le teorie moderne per l'anno 994 d.C. è di 23° 34' 10" si ricava che fu fatto un errore dell'ordine dei 2'. Questo errore fu discusso e rilevato anche dall'astronomo arabo al-Biruni<sup>3</sup> che dimostrò che lo strumento aveva subito un abbassamento in alcune parti a causa del cedimento del terreno dovuto al grande peso delle murature.

Circa 470 anni dopo la costruzione dello strumento di Rayy, fra il 1428 e il 1437, fu realizzata una seconda grande meridiana a camera oscura avente praticamente



fig. 2 Francobollo dell'Unione Sovietica del 1987 riportante lo schema del grande quadrante

la stessa forma. Questo nuovo strumento, costruito nell'osservatorio di Samarcanda, nell'attuale Uzbekistan in Asia Centrale, dall'astronomo Ulugbek,<sup>4</sup> era, secondo la descrizione di Babur,<sup>5</sup> un gigantesco quadrante verticale di circa 85° di estensione, con un raggio di 40.2 m, parzialmente interrato e posizionato esattamente nel piano meridiano.

Un grado corrispondeva a circa 70.1 cm e quindi 1' a 11.7 mm.

Fu usato per osservazioni e misure delle altezze meridiane degli astri e del Sole, la cui immagine era proiettata da un foro lungo la grande scala graduata circolare, a fianco della quale si inerpicavano due scalinate ad uso degli osservatori.

Quasi certamente l'apertura attraverso la quale gli osservatori, spostandosi lungo le scalinate, potevano osservare il transito e l'altezza delle stelle e dei pianeti, aveva una forma rettangolare di larghezza uguale a quella dell'intera struttura. Per le osservazioni del Sole questa apertura veniva invece chiusa lasciando soltanto il foro centrale, posto esattamente nel centro del quadrante.

Essendo l'interno dello strumento completamente buio erano certamente possibili anche osservazioni sulla



fig. 3 SAMARCANDA - L'esterno della costruzione contenente il grande quadrante

<sup>2</sup> Il valore di questo rapporto cambia per la meridiana di S. Petronio a Bologna e per quella di S. Maria degli Angeli a Roma da circa 1100 al Solstizio Estivo al circa 2600 al Solstizio invernale.

<sup>3</sup> Abu Arrayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni (973-1048) - Studioso enciclopedico, matematico, fisico, astronomo, medico, filosofo, astrologo, viaggiatore, storico e insegnante ha molto contribuito nei campi della matematica, filosofia, medicina e scienze.

Nacque a Khwarazm in Uzbekistan ove insegnò e fu collega del "padre della medicina" Ibn Sina (Avicenna). Poliglotta - conosceva l'indi, il greco, il siriano, il sanscrito, il persiano, l'arabo e il berbero - viaggiò in Pakistan e in India. A 16 anni calcolò la latitudine della sua città natale; a 22 scrisse un trattato di cartografia ove descrive il metodo della proiezione di una semisfera su un piano che è la base della progettazione degli astrolabi. Calcolò il raggio terrestre trovando il valore di 6339 km, migliorato soltanto in Europa nel XVI secolo (il raggio equatoriale secondo le misure moderne vale 6378 km).

<sup>4</sup> Ulugbek (1394 - 1449) oltre ad essere sultano dell'impero Timuride (fondato da Tamerlano, Timur, suo nonno) fu un grande matematico e l'ultimo grande astronomo di cultura islamica. Nacque in Iran e si stabilì in seguito a Samarcanda. Il nome Ulugbek, che si trova anche nelle forme Ulug Bey e Ulugh Bekk, non è un nome di persona ma significa "Grande reggitore" o "Grande re".

<sup>5</sup> Zahiruddin Muhammad Babur (1483-1530), il figlio di Ulubek, scrisse le "Memorie di Babur, principe e imperatore" o Baburnama, che è considerata la prima vera autobiografia della letteratura islamica, in cui si raccontano la sua storia e le sue vicissitudini e in cui sono descritti i luoghi visitati, fra i quali Samarcanda.

Nel 1526 fondò l'impero Moghul e diede origine alla omonima dinastia che regnò a Delhi sino al 1858.

altezza e sul diametro della Luna Piena.

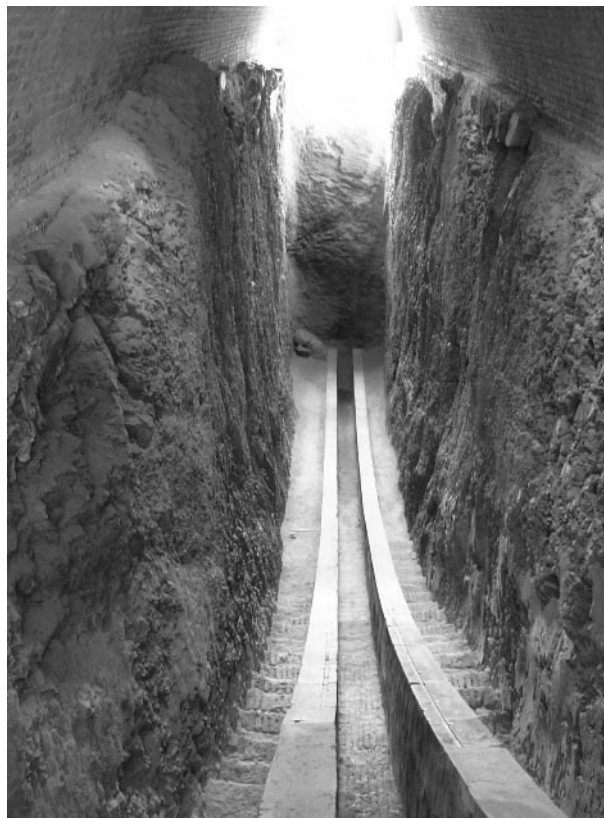
Le misure fatte con questo strumento furono estremamente precise, le migliori ad occhio nudo fatte sino ad allora, limitate soltanto dal potere risolutore dell'occhio (circa 2-3 primi).<sup>6</sup>

Con questi strumento fu redatto il catalogo detto 'Zij-i Sultani' contenente le coordinate di 994 stelle che fu il primo catalogo originale nei 1200 anni trascorsi dal tempo di Tolomeo e prima di quello di Tycho Brahe, 150 anni dopo.

Dopo la morte di Ulugbek l'osservatorio fu distrutto e ne è rimasta soltanto la parte sotterranea.

Le grandi meridiane costruite nelle chiese italiane (Bologna, Firenze, Roma) più di 500 anni dopo quella di al-Khujandi, furono progettate con lo scopo di misurare le stesse grandezze e, avendo circa la stessa altezza del foro, raggiunsero livelli di precisione analoghi.

Nessuno di questi strumenti fu realizzato per la determinazione dell'ora del mezzogiorno vero locale, anche se oggi questo è in pratica quasi il loro unico utilizzo.



*fig 4* SAMARCANDA - Parte a Nord dell'arco interrato.



*fig 5* SAMARCANDA - Il fronte della costruzione contenente il grande quadrante

<sup>6</sup> La durata dell'anno siderale, calcolata utilizzando queste osservazioni, differisce di circa 58 sec dal valore usato oggi. Ricordo che la precisione di queste misure fu raggiunta in Europa soltanto con Tycho Brahe (1546 - 1601), circa 150 anni dopo.