

L'Oblateness del Sole in eclissi

Costantino Sigismondi *prof.sigismondi@icra.it*

(ICRANet, Pescara e UPRA, Roma)

Submitted 7th August 2026, revised & accepted 10th August 2026

Abstract The incoming total solar eclipse of 12 August 2026 is a new opportunity for performing the observation of the Baily's beads, which allows to measure the solar diameter down to 0.01 arcsec of accuracy. The Baily's beads are visible when the limb of the Moon is nearly parallel to the solar one. That is the reason why their observation is maximized at the limbs of the eclipse, in particular at the Southern limit, since the Southern pole of the Moon is particularly rich of features, while the Northern one is more plain.

Since 2009 the altimetry of the Moon is available to 1-m resolution thanks to Kaguya satellite, and the renovated interest toward the Moon topped with mission Artemis II bringing a human crew around the Moon in April 2026.

The angular solar diameter at the distance of one Astronomical Unit has been object of recent measures and publications, and its recent variability (a century) is limited to fractions of an arcsecond (or below one part over 10000). The solar oblateness appears at one part per million of accuracy. We discuss here on the accuracy of measures needed to discover the oblateness from eclipse measures.

Sommario L'eclissi del 12 agosto 2026 è una nuova opportunità per osservare le perle di Baily. Questi si producono solo quando il bordo del Sole e quello della Luna sono quasi paralleli, e quando il loro movimento apparente è parallelo (occultazione radente) la durata delle Perle di Baily è aumentata fin'anche a qualche minuto. Il loro numero è maggiore al bordo Sud dell'ombra, poiché il polo Sud lunare ha maggiori dislivelli del Nord, e quindi valli profonde attraverso cui osservare la fotosfera durante le ultime fasi della parzialità o le prime dopo la totalità, quando solo una frazione minima della fotosfera trapela alla vista da Terra. Discutiamo sull'accuratezza delle misure necessaria per raggiungere la precisione necessaria per vedere lo schiacciamento (oblateness) del Sole.

Keywords: Solar Eclipse, Baily's beads, Solar Oblateness.

Introduzione: La Luna e le eclissi di Sole

Già prima di Talete (585 a. C.) era noto che la Luna davanti al Sole provocasse le eclissi solari, con fenomeni tanto suggestivi da lasciare l'intera Natura in sospeso per qualche minuto. Le periodicità di 18 anni 10 giorni e otto ore (Saros, chiamato così da Halley), ed il loro multiplo di 54 anni e 31 giorni (Exeligmos, in Tolomeo) furono riconosciute già in epoca classica. La correlazione tra Saros e librazione lunare per cui sono le stesse montagne lunari a occultare la fotosfera dopo un Saros/Exeligmos ha portato alla

realizzazione di missioni di astrometria solare come la coppia 1925-1979 (Sofia, et al., 1980), usate per dirimere la questione sulla variabilità secolare del diametro solare.



Fig. 1 Lembo Orientale della Luna il 7 agosto a -6.9° di librazione ore 8:33 UT. Si nota proprio al lembo, in alto, la depressione del Mare Orientale, con alcuni rilievi pronunciati (2-3 arcsec) che si stagliano sul cielo. (rifrattore PHYSIS¹ da 90 mm e camera ASI220MM mini, somma di 758 immagini con Astrosurface 4.1). Soltanto nel 1973 apparve l'idea di usare i Baily's beads per misurare il diametro del Sole, osservati al bordo dell'ombra (Dunham, 1973) ed il primo Exeligmos da quella data si compirà il 2 Agosto 2027 con l'eclissi da oltre 7 minuti in Egitto, che "ripete" quella di 7 m 20 s in Sahara del 30 giugno 1973. Tuttavia le misure di Baily's beads raccolte da quell'epoca in poi hanno presentato tanti problemi sperimentali, da non essere dirimenti nella questione della variabilità solare (Sigismondi, et al., 2009). Un miglioramento del trattamento dei dati è stato conseguito

¹ Portable H-alpha and Visual ICRANet Solar Imagery System, un insieme di strumenti portatili per l'osservazione del Sole, che possono usarsi anche per Luna e Pianeti (monitoraggio del sistema nuvoloso di Giove con ALPO/JP).

studiando l'integrale di luminosità di ogni singola Perla di Baily per individuare la posizione del flesso d'intensità rispetto alla superficie lunare, e quindi l'altezza reale della fotosfera sopra di essa (Raponi, et al., 2012).

