

Misura dell'azimut della Piramide Cestia col Sole

Costantino Sigismondi

(ICRA/Sapienza e IIS F. Caffè, Roma)

Abstract

The Pyramid of Caius Cestius in Rome has been built in 330 days in 12 b.C. The instants when the Sun rays are grazing to the East face of the Pyramid have been observed in different days, writing a table of solar azimuth and altitudes. Extrapolating for zero altitude, the azimuth $201.8^{\circ} \pm 1.4^{\circ}$ of the Pyramid is obtained; it corresponds to the azimuth 204.27° of the Sun when the shadow of the lightning rod divides in two equal parts the North face.

Riassunto

La Piramide Cestia è stata costruita in 330 giorni nel 12 a. C. per volontà di Caio Cestio. Si misurano gli istanti in cui i raggi del Sole sono radenti al lato Est della Piramide e si trovano i corrispondenti azimut del Sole a varie altezze. Estrapolando ad altezza nulla l'azimut si trova $201.8^{\circ} \pm 1.4^{\circ}$, quello del lato della Piramide, compatibile con 204.27° quando l'ombra del parafulmine sulla punta della Piramide biseca esattamente la faccia Nord.

Introduzione

La Piramide Cestia è stata costruita in pieno periodo Augusteo, a pianta quadrata con base di 100 piedi e altezza 125, ispirata alle piramidi egizie, ma con peculiarità ingegneristiche tutte romane. L'angolo di inclinazione delle facce è 68.2° , molto più ripido di quelle di Giza, e simili a quelle di Meroe. I blocchi di marmo lunense, infatti, sono solo sulle facce esterne della Piramide, mentre l'interno è in opus caementitium (calcestruzzo). Nel restauro concluso il 21/4/2015 e finanziato da Yuzo Yagi sono state ripulite le facce dalle piante (principalmente cespugli di capperi) e fatti alcuni interventi conservativi, come gli stop di acciaio lunghi fino a sette metri che contengono le deformazioni del rivestimento dovute a terremoti e assestamenti, già presenti nel restauro di Alessandro VII del 1659.¹ Le visite del 21 e 29 novembre 2015

1 <https://www.youtube.com/watch?v=kiGB03eYfzE> cfr. Ref. 1 p. 55-56.

dentro il monumento e le misure del Sole in radenza prese dall'esterno durante il 2015 e il 2016 hanno consentito l'interessante misura dell'azimut dell'edificio col Sole.

Dati utilizzati ed azimut della Piramide estrapolato

La seguente tabella contiene orari, azimut e altezze del Sole radente in giorni differenti, ed il valore estrapolato graficamente ad $h=0^\circ$ con le rette di massima e min. pendenza.



Fig. 1 La Piramide (faccia Est) al tramonto, il 28 maggio 2015 alle 19:56, col Sole radente alla faccia Nord ad $h=5.8^\circ$ e $az=294^\circ$.

Data e ora	Altezza Sole	Azimut Sole
6 Apr 2016 h 15:20	44.94°	227.82°
9 Nov 2015 h 14:06	23.86°	214.53°
29 Nov 2015 h 14:15	19.25°	213.61°
17 Dic 2015 h 14:17	18.13°	211.51°
28 Mag 2015 h 19:56	5.80°	$293.93^\circ - 90^\circ$ (parete Nord)

Estrapolando: $h=0^\circ$ $az=201.5^\circ\pm1.4^\circ$ +il raggio solare $0.27^\circ=201.8^\circ\pm1.4^\circ$. Da satellite gli spigoli base danno $204.21\pm0.06^\circ$, l'ombra del parafulmine biseca la faccia N con $az=204.27^\circ$ e altezza 68.07° ed il lembo superiore del Sole è a $68.34^\circ>68.2^\circ$.

