

Albino Carbognani  
 UAI – Sezione Luna  
 albino@fis.unipr.it

### Abstract

*Torricelli B is a small impact crater located in Sinus Asperitatis. Usually of medium luminosity, in the night of January 29, 1983 it was very bright, with albedo superior to Aristarco. The high brightness of Torricelli B could be caused from a specular reflection of the solar light. In order to verify this hypothesis it is necessary to watch the crater every time the same Sun-Earth-Moon configuration of January 29, 1983 occurs. In recent years one occasion was in the night between March 29-30, 2002. The result of relative CCD photometry, performed with an achromatic refractor, was that the crater showed no brightness anomalies.*

### Introduzione

I Fenomeni Lunari Temporanei (*Transient Lunar Phenomena o TLP*), sono temporanee variazioni d'aspetto di porzioni limitate della superficie lunare. Si possono presentare sotto forma di brillamenti e oscuramenti, sparizione di particolari morfologici, nubi o nebbie. Passato un certo intervallo di tempo, la superficie torna allo stato usuale: non sono mai state osservate variazioni permanenti della morfologia lunare in seguito a un TLP.

La durata media dei TLP è di circa 20 minuti, mentre i diametri medi delle regioni interessate sono attorno ai 16 km. Finora sono stati segnalati più di 1500 TLP [1], [2]. La stragrande maggioranza delle osservazioni è di carattere visuale. Questo rende difficile capire se il fenomeno è fisicamente avvenuto sulla superficie della Luna, oppure se si tratta d'errori d'interpretazione da parte dell'osservatore. Sicuramente una buona parte dei TLP è riconducibile a "errori umani", però esistono zone della superficie lunare in cui i TLP sono ricorrenti e segnalati da osservatori indipendenti: questo indica che una causa fisica deve pure esistere, e che le segnalazioni non possono essere ignorate o attribuite sempre a errori.

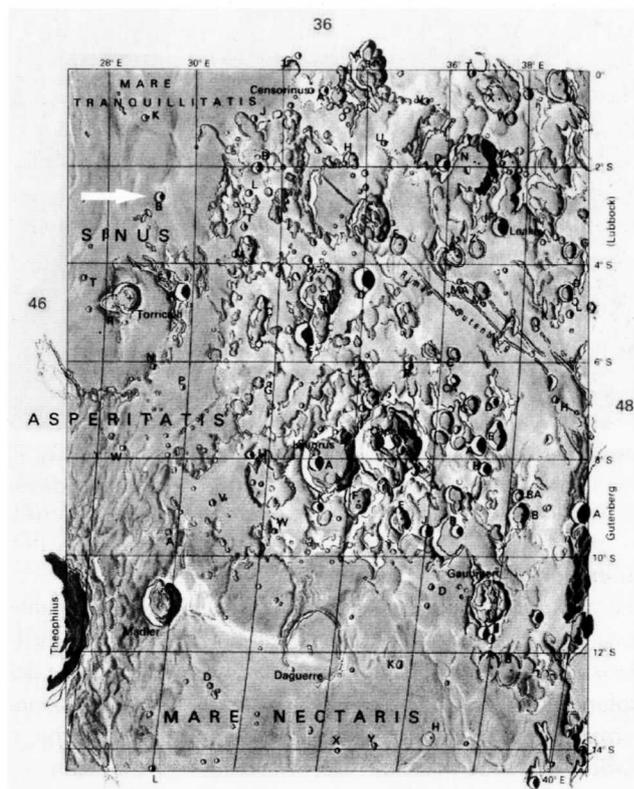
Circa il 30% dei TLP osservati provengono dal cratere Aristarchus, 8% da Plato, 5% da Proclus e 3% da Alphonsus. In genere, i TLP sono più frequenti ai bordi dei maria lunari e in zone ricche di colline. Segnalazioni di TLP vengono anche dall'emisfero lunare in ombra, in questo caso si tratta di bagliori luminosi, probabilmente dovuti alla caduta di meteoroidi [3]. Lo studio dei TLP è trascurato dagli astronomi: tutta la ricerca è portata avanti, di solito con mezzi modesti, dagli astronomi non-professionisti [4]. L'ultimo evento TLP di una certa importanza, noto a livello internazionale, è stato quello riguardante il cratere Torricelli B.

