



GRUPPO ASTROFILI
CINISELLO BALSAMO

OLTRE LA TERRA

8 NOVEMBRE 2013

SPETTACOLARI COMETE

BELLE, MISTERIOSE UN PO' SEGRETE

Nino Ragusi





David Levy

“Le comete sono come i gatti: hanno la coda e fanno esattamente quello che vogliono”



Adorazione dei Magi - Giotto (1267-1337) - Cometa di Halley 1301

Comete - Storia

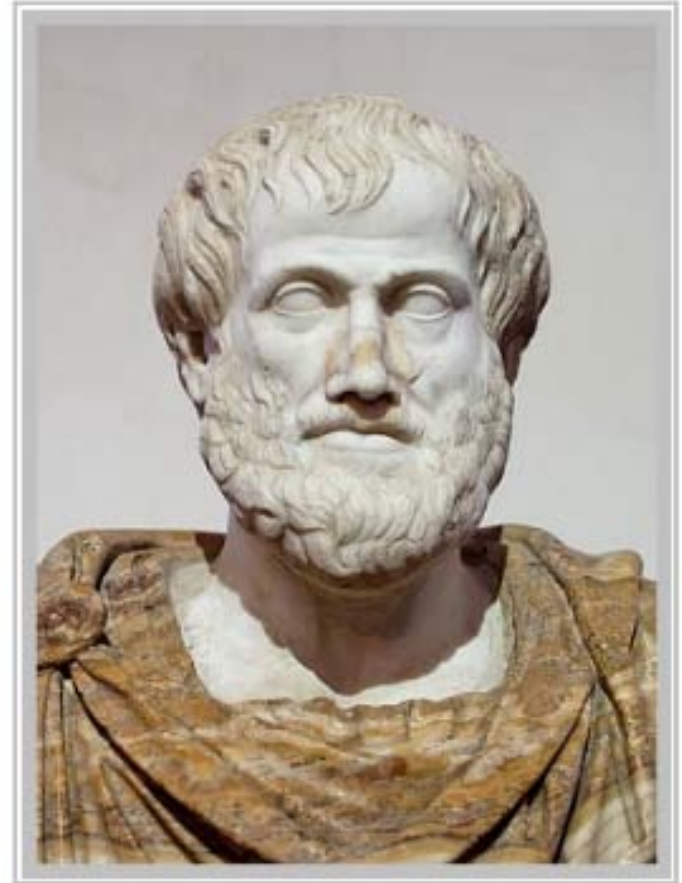
- **Nell'antichità - Pessima opinione delle comete**
- **Apparizioni non previste -> eventi luttuosi o disastrosi**
- **“Disastro” dal greco dis=cattivo aster=astro**

- **Per Aristotele - Non oggetti astronomici ma eventi temporanei imprevedibili e quindi atmosferici**
Fenomeni ottici

- **Comete nefaste**
 - **Uccisione di Cesare**
 - **Peste a Costantinopoli, 300.000 morti**
 - **Medioevo, morte di re, catastrofi naturali**

- **Comete fauste**
 - **Indicò la strada di Betlemme ai Magi**

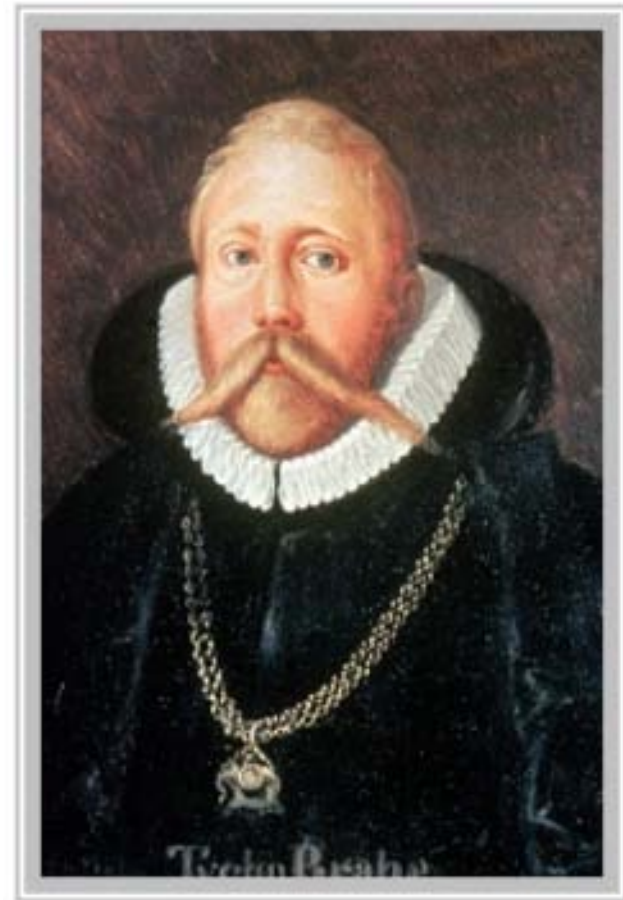
- **Era una cometa?**
Congiunzione Marte - Giove - Staurno
Comparsa di Nova o Supernova - Cinesi
Tra l'11 a.C. e il 13 d.C. sette comete - Halley?



