

La cometa Brorsen-Metcalf (1989 o)

Massimo Dionisi

U.A.I. - Sezione Comete

Abstract. A brief history of the Brorsen-Metcalf discovery and the photometric results of the observations in the period July-September 1989 are reported. The equations and the proceeding are given with the computer programs used by author.

La scoperta

La storia della riscoperta della cometa Brorsen-Metcalf ha il sapore di un romanzo giallo. Fu ricercata varie volte da molti osservatori sparsi nel mondo fin dal 1988 ma solo nella seconda metà di aprile del 1989 le circolari dell'Unione Astronomica Internazionale (IAUC) cominciarono a riferire di prime osservazioni positive effettuate in Australia. Tuttavia non giunsero conferme lasciando la comunità astronomica in un'attesa che si faceva, giorno dopo giorno, sempre più impaziente e preoccupata; si temeva, infatti, che la cometa fosse andata perduta o avesse subito delle perturbazioni tali da averla scissa, diminuendone così la luminosità in modo notevole.

Nel mese di maggio anche in Italia fu effettuato un tentativo di rintracciare la Brorsen-Metcalf: l'astrofilo Roberto Haver effettuò due lastre dall'osservatorio di Campo Imperatore, utilizzando il telescopio Schmidt da 0.6 m, spaziando in una zona dove si sarebbe potuta trovare la cometa, in base a delle previsioni eseguite dall'autore. A fondamento del calcolo fu posto che l'oggetto potesse mostrare uno spostamento della data del perielio, in anticipo o in ritardo, rispetto a quella prevista dagli elementi calcolati nel suo ultimo passaggio, nel 1919.

Come in seguito poi si verificò, era proprio quello il motivo del ritardo nel ritrovamento della cometa, in quanto l'istante T del transito al perielio si trovò anticipato dal 27 settembre 1989 all'11 dello stesso mese. Neanche Haver fu, tuttavia, in grado di rintracciare la Brorsen-Metcalf che a maggio si trovò poco al di fuori del campo fotografato, mentre nel successivo tentativo effettuato nei primi giorni del mese di giugno il maltempo ostacolò qualunque osservazione.

Dopo meno di un mese, precisamente il 4 luglio, E. Helin poté identificare la cometa su una lastra presa con lo Schmidt da 0,46 m dell'osservatorio di

Monte Palomar. L'oggetto si presentava diffuso con una magnitudine globale pari a circa 11 e privo di coda. Immediatamente cominciarono le osservazioni sia dei professionisti che degli astrofili, sia fotografiche che visuali. In Italia la prima stima della luminosità della cometa si deve al già citato Roberto Haver che il 16 luglio la dava di magnitudine 8,8 con un binocolo 15 × 80; da quel momento le stime visuali si susseguirono ad un ritmo sempre più serrato, fino a raggiungere il ragguardevole numero di 84, distribuite su 14 osservatori diversi, con l'ultima osservazione di Andrea Boattini il 5 settembre, pochi giorni prima del perielio, dove veniva stimata di 5,2 con un binocolo da 50 mm.

Le osservazioni

Il primo dato che balza agli occhi è che tutte le stime sono state eseguite nella fase pre-perielica, dando quindi un quadro presumibilmente esauriente dell'attività cometaria nella fase di avvicinamento al Sole; poco o nulla si conosce circa il comportamento fotometrico della Brorsen-Metcalf dopo il perielio, d'altra parte pochissime osservazioni sono state effettuate in quest'ultima fase, essendosi la cometa mantenuta su elongazioni bassissime dal Sole. Anche l'autorevole «International Comet Quarterly», diretto da D.W. Green, ammette l'esistenza di grandi incertezze circa la curva fotometrica post-perielica della Brorsen-Metcalf; tuttavia il danno può considerarsi ridotto se si pensa sia alla contemporanea mancanza di dati da altri campi osservativi — normalmente comparati con quelli fotometrici — sia all'abbondanza di informazioni nel periodo considerato anche dalle stime.

