

L'equinozio e le parabole osculatrici

Costantino Sigismondi *prof.sigismondi@icra.it*

(ICRA/Sapienza Università di Roma e ITIS G. Ferraris, Roma)

Submitted March 4th 2021, accepted March 5th, updated April 16th.

Abstract The parabolae fit the solar daily hyperbolae. Obtained by drawing the umbra profile of the gnomon during the mornings from 15 February to 13 April 2021, on the soccer field of Galileo Ferraris school in Rome, they have their aperture's coefficients going to zero along a linear fit, with the zero on 20 March at 1:42 h TMEC, 9 hours before the true equinox.

Sommario I fit parabolici delle iperboli solari, ottenute segnando a terra l'ombra dello gnomone sul campo da calcetto della scuola G. Ferraris di Roma, hanno i coefficienti di apertura che decrescono linearmente dal 15 feb al 13 apr 2021, con zero il 20 mar h 1:42, 9 ore prima dell'equinozio.

Introduzione Il percorso giornaliero del limite dell'ombra di uno gnomone solare, su un piano, è un ramo d'iperbole, eccezion fatta per i giorni degli equinozi, in cui è una retta. Il piano può avere qualsiasi inclinazione, ma quello orizzontale, rispetto allo gnomone verticale, offre la possibilità di avere una geometria simmetrica rispetto alla linea meridiana (Fig. 1)

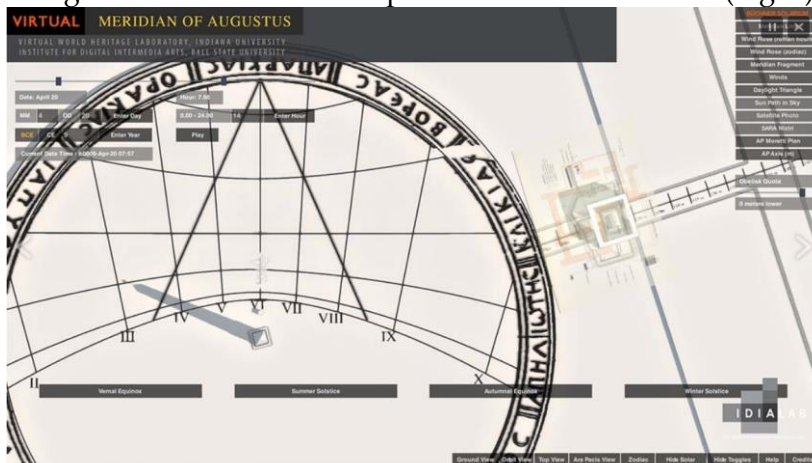


Fig. 1 Schema della meridiana di Augusto al Campo Marzio.

Lo Gnomone è l'insieme meridiana+oggetto che produce l'ombra, che per noi è lo spigolo della palestra del Morgagni.

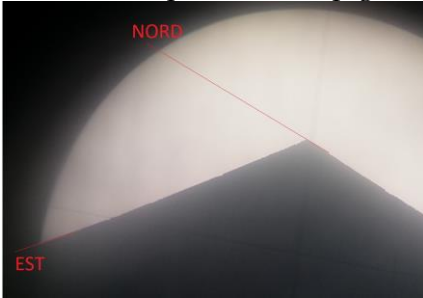


Fig. 2 Spigolo-gnomone foto al telescopio 25x. Questo edificio produce l'ombra sul campo da calcetto, e misuriamo la posizione dell'ombra dello spigolo, segnando col gesso il suo bordo.

Misure sul campo da calcetto dell'ombra

Il campo è orientato quasi 7° rispetto al Nord-Sud. Le coordinate dei punti sono state misurate cercando il mm di precisione, allineando a occhio il metro perpendicolarmente agli assi del campo, supposti tra loro perpendicolari.

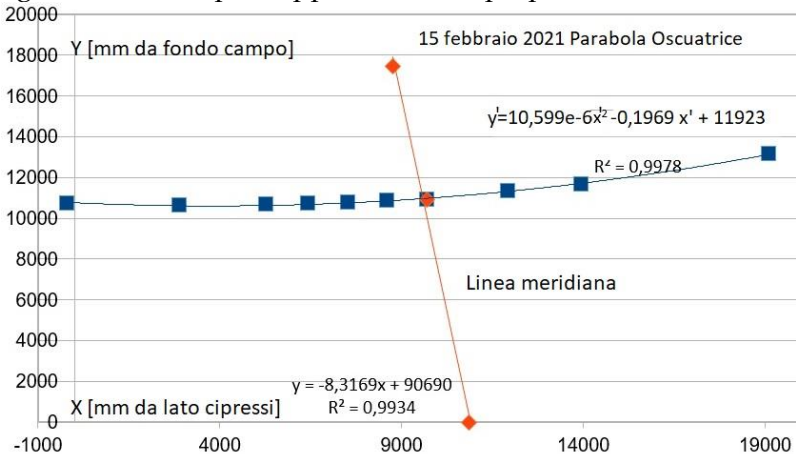


Fig. 3 Punti presi il 15 febbraio, parabola di fit con la nuova origine nel punto meridiano del giorno e linea meridiana.