### Il caso di Torricelli B

Torricelli B è un piccolo cratere d'impatto (di tipo semplice, cioè senza picco centrale), relativamente giovane e del diametro di 7÷8 km, situato nel Sinus Asperitatis (latitudine 2.6° S, longitudine 29.1° E). Torricelli B si trova 2 gradi a NNE di Torricelli (latitudine 4.6° S, longitudine 28.5° E), cratere di 23 km di diametro. Il bordo ovest di Torricelli è eroso e fuso a un cratere più piccolo, in modo tale che la forma complessiva della formazione è allungata nel senso

# Il mancato TLP 2002 di Torricelli B

est-ovest e ricorda il profilo di una pera. Di solito, Torricelli B è un cratere tutt'altro che appariscente ma, nella notte del 29 gennaio 1983, un giorno dopo il plenilunio (fase 0.986), il cratere ha attratto l'attenzione degli osservatori della BAA (*British Astronomical Association*). Torricelli B si presentava luminosissimo, con albedo superiore a quello d'Aristarco e circondato da un alone di colore blu-viola. Dall'analisi delle osservazioni risulta che il luminoso alone colorato non può essere imputato a effetti spuri, causati dagli strumenti o dalla rifrazione atmosferica. Il massimo di luminosità si è verificato fra le 20:55 e le 22:40 UT, con una notevole durata temporale. Altre segnalazioni di TLP su Torricelli B, anche se di intensità minore, si sono avute nel febbraio, marzo e aprile del 1983 e nel maggio del 1985 [5]. In condizioni normali il cratere è del tutto anonimo e di solito non attrae l'attenzione degli osservatori, così quando si presenta qualcosa di anomalo, lo si nota subito.



**Figura 1.** Mappa tratta dall'Atlas of the Moon di A. Rühl, utile per rintracciare il cratere Torricelli B, sede recente di vistosi TLP. Torricelli B è il cratere segnato con la lettera B subito a nord del doppio cratere Torricelli (freccia).

Una prima ipotesi sull'aumento di luminosità di Torricelli B è che potrebbe essere stata causata da una riflessione, di tipo speculare, della radiazione solare. Per verificare quest'ipotesi è necessario monitorare il cratere ogni volta che si ripresenta la stessa configurazione Sole-Terra-Luna del 29 gennaio 1983, cioè ogni circa 18 anni e 11 giorni, pari al ciclo, denominato *saros*, col quale si ripetono le fasi lunari. In questi ultimi anni, una prima occasione di

verifica dell'ipotesi speculare, si è avuta il 9 febbraio 2001 alle 4:53 UT. Purtroppo, in questa data, il monitoraggio del cratere in Italia è stato in parte ostacolato dalle condizioni meteo non ottimali. Osservatori stranieri però hanno riferito di non avere osservato niente d'anomalo nella zona di Torricelli B alla data indicata [6].

Maggiore successo ha avuto la campagna di monitoraggio condotta nella notte fra il 29 e il 30 marzo 2002, fra le 20:30 e le 00:30 TU, con la Luna poco oltre il plenilunio: fase 0.979. In questa data la geometria Sole-Terra-Luna era ancora più vicina a quella del gennaio 1983, rispetto a quella del febbraio 2001, per effetto delle librazioni lunari (che non sono incluse nel *saros*).



**Figura 2.** Immagine, tratta dal Consolidated Lunar Atlas della NASA, dei crateri Torricelli e Torricelli B. Il grosso cratere in basso è Theophilus. L'orientamento è il medesimo della mappa del Rùkl.