Le osservazioni degli astrofili italiani coprono un arco di tempo pari a 51 giorni, dal 16/07/89 al 05/09/89, e presentano due «buchi» in corrispondenza della presenza della Luna in prossimità della co-

meta, esattamente dal 22/07/89 al 28/07/89 e dal 18/08/89 al 23/08/89. Nella Tab. I sono riportati gli osservatori che hanno collaborato al programma della Sezione Comete dell'UAI; sono indicati il numero delle stime effettuate e gli strumenti usati. Delle complessive 84 osservazioni, 76 sono state utilizzate per i calcoli e per il tracciamento della curva fotometrica, ottenendo il risultato visibile nella fig. 1 (a, b, c). In ascissa sono visualizzati i logaritmi (in base 10) delle distanze della Brorsen-Metcalf dal Sole, calcolati per l'istante esatto delle osservazioni. Questo risultato è stato ottenuto grazie al programma *SKY*, creato dall'autore, normalmente utilizzato per il calcolo di effermeridi di oggetti del sistema solare, scritto in *GWBASIC*[®] e collegato, grazie ad una opportuna procedura, al programma di gestione archivio stime cometary *COMET*, sempre dell'autore, scritto in *DBASE III*[®].

Gli elementi orbitali adottati sono riportati nella Tab. II e sono tratti dalla IAUC 4805.

Le magnitudini riportate sul ramo delle ordinate di Fig. 1 sono state corrette per la distanza dalla Terra e per lo strumento utilizzato, nel modo esposto nel seguito.

Riduzione dei dati

Posta l'equazione base per la determinazione della magnitudine apparente visuale di un oggetto del sistema solare:

$$M = M_0 + 5 \log \Delta + 2,5 n \log (r) \quad (1)$$

dove M_0 è la magnitudine assoluta dell'oggetto, Δ e r le sue distanze dalla Terra e dal Sole, rispettivamente, e n l'indice di variazione. Quest'ultimo termine viene comunemente posto uguale a 2 per gli asteroidi. La magnitudine apparente che si avrebbe con l'oggetto posto ad 1 U.A. dalla Terra sarebbe:

$$M' = M_0 + 2,5 n \log (r) \quad (2)$$

sottraendo membro a membro la (2) dalla (1), si ottiene:

$$M - M' = M_0 + 5 \log \Delta + 2,5 n \log (r) - M_0 - 2,5 n \log (r) \\ M' = M - 5 \log \Delta \quad (3)$$

quindi M è la magnitudine realmente osservata dalla Terra, mentre M' è quella teorica che si avrebbe ponendo l'oggetto alla distanza di 1 U.A. Le correzioni strumentali consistono nel riportare la magnitudine a quella che si sarebbe potuta misurare osservando l'oggetto con uno strumento di 67,8 mm di diametro; le formule sono così espresse:

$$M = M_{\text{oss}} - 0,066(D - 6,8) \quad \text{telescopi rifrattori e binocoli}$$

$$M = M_{\text{oss}} - 0,019(D - 6,8) \quad \text{telescopi riflettori}$$

Si tratta di relazioni empiriche, enunciate per la

prima volta da Bobrovnikoff nel 1938, dove D è il diametro dello strumento, espresso in cm.

Il grafico è stato costruito nel modo descritto onde permettere la determinazione dei parametri fotometrici propri della cometa, ovvero la sua magnitudine assoluta e l'indice di variazione. I punti appaiono distribuirsi lungo una retta, la cui equazione dovrà essere:

$$Y = m X + q \quad (4)$$

In effetti è questa proprio la forma della (2), per cui si può dedurre che nel periodo soggetto ad osservazioni gli elementi fotometrici prima descritti non hanno subito sostanziali variazioni e che le variazioni di luminosità sono state direttamente dipendenti dalla distanza dal Sole.