Aristotele (384 a.C.-322 a.C.)

Comete - Storia

- 2000 anni dopo - Tico Brahe
- Classificazione come oggetti astronomici
- Osservando le comete e confrontando con altre osservazione di altri astronomi, non notò alcuna parallasse.
- Riporta le comete ad oggetti celesti e non “terrestri” o “sublunari” o atmosferici



Tycho Brahe (1546 -1601)

Comete - Storia

- **1683 Halley osserva una cometa e ne calcola l'orbita secondo le leggi di Keplero.**
- **Collega matematicamente ed orbitalmente 3 precedenti passaggi di comete.**
- **Halley prevede il passaggio del 1758 e con l'ausilio degli studi di Newton calcolò il ritardo dovuti all'effetto gravitazionale di Giove e Saturno.**



Edmond Halley (1656 –1742)

Halley: la cometa più famosa

Cometa di Halley - periodo 75,32 anni

Passaggi noti

- 240 a.C. - 1° passaggio noto - cinesi
- 12 a.C. - 4° p. - Stella di Betlemme?
- 451 d.C. - 10° p. - sconfitta di Attila
- 989 - 17° p. - si temeva annunciasse la fine del mondo
- 1066 - 18° p. - raffigurazione nell'arazzo di Bayeux
- 1145 - 19° p. - Papa Eugenio III ordina la Seconda crociata
- 1301 - 21° p. - Dante A. esiliato da Firenze - Giotto la raffigura nella Cappella degli Scrovegni
- 1378 - 22° p. - Coincide con lo Scisma d'Occidente
- 1607 - 25° p. - Osservata da molti astronomi tra cui Keplero
- 1683 - 26° p. - Osservata da Halley
- 1758 - 27° p. - Passaggio previsto da Halley
- 1910 - 29° p. - Localizzata dal 1909 - Presagi nefasti
- 1986 - 30° p. - Fotografata da molti telescopi, la sonda europea Giotto si avvicina fino a 500 km e ne attraversa la coda
- 2062 - 31° p. - Prossimo passaggio previsto - Afelio 9 dicembre - 9 settembre 2060 a 0,98 UA da Giove causerà decremento del periodo orbitale - 29 luglio 2061 a 0,48 UA dalla Terra - 21 agosto 2061 a 0,05 UA da Venere





- 410 Asteroidi
- 82 Comete (29 non periodiche)
- 68 Supernove
- 3 Nove

Robert McNaught (1956)

Cometa C/2006 P1 McNaught



Che cosa è una cometa?

- 1950 Fred Whipple
- Palla di neve sporca
- Dimensioni 1-20 km
- Palla fango ghiacciata

Fred Whipple

Cometa C1995 O1/Hale Bopp (1997)



Come è fatta una cometa?