Nel frattempo la comunità internazionale (IOTA/ES) si è organizzata per standardizzare filtri e metodologie da usare durante le eclissi, e, per un certo periodo di tempo, i risultati di ogni missione osservativa sono stati profittevolmente messi in comune.

Strumentazione per l'osservazione dei Baily's beads

Gli Osservatori Astronomici sarebbero favoriti, per la possibilità di testare gli strumenti già in posizione, per un tipo di osservazione non convenzionale, ma il periodo di vacanza, l'affluenza del pubblico ed il richiamo della centerline potrebbero scoraggiare le riprese. La strumentazione portatile, specialmente in aereo, ha il suo peso, e i test in situ non si possono fare estensivamente.

Ho optato per un cannocchiale terrestre Ziel da 77 mm con prisma di Amici, e zoom 15-45 x, di cui uso solo 15 x, e come rivelatore il telefonino Xiaomi11 con un adattatore, in modalità "afocale".

Il campo di vista massimo visibile è di 2°, utile per riprendere la corona solare, come il coronografo di SOHO LASCO-C2.

Nel caso dei Baily' beads, che saranno tutti al bordo Sud, un ingrandimento digitale attorno ai 10 x del solo lembo Sud, cercando di rendere il più fluidi possibili i movimenti – manuali – del treppiede, può essere indicato. In alternativa le prove a 3 x dei tramonti a Ostia hanno dato risultati molto buoni. Le foto si scattano durante la ripresa del video in modalità screenrecorder. Questa offre una risoluzione meno buona, ma un timing web al millesimo di secondo sul fotogramma iniziale, e la possibilità di agire manualmente sulle correzioni di ISO, posa e ingrandimento, che nella modalità video non si possono modificare tanto facilmente.

L'osservazione delle Perle di Baily avviene con circa il 99% della

fotosfera occultata dalla Luna. A Madrid-Barajas, dove l'eclissi sarà radente, l'inizio della totalità avverrà a quasi 8° di altezza sopra l'orizzonte. La luminosità del Sole, quasi in assenza di umidità,² (14%) è troppo forte per la ripresa in "afocale" senza filtro.



Fig. 2 Il Sole il 9 Agosto 20:15:37 a Ostia VI da 10 m slm, dettagli del riflesso sull'atmosfera (miraggio). Rifr. 77x15 @ 3 x digitale. I "field tests" condotti a Ostia³ con il cannocchiale da 77 mm di

² 35°C e 14% di umidità il 9 Agosto 2026 alle 20:30 locali, ora della totalità il 12 Agosto, da METAR LEMD 091830Z 20011KT 170V240 CAVOK 35/04 Q1014

³ Diversi video sono stati girati per l'occasione:
<https://youtube.com/shorts/bonzH1UlzHA> 9 agosto

METAR LIRF 091820Z 28005KT CAVOK 29/25 Q1014 NOSIG 79% umidità
<https://youtube.com/shorts/rED7YewR1c0> 8 agosto

METAR LIRF 081820Z 27004KT 240V300 CAVOK 29/23 Q1014 NOSIG 70%

diametro (3") 15 x di ingrandimento ottico e 3 x digitale con uno smartphone,⁴ hanno mostrato che con il 70% di umidità il Sole si può riprendere senza filtro vicino all'orizzonte, ma non a 8° di altezza. Quindi –a maggior ragione- a Madrid non si può fare a meno del filtro. Questo deve essere giustapponibile, in modo da ridurre al massimo le vibrazioni durante la rimozione e il ricollocamento attorno agli istanti di totalità. Una decina di secondi di beads prima e dopo la totalità potrebbero andare persi, come nella maggior parte delle riprese fatte in passato dai numerosi e validissimi osservatori di eclissi.

La movimentazione del filtro è stata ottenuta ponendo un filtro più largo appoggiato sul cannocchiale.⁵ La rimozione prima e il ricollocamento dopo la totalità, dovrebbero avvenire senza vibrazioni o spostamenti.