Allo scopo di determinare il coefficiente angolare e l'intersezione con l'asse delle ordinate di tale retta approssimante, si può procedere seguendo il metodo dei minimi quadrati, ponendo nella (2) $Y = n$ e $X = M_0$, che viene così trasformata:

$$X + 2,5 Y \log (r) = M' \quad (5)$$

Introducendo i dati osservativi della Fig. 1, si ottiene il sistema di equazioni:

$$X + 2,5 Y \log (r_1) = M'_1$$

$$X + 2,5 Y \log (r_2) = M'_2$$

...

...

$$X + 2,5 Y \log (r_k) = M'_k$$

le cui soluzioni, per il metodo adottato, sono:

$$X = \frac{\sum[\log^2(r_k)] * \sum(M'_k) - \sum[\log(r_k)] * \sum[(M'_k) * \log(r_k)]}{N * \sum[\log^2(r_k)] - (\sum[\log(r_k)])^2} \quad (6)$$

$$Y = \frac{N * \sum[(M'_k) * \log(r_k)] - \sum[\log(r_k)] * \sum(M'_k)}{N * \sum[\log^2(r_k)] - (\sum[\log(r_k)])^2} * \frac{1}{2,5}$$

L'elaborazione è stata effettuata con un apposito programma, ideato e scritto dall'autore sotto linguaggio *GWBASIC*[®]. Si sono trovate, come spesso accade, più osservazioni eseguite con la cometa alla stessa distanza dal Sole; tra le varie possibilità di analisi si è preferito lasciare inalterata la massa dei dati e affidare la riduzione al metodo dei minimi quadrati, anche perché erano del tutto sconosciuti gli errori medi per singola osservazione, non comunicati dai partecipanti al programma fotometrico sulla Brorsen-Metcalf, rendendo possibile solo il calcolo degli errori massimi per alcune osservazioni, intesi come semidifferenza tra le magnitudini massime e minime per ogni gruppo con identico $\log(r)$.

GWBASIC è un marchio registrato della Microsoft Corp.

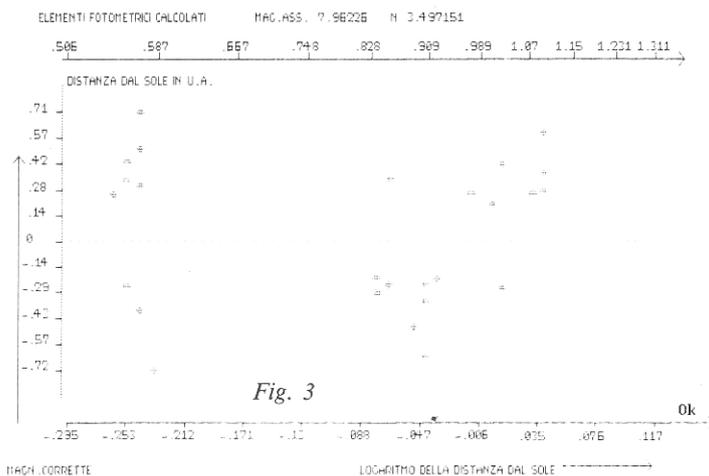
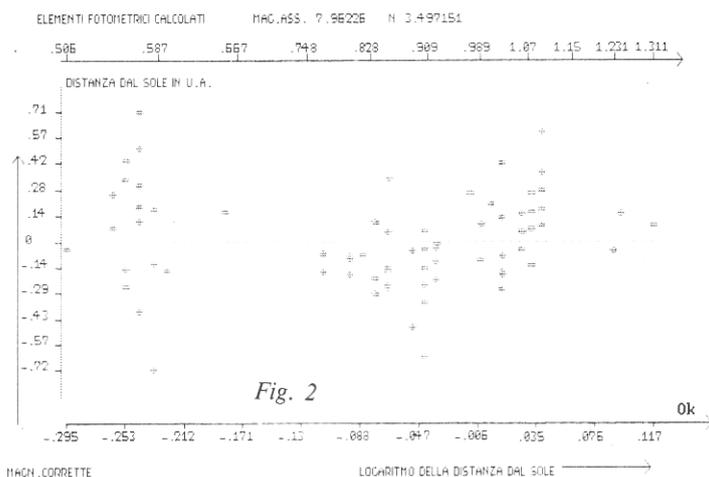
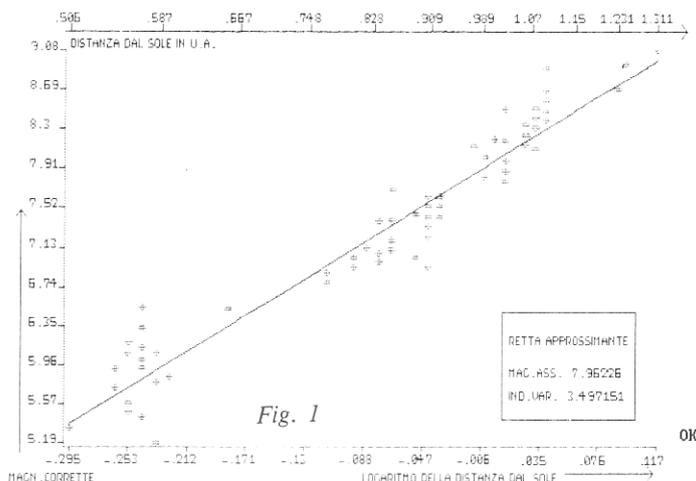
DBASE III è un marchio registrato della Ashton-Tate