Attorno ad ogni punto meridiano è stata effettuata una rotazione di -6.8594° , per poi far passare il fit parabolico attraverso i dati giornalieri (residui dal fit con rms ± 10 mm).

Ogni parabola ha un termine quadratico del tipo $y=ax^2$; il

coefficiente di apertura a più si riduce a zero più la parabola è larga e si allontana poco dall'orizzontale. Invece più a è grande, più la parabola è stretta. I coefficienti di apertura delle parabole osculatrici con asse la meridiana sono rappresentati, giorno per giorno, in Fig. 4 e seguono un andamento lineare.

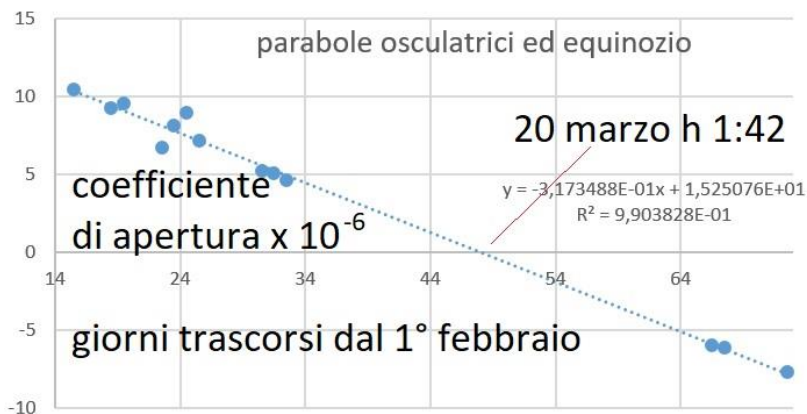


Fig. 4 Dal 15 febbraio al 13 aprile le parabole di fit si sono rovesciate il 20 marzo, 9 ore prima del vero equinozio.

Equinozio e coefficiente di apertura delle parabole osculatrici

La retta di fit per i coefficienti di apertura delle parabole osculatrici (delle iperboli) differisce di 1 ora nell'intercetta a $y=0$ con tutti i dati, quando tolgo i due dati più scostati. L'incertezza è $\sigma \sim 1$ ora sulla stima dell'istante dell'equinozio in cui si annulla la curvatura delle parabole. Le date sono intese tutte al mezzodì locale. L'equinozio vernale 2021 è il 20 marzo alle 10:37, 9 ore dopo la nostra stima basata su 13 serie di dati.

Altezza dello gnomone dai punti meridiani

L'iperbole solare raggiunge il punto più vicino allo spigolo-gnomone al momento del meridiano. Calcolando con Stellarium 0.20.2 l'istante del passaggio meridiano per ogni giorno e per la posizione geografica dello spigolo, abbiamo tracciato 10 punti meridiani dal 15 febbraio al 3 marzo, e

abbiamo calcolato il valore della tangente dell'angolo zenitale del bordo superiore del Sole, che spuntava da sopra lo spigolo e determinava il limite tra ombra e penombra sul campo.

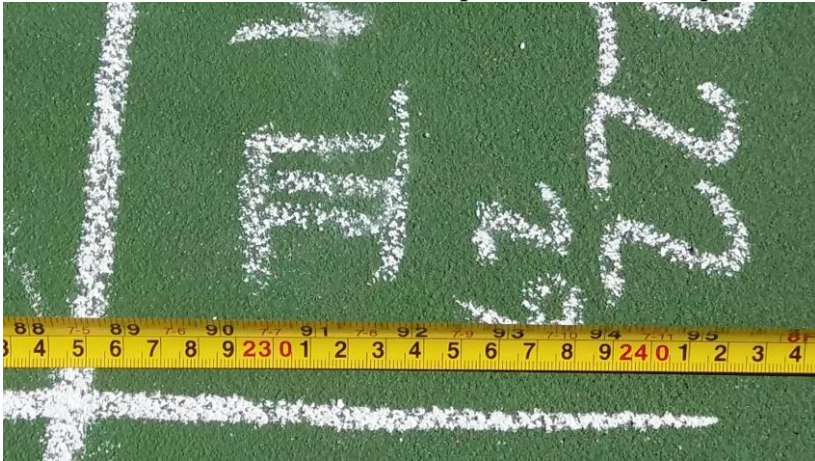


Fig. 5 Le linee d'ombra al meridiano il 1 marzo h 12:22:29 si incrociano a 2253 mm dal punto omologo del 15/2 h 12:24:00.