Diametro, Oblateness del Sole

Cronometrando da un video a 15/30/60 fps le durate delle singole Perle, permette di ricostruire il valore del diametro solare, nell'ipotesi che sia una sfera perfetta con un'accuratezza di $1/\sqrt{N}$ volte quella ottenuta da una singola Perla. Assumendo che lo schiacciamento (oblateness) del Sole sia dovuto alla sola rotazione solare, le perle a diverse latitudini solari dovrebbero corrispondere a diversi valori del raggio solare. Le perle del lembo Sud potranno essere considerate a coppie corrispondenti alla stessa latitudine

umidità

<https://youtube.com/shorts/5jdgplynwl4> 7 agosto

METAR LIRF 071820Z 27006KT CAVOK 29/24 Q1012 NOSIG 74% umidità

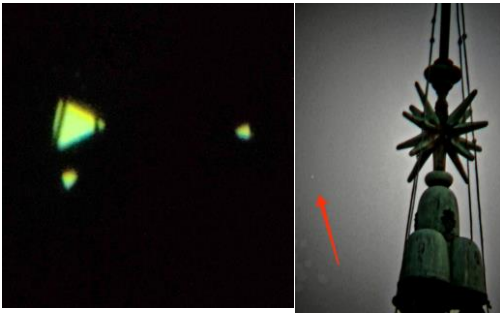
⁴ Xiaomi 11 in modalità screenrecorder (15 fps), foto (ISO e posa automatici), che funziona meglio della ripresa dello schermo in modalità pro a ISO 50 e 1/4000 s che dà sovraesposizione a tutti gli ingrandimenti digitale, salvo verso i 30 x al lembo. Con la modalità video si può arrivare a 30 e 60 fps, ma con rischio di sovraccarico per il sistema, soprattutto a 35°C di temperatura.

⁵ Le regioni attive AR 4503 e 4504 sono state viste bene con questo filtro <https://www.spaceweather.com/images2026/10aug26/hmi1898.gif> entrambe di 10 milionesimi di emisfero, cioè piccolissime. Non ho visto le facole di AR 4505.

solare.⁶ Il valore della precisione sull'oblateness che si può raggiungere da un set di 2N Perle di Baily scelte alla stessa eliolatitudine e cronometrate durante la prossima eclissi, sarà determinato dalla statistica di Poisson.

Una precisione tra 1/60 s o di 1/15 s sullo "spegnimento" di una perla, ottenibile da un video, corrisponde, alla velocità angolare di $\phi=0.66''/s$ tra 1 e 4 centesimi di secondo d'arco.

Con 9 coppie di perle si può abbattere di 1/3 la risoluzione,



portandosi sotto il centesimo di secondo d'arco, vicino al valore necessario per riscontrare l'oblateness (8 parti per milione, cioè 1.6 centesimi di secondo d'arco di scostamento dalla sfera).

Fig. 3-4: Perle sull'Obelisco Vaticano; foto con il Sole il 10 agosto 2026 alle 13:15 e Antares alle 20:20.

Referenze: Dunham D. W. e J. B. Dunham, *The Moon*, 8, 1 (1973).

Sofia, S., et al., *Observations of a Probable Change in the Solar Radius Between 1715 and 1979*, *Science* 210, 1243(1980)

Sigismondi, et al., *Baily's Beads Atlas in 2005 - 2008 Eclipses*, *Solar Physics* 258, 191 (2009)

Sigismondi, C., *Guidelines for measuring solar radius with Baily beads analysis*, *Science in China*, 52, 1773 (2009)

Raponi, A., et al., *The Measurement of Solar Diameter and Limb Darkening Function with the Eclipse Observations*, *Solar Physics* 278, 269 (2012)

C. Sigismondi and A. Raponi, *Videorecording Baily beads of the hybrid eclipse of 20 April 2023*, *Astronomer's Telegram* #15991

Atzeni, A., <https://www.internetsv.info/MoonCalc.html> (10.8.2026)

⁶ Il 12/8 l'angolo di differenza tra il Nord Celeste ed il Nord del Sole sarà $B=6.5^\circ$