- Nucleo • Chioma
- Coda di ioni • Coda di polveri



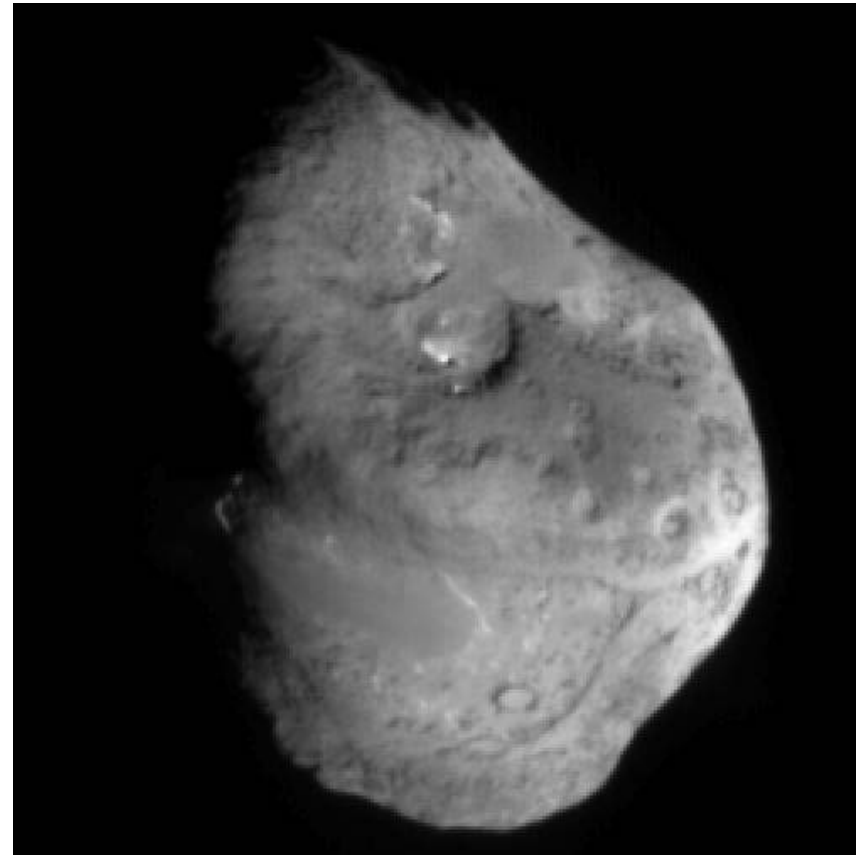
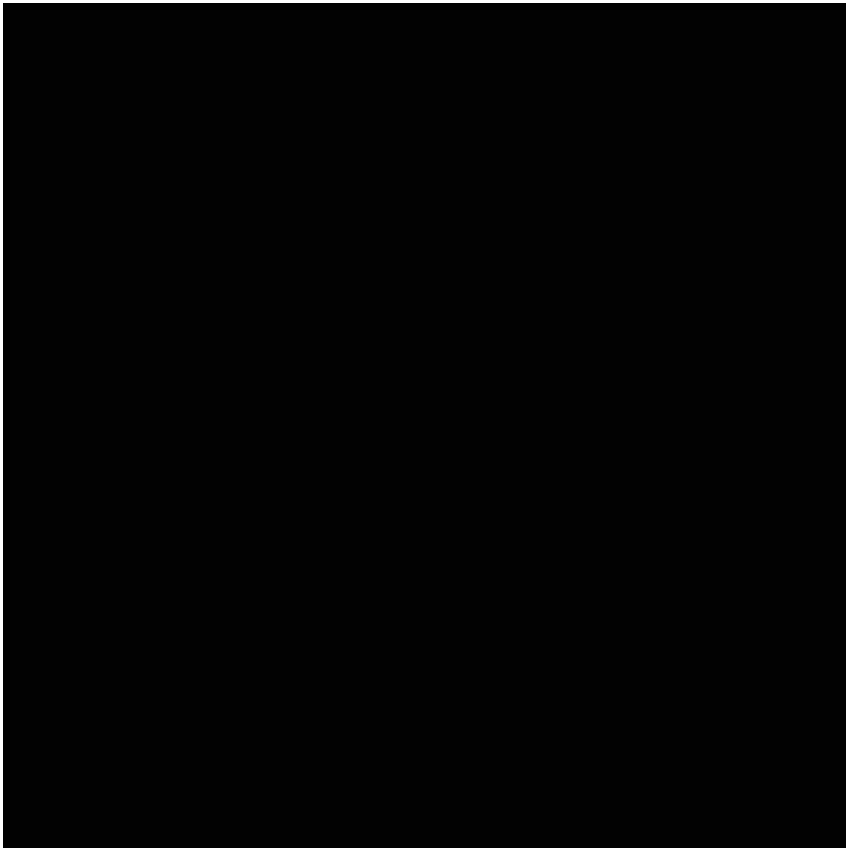
Cometa C1995 O1/Hale Bopp (1997)