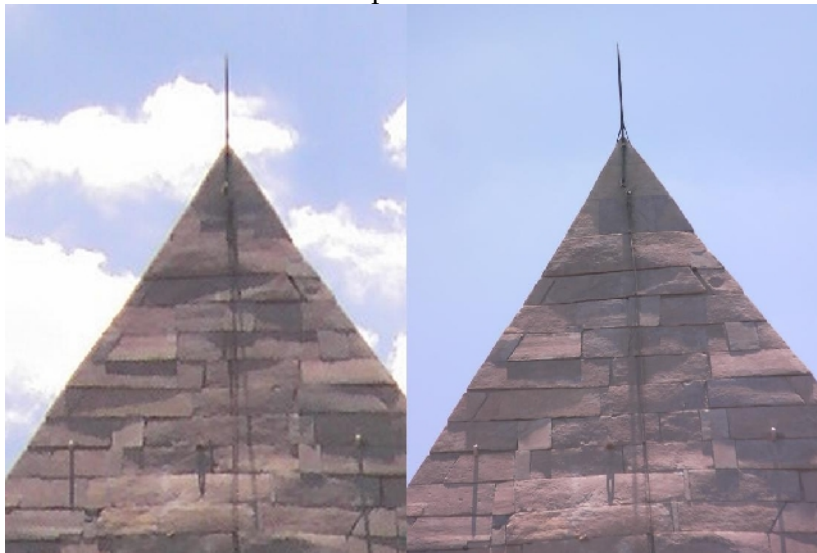


Fig. 2 Il pinnacolo della Piramide fotografato da Nord prima e dopo la bisezione dell'ombra avvenuta il 28 maggio 2015 alle 13:45:17: il centro del Sole aveva $az=204.27^\circ$ e altezza 68.07° .

(foto di Francesco Di Vita)

Metodi a confronto e irregolarità superficiali

Le differenze tra i vari metodi risentono 1. delle irregolarità delle facce (spanciamenti), 2. della risoluzione di circa 1m/pixel da satellite 3. della verticalità del parafulmine.

Le misure visuali riportate in tabella riportano l'istante di tempo in cui la maggior parte della parete Est è in ombra. Come si vede dalla figura 2, relativa alla parete Nord della Piramide, i blocchi sono dislocati in modo da risultare alcuni in ombra e alcuni in luce, ombreggiandosi reciprocamente in vari modi. Un assestamento plastico della mole di calcestruzzo

interna deve avere determinato queste configurazioni. Per avere tutta la parete in luce occorre che il Sole si trovi ad un'altezza superiore ai 68.2° teorici, e ancora ci sarebbero ombre reciproche poiché la condizione di quasi-radanza le determina anche per blocchi disposti parallelamente, ma dislocati tra loro pochi millimetri.

L'azimut 201.5° che aveva il lembo orientale del Sole la cui luce lambiva la parete Est della Piramide è tale che i blocchi si facciano già ombra reciproca su quasi tutta la faccia 2.8° prima di quando la faccia sarebbe in ombra teorica, se fosse idealmente liscia, cioè ad azimut 204.3° . Questi 2.8° sono indicativi dello spanciamento strutturale della Piramide sulla faccia Est, una deformazione per cui sono stati posti degli stop di acciaio a forma di X sulle pareti Nord e Ovest, più critiche.

Il 29 Novembre 2015 alle 12:54:40 c'era la situazione di tangenza del Sole con la faccia Ovest ad $az=194.53^\circ$ e $h=25.36^\circ$. Assumendo l'inclinazione della faccia di $\alpha=68.2^\circ$, l'azimut ad $h=0^\circ$ vale $194.53+25.36/\tan(\alpha)=204.57^\circ$, a cui sottraggo il raggio solare $r=0.27^\circ$, ottenendo $az=204.3^\circ$ in ottimo accordo con Fig. 2 Applicando l'equazione $az(h=0^\circ)=az(h)\pm h/\tan(\alpha)$ ad ognuno dei dati in tabella per la sola parete Est, si effettua analiticamente la media: $az=206.25^\circ\pm 2.49^\circ$ aggiungendo 0.27° (raggio del Sole) si ha $206.52^\circ\pm 2.49^\circ$, con un peggioramento dell'errore rispetto al metodo grafico, ed un aumento dell'azimut stimato. Considerando $\tan(\alpha)$ come parametro libero per ottenere $az=204.27^\circ$ risulta $\alpha=64.14^\circ$ e l'errore sull'azimut ritorna a $\pm 1.52^\circ$ come nel metodo grafico. Per altezze del Sole comprese tra 18° e 45° la Piramide è meno inclinata di circa 4° , segno di uno spanciamento centrale.

Referenze C. Sigismondi, Effemeridi, APRA, Roma (2008) p.56
<http://archeoroma.beniculturali.it/siti-archeologici/piramide-caio-cestio>