I risultati

La Tab. III mostra i risultati dell'analisi effettuata attraverso il metodo dei minimi quadrati; come si può notare l'indice di correlazione R è piuttosto buono (0,96), considerato che se tutti i punti fossero esattamente posti sulla medesima retta, si avrebbe un R pari a 1. Riccalcolando la magnitudine della cometa per gli istanti osservativi, con gli elementi fotometrici ricavati, è possibile costruire un grafico come quello della fig. 2; qui sono riportate le differenze tra le osservazioni e i valori calcolati (O-C) ponendo nella (2):

$$M = 7,96 + 8,75 \log(r)$$

Come si vede si notano delle lievi asimmetrie, quasi di tipo periodico, nella parte destra. In prossimità del perielio la dispersione delle stime aumenta a testimonianza delle difficoltà nella valutazione della luminosità di un oggetto cometario quando questo supera la sesta magnitudine. Tuttavia, la piccola ampiezza della maggior parte delle variazioni non permette alcuna ipotesi, specie se si considera che si sta trattando delle stime visuali, affette da errori considerevoli e che si possono supporre certo non inferiori alle 0,2-0,3 magnitudini, specie nei casi più frequenti di osservazioni isolate. Le 37 stime che mostrano valori di O-C superiori alle 0,2 magnitudini, cioè il 35,5% del totale delle osservazioni considerate, sembrano effettivamente seguire una variazione oscillatoria con delle curiose irregolarità quasi simmetriche; il fenomeno è riportato in fig. 3, dove si può notare che esso risulta compreso tra il 29/07/89 e il 13/08/89 (15 giorni), con la cometa a distanze dalle 1,095 alle 0,835 U.A. dal Sole. Come già ricordato, vicino al perielio gli errori osservativi potrebbero largamente superare il valore teorico delle 0,2 magnitudini, coprendo quindi qualunque tipo di eventuale variazione.