Il nucleo

- **Piccole dimensioni (100 m - 50 km) • Basso “albedo”**

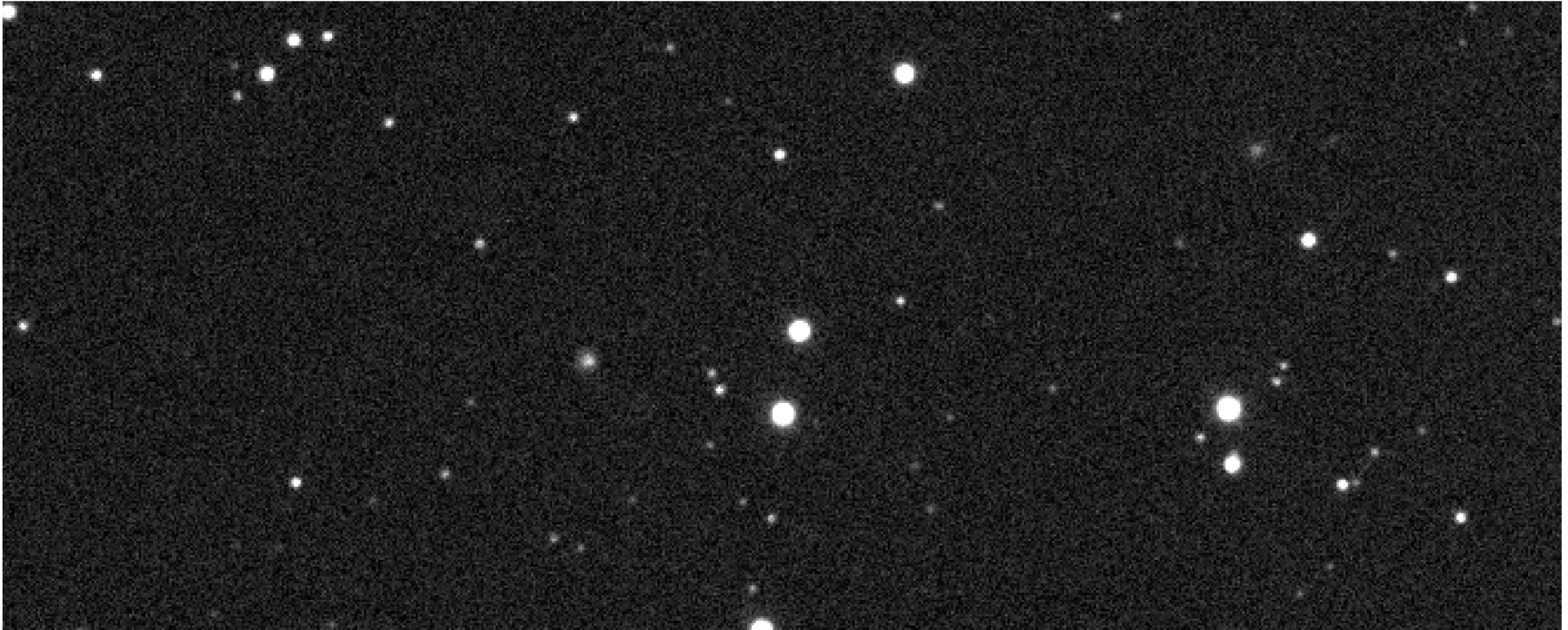
Composizione: roccia • polveri • ghiaccio d'acqua • monossido di carbonio • anidride carbonica • metano • ammoniaca • formaldeide • metanolo • acido citrico • etanolo

Molecole complesse: idrocarburi • amminoacidi



La chioma

- vasta atmosfera • sublimazione superficie nucleo
- forma sferica, olbata • CO sublima a basse T°
- dimensione: poche centinaia di km • visibile da 10 UA (Saturno)