L'altezza dello gnomone risulta 9 m 69±8 cm. Le "parti centesime" ossia $100 \times \tan(z)$ del bordo superiore del Sole negli "anni cardines" sono –per il 2021- Equinozi 88.7 Solstizio Estivo 32.8 e Invernale 214.5, che con questa altezza gnomonica diventano Equinozi 8.59±0.07 m Estate 3.18±0.03 m Inverno 20.78±0.17m dal piede della perpendicolare, che a sua volta è "dentro il muro di cinta" di 0.34 m, da sottrarre ai valori appena scritti per tracciare le linee limite a 284, 825 e 2044 cm dal muro di cinta lungo la direzione meridiana.

Errori di misura

Lo spessore del gesso nel tracciare la linea è forse il più semplice "errore" da identificare, ma viene assorbito –a mio avviso- dal concetto di **errore soggettivo** che include la valutazione "a occhio" del punto di inizio dell'ombra geometrica. L'ombra infatti inizia dopo una fase di penombra che sul nostro campo ha un'ampiezza che va da circa 24 cm al

solstizio invernale fino a 10 cm a quello estivo e 13.5 cm agli equinozi. Noi abbiamo misurato con penombre tra 17 e 14 cm.

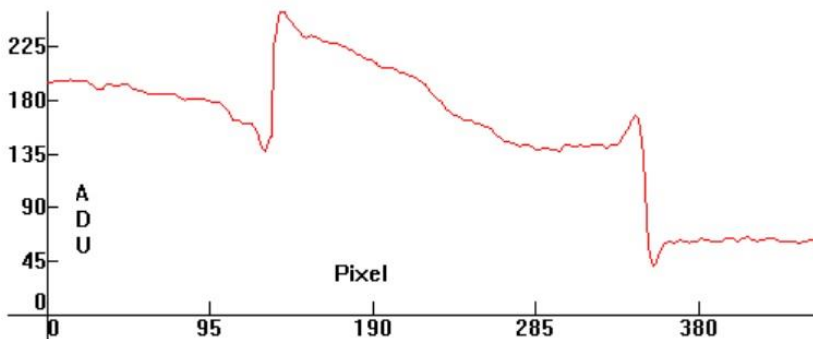


Fig. 6 La penombra sul dischetto del calcio di rigore, sotto l'istogramma di intensità luminosa ricavato con IRIS. Ai bordi del dischetto c'è un picco di luminosità dovuto al software di edge finding applicato all'immagine digitale in automatico. La penombra ha raggiunto di disco del rigore il 18 febbraio alle 10:49 e permette di vedere dimensioni e decrescita lineare.

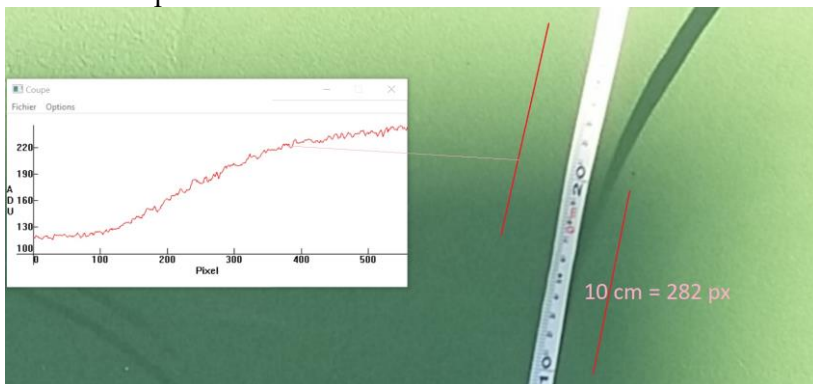


Fig. 7 Penombra con IRIS il 18 febbraio, circa 13 cm.

La consistenza delle varie misure fatte durante i giorni di osservazione, sempre dallo stesso osservatore, ha permesso una incertezza sulle misure –valutata con lo spread attorno alla media degli scarti dal fit parabolico- di una decina di millimetri. Cambiando gli osservatori ogni volta lo spread sarebbe aumentato notevolmente.



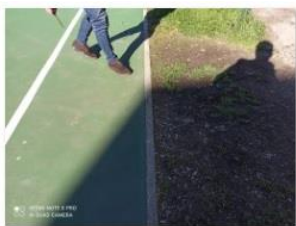
Fig. 8 Il campo al mattino del 1 marzo.

Referenze B. Fischer, J. Fillwalk, <https://idialab.org/virtual-meridian-of-augustus-presentation-at-the-vaticans-pontifical-academy-of-archeology/> (2013)

C. Sigismondi, *Lo Gnomone Clementino*, Gerbertus 7, 14 (2014)



Fig. 9-10-11 Foto durante le misure



IMG_20210215_142403



IMG_20210215_142425