Conclusioni

Nel tirare le somme di questa campagna osservativa sulla Brorsen-Metcalf, si deve constatare con soddisfazione che la risposta degli astrofili italiani è stata, ancora una volta, pronta e competente. Oltre alle stime fotometriche è stata raccolta una notevole quantità di osservazioni in altri campi, ponendo le basi per future elaborazioni comparate, che saranno sicuramente di grande utilità nella comprensione dei fenomeni cometary in generale e di quelli avvenuti nella Brorsen-Metcalf in particolare; alla fine, i risultati potranno essere proficuamente messi a confronto con quelli ricavati dal precedente passaggio del 1919. Vi sono, però, ancora alcune lacune nei dati presentati dagli astrofili; in questa sede è stata determinante la mancanza di indicazioni circa l'errore medio nelle stime che ha condizionato poi l'analisi dei dati. L'assenza di stime fotoelettriche rende i risultati conseguiti abbastanza incerti, lasciando senza alcuna conferma reale le variazioni presentate, solo a beneficio d'inventario, nei grafici O-C. Si confida, tuttavia, che, con le prossime campagne osservative, tali vuoti saranno colmati, mettendo a disposizione della comunità astronomica dei dati sempre più affidabili e completi. Infine, l'autore desidera ringraziare tutti gli astrofili che hanno collaborato al programma, il responsabile della Sezione Comete dell'U.A.I., Antonio Milani, per la fiducia dimostrata nell'incaricarlo dell'elaborazione delle stime, i soci dell'Associazione Romana Astrofili per il sostegno dato, il prof. Giancarlo Favero e il prof. Giorgio Buonvino, astronomo dell'Osservatorio di Monte Mario a Roma, per i preziosi consigli forniti.

TABELLA I
Osservatori del programma fotometrico per la cometa P/Brorsen-Metcalf (1989 o)

Osservatore	N.St.	Strumenti
Amoretti Mauro	2	Schmidt-Cassegrain 350 mm f/5,5
Baroni Sandro	4	Binocolo Zoom Zeiss 20-40×80
Boattini Andrea	8	Binocoli 20×80, 15×80, 10×50
Bussola Paolo	1	Binocolo 7×50
Cardea Antonello	2	Binocolo 7×35; Newton 114 mm f/8
Castellani Flavio	9	Binocolo 11×80
Dimai Alessandro	4	Schmidt-Cassegrain 250 mm f/10; Newton 500 mm f/5
Dionisi Massimo	11	Binocolo 20×80; Newton 150 mm f/6
Fierimonte Marsilio	9	Binocolo 11×80
Haver Roberto	21	Binocoli 15×80, 10×50
Martellini Michele	2	Binocolo 10×50
Milani G. Antonio	5	Binocolo 20×80
Sostero Giovanni	5	Binocoli 11×80, 20×60, 8×40; Newton 200 mm f/5
Stomeo Enrico	1	Binocolo 11×80

TABELLA II

Elementi orbitali della cometa P/Brorsen-Metcalf (1989 o) dalla IAUC 4805

Istante del passaggio al perielio (T):	11,93949	settembre 1989
Longitudine nodo ascendente (Ω):	310,8761	gradi
Inclinazione piano orbitale (i):	19,3306	gradi
Semiassse maggiore orbita (a):	17,079716	U.A.
Periodo orbitale (P):	70,586	anni
Eccentricità dell'orbita (e):	0,97197	
Distanza perielica (q):	0,478744	U.A.

TABELLA III

Elementi fotometrici cometa P/Brorsen-Metcalf (1989 o)

Magnitudine assoluta (M_0):	7,96 ± 0,04
Indice di variazione (n):	3,5 ± 0,1
Indice di correlazione dei dati (R):	0,96
Errore globale (μ):	0,26

Bibliografia

- Manuale IHW, International Halley Watch, S.J.Edberg, 1985, l'Astronomia & Coelum.
- The International Comet Quarterly, July 1989, vol. 11, n. 3 (1990 Comet Handbook).
- Elementi di Fotometria Stellare ad uso dei dilettanti, P.Tempesti, Quaderni di Astronomia della S.A.It. n.1 (Giornale di Astronomia vol. 3, 1977, - S.A.It.).
- Programmi di osservazione per le stelle variabili e riduzioni dei dati, G. Romano, Quaderno di Astronomia della S.A.It. n. 3 (Giornale di Astronomia vol. 5, 1979, fasc. 1-2 - S.A.It.).
- Astronomia sferica e teorica, F. Zagar, 1988, Zanichelli.
- Comet News, Sezione Comete U.A.I., n. 1/89, 13 luglio 1989.
- International Astronomical Union Circular (IAUC) n. 4805.



LA COMETA LEVY 1990 C FOTOGRAFATA IL 18 AGOSTO 1990