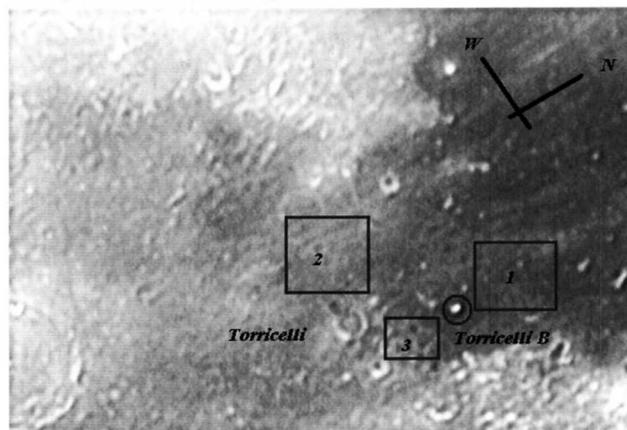
### L'osservazione del 29-30 marzo 2002

Per il monitoraggio di sospetti TLP speculari è importante una registrazione quanto più possibile obiettiva della brillantezza superficiale della zona sotto controllo in funzione del tempo. Per questo motivo è bene integrare le osservazioni visuali con la registrazione d'immagini fotografiche o CCD.

La sessione di monitoraggio è stata fatta utilizzando un rifrattore acromatico del diametro di 150 mm,  $f/8$ , su montatura equatoriale motorizzata in ascensione retta e declinazione. Al foceggiatore del telescopio è stata collegata, con apposito raccordo, una piccola telecamera CCD b/n dal peso di poche decine di grammi (TC398). Il sensore della telecamera ha dimensioni di 582(V) *pixel* x 542(H) *pixel*, mentre quella del singolo pixel è di 11  $\mu\text{m}$  x 9  $\mu\text{m}$  (1  $\mu\text{m}$  = 1 milionesimo di metro). Il CCD ha una superficie utile di 6.4 mm x 4.8 mm ed è molto sensibile alla luce, anche in condizioni di bassa illuminazione.

La focale è stata allungata a circa 10 m per proiezione con un oculare Plössl da 10 mm di focale. All'oculare è stato

avvitato un filtro Minus Violet 1, per la soppressione dello spettro secondario del rifrattore. L'acquisizione delle immagini digitali è avvenuta utilizzando una scheda TV per PC, in grado di salvare sia filmati sia singoli *frame*. Sullo schermo del PC è sempre rimasta aperta una finestra in cui era mostrato Torricelli B e dintorni così com'era visto dalla telecamera. In questo modo è molto più agevole anche la semplice osservazione visuale fra una ripresa e l'altra (senza togliere la telecamera).



**Figura 3.** Regione del cratere Torricelli B ripresa alle 00:28 TU del 30 marzo 2002. Sono indicate le tre zone di confronto usate per la fotometria relativa. Ben riconoscibile il cratere Torricelli, dalla caratteristica forma a 8. Il cratere in basso a sinistra è Theophilus, diametro di 100 km.

Il monitoraggio è iniziato visualmente alle 20 TU a 180X, con filtro Wratten 8, cielo sereno e *seeing* III (scala d'Antoniadi): il cratere era d'aspetto normale, senza niente d'inusuale rispetto alla decina di volte in cui era stato osservato in precedenza. Dalle 20:36 TU alle 00:28 TU sono state riprese 16 sequenze d'immagini ognuna di 30 *frame*. Fra le 22:20 e le 23 TU c'è stata una prima interruzione causata dal passaggio di nubi isolate, evento che si è ripetuto fra le 23:45 e le 00:10 TU lasciando il cielo velato. Fra la ripresa di una sequenza d'immagini e la successiva il cratere è stato osservato visualmente sul monitor del PC: nessun aumento sensibile di luminosità è mai stato osservato.

### Risultati e discussione

Ogni sequenza di 30 immagini, ripresa in un piccolo intervallo di tempo, è stata centrata e mediata utilizzando Iris 3.54, senza ulteriori elaborazioni. Per tracciare la curva di luce integrale del cratere si è optato per la fotometria relativa, che consiste nel confronto delle luminosità superficiali di due zone diverse, di cui una è assunta come controllo.

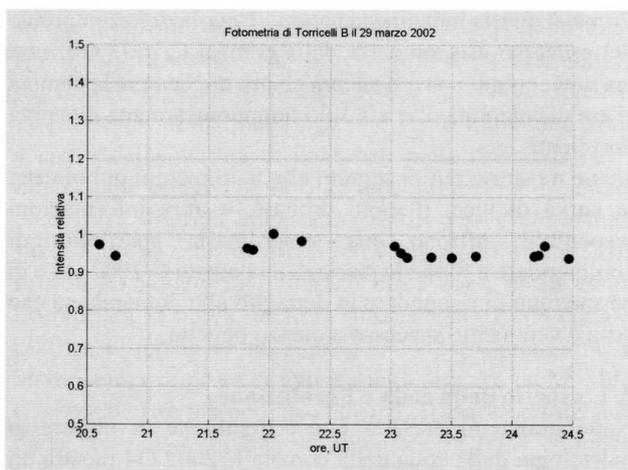
Calcolando il rapporto fra il valore medio della brillantezza superficiale (espresso in ADU, *Analog to Digital Unity*), della ristretta area di Torricelli B con il valore medio di brillantezza delle tre zone di controllo (con aree molto maggiori del cratere), si è ottenuto la curva di luce mostrata in figura 4. I valori numerici sono riportati in tabella 1. In misure di questo tipo non è necessario sottrarre il rumore di fondo, visto che il rapporto S/N è piuttosto alto nel caso di riprese lunari.

Con questa tecnica si possono mettere in evidenza le variazioni di luminosità di Torricelli B rispetto alle regioni cir-

costanti, eliminando le interferenze dovute a cambiamenti della trasparenza atmosferica. La scelta di tre zone distinte permette di mediare i piccoli errori introdotti, sia da zone di diversa sensibilità del sensore CCD sia derivanti dal non mediare sempre esattamente gli stessi pixel.

**Tabella 1.** Valori medi della brillantezza media superficiale (in ADU), per Torricelli B e le tre zone di controllo.

TU	Torricelli B	Zona 1	Zona 2	Zona 3
20:36	458	452	490	468
20:44	401	398	452	424
21:49	416	415	453	426
21:52	295	278	309	334
22:02	316	296	317	332
22:16	391	373	404	415
23:02	386	383	408	403
23:05	370	362	399	404
23:08	359	349	391	406
23:20	363	359	401	397
23:30	361	353	399	400
23:42	361	350	395	403
0:11	341	327	381	376
0:13	375	364	414	410
0:16	408	406	424	431
0:28	349	340	396	379



**Figura 4.** Curva in luce integrale relativa (con filtro Minus Violet 1), di Torricelli B, fra le 20:36 TU del 29 marzo 2002 e le 00:28 TU del 30 marzo 2002. Ogni punto è la media di tre misure distinte, l'incertezza è dell'ordine del 5%. Le interruzioni nella curva sono dovute al passaggio di nubi.

Nella curva di luce ogni punto è la media di tre misure, ognuna relativa a una zona di controllo distinta. La barra d'errore su ogni misura è dell'ordine del 5%. Come si vede la curva di luce si è mantenuta piuttosto piatta, senza nessuno scostamento che vada al di là delle incertezze di misura. Lo stesso andamento, con valori prossimi a 1, si osserva se si considerano le curve di luce relative separate per le tre zone di controllo: non ci sono scostamenti che vadano oltre l'errore.

Quindi, sempre che l'aumento di luminosità non si sia verificato proprio nei momenti di transito delle nubi o che Torricelli B dia origine a TLP speculari visibili solo da ristrette porzioni della superficie terrestre, i risultati del monitoraggio inducono a ritenere che il TLP del 29 gennaio 1983 non sia stato d'origine speculare. Monitoraggi analoghi, compiuti da diversi altri osservatori, italiani e stranieri, non hanno messo in evidenza comportamenti anomali di Torricelli B [7]. Questi risultati sono in ac-

cordo con la campagna osservativa del 9 febbraio 2001. Nonostante i risultati negativi la campagna osservativa su Torricelli B è stata preziosa, perché ha dimostrato come sia possibile coordinare numerosi osservatori, sparsi in tutto il mondo, verso un unico obiettivo comune come la verifica di un TLP.

### Il monitoraggio di Torricelli B

I TLP di Torricelli B non sono facilmente prevedibili, dato che non sono speculari, e la sorveglianza sistematica del cratere è altamente auspicabile.

Nello studio, invece della telecamera usata dallo scrivente, possono essere usate le diffusissime *webcam*. Nella scelta della *webcam* è bene orientarsi sui modelli che permettono di svitare l'obiettivo senza modificare la camera. In questo modo basterà costruirsi (o acquistare), un apposito barilotto da inserire nel focheggiatore, ma in grado di avvicinarsi al posto dell'obiettivo della *webcam*, per risolvere il problema della connessione con il telescopio: la *webcam* si inserirà come un comune oculare e potrà essere utilizzata con una lente di Barlow. Per sfruttare al meglio il potere risolutivo dell'obiettivo, la lunghezza focale equivalente del sistema ottico va scelta in modo tale che il disco di Airy di una stella occupi almeno due pixel non adiacenti dell'immagine (criterio di Nyquist) [8], [9].

Un'ulteriore possibilità è costituita dalla fotometria visuale non in luce integrale, ma utilizzando filtri rossi e blu (per esempio il Wratten 23A e l'80A). Vista la tendenza a mostrare aloni violetti, un eventuale TLP di Torricelli B potrebbe essere meglio visibile in luce blu.

Se si osserva qualcosa di anomalo sarà bene mettersi in contatto con gli osservatori della Sezione Luna dell'UAI e del GLR, in modo che l'osservazione non resti isolata ma possa essere confermata da più persone.

### Bibliografia

- [1] AAVV, *Conoscere e osservare la Luna, Manuale della sezione Luna UAI*, SEE, Milano, 2002.
- [2] Lena R., Salimbeni P., *Osservare la Luna*, Sirio srl, Milano, 2001.
- [3] Carbognani A., *Astronomia UAI*, 3 (maggio-giugno), 11-16 (2002).
- [4] Ferri F., *Astronomia UAI*, 3 (maggio-giugno), 35-37 (1996).
- [5] Cook M. C., *Journal of British Astronomical Association*, 110, 3, 117-123 (2000).
- [6] Ferri F., *Astronomia UAI*, 3 (maggio-giugno), 17-20 (2002).
- [7] Cook T., *BAA - Lunar Section Circular*, 39, 5, 3 (2002).
- [8] Camaiti P., *Guida ai CCD per l'Astronomia*, Il Castello, Milano, 2000.
- [9] Franchini V., Pasi G., Nicolini M., *Il CCD in astronomia*, Sirio srl, Milano, 2002.

### Siti Web

Programma di monitoraggio della zona di Torricelli B promosso dalla sezione Luna dell'UAI:  
<http://luna.uai.it/torricelli.htm>  
 Pagine dedicate ai TLP di Torricelli B della sezione Luna del gruppo WFS di Berlino:  
[http://www.wfs.be.schule.de/pages/torricelli/E\\_index.html](http://www.wfs.be.schule.de/pages/torricelli/E_index.html)  
 Sito Web della sezione luna della BAA:  
<http://mysite.freemove.com/lunar/index.html>  
 Sezione TLP del Geologic Lunar Research Group:  
<http://digilander.libero.it/gibbidomine/fenomenitransienti.htm>  
 Sito Web del software Iris di Christian Buil, utile per l'elaborazione delle immagini CCD:  
<http://www.astrosurf.com/buil/iris/>