Cometa 2012 S1 ISON

11 gennaio 2013

Sequenza foto - Osservatorio Astronomico Sormano

La chioma

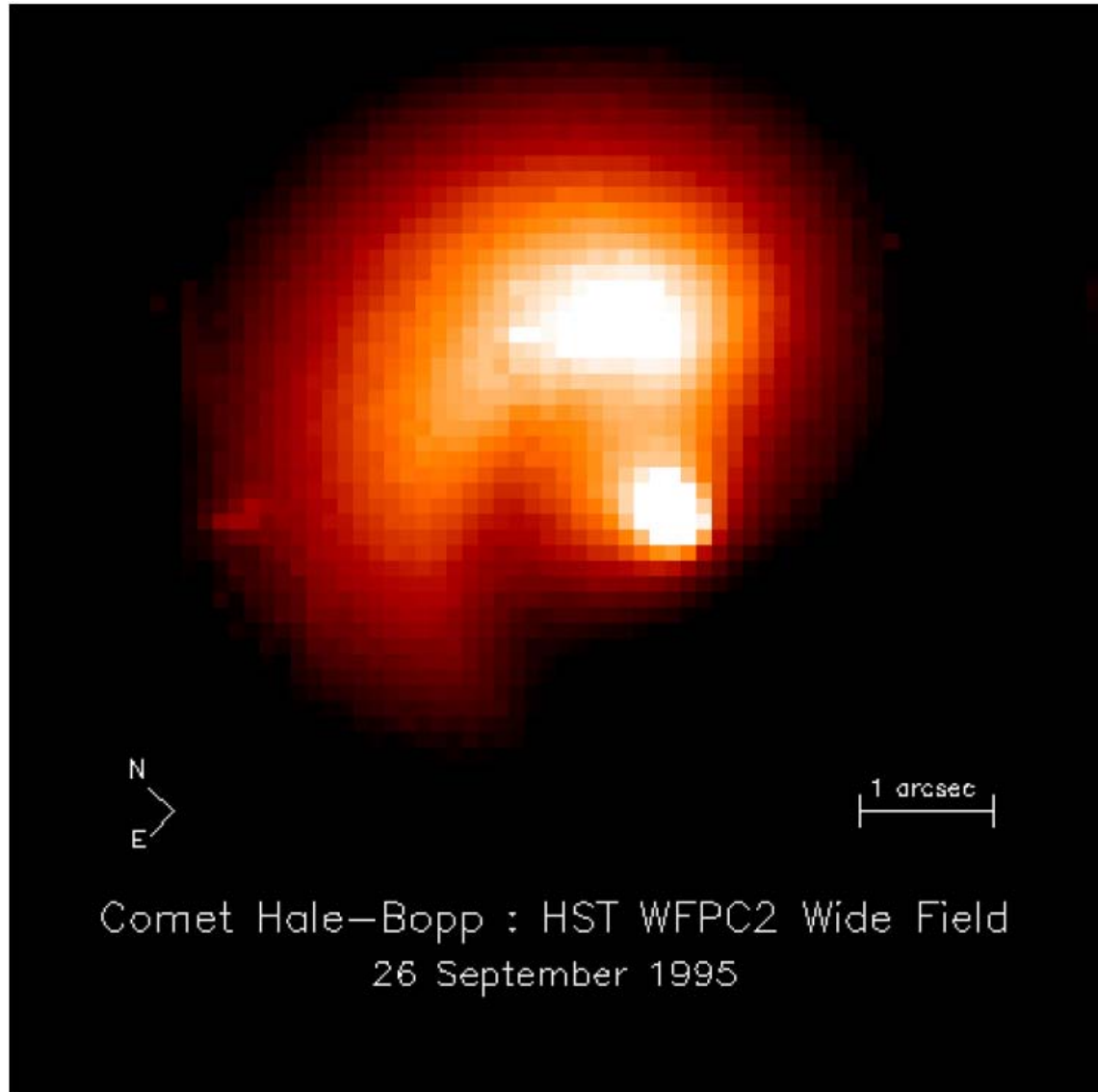
- H₂O sublima a 3 UA
- dimensione: centinaia di migliaia di km (Terra-Luna)
- fotodissociazione
- fotoionizzazione
- colore azzurrino
- polveri -> brillantezza

Cometa 17P/Holmes (2007)



Come si trasforma la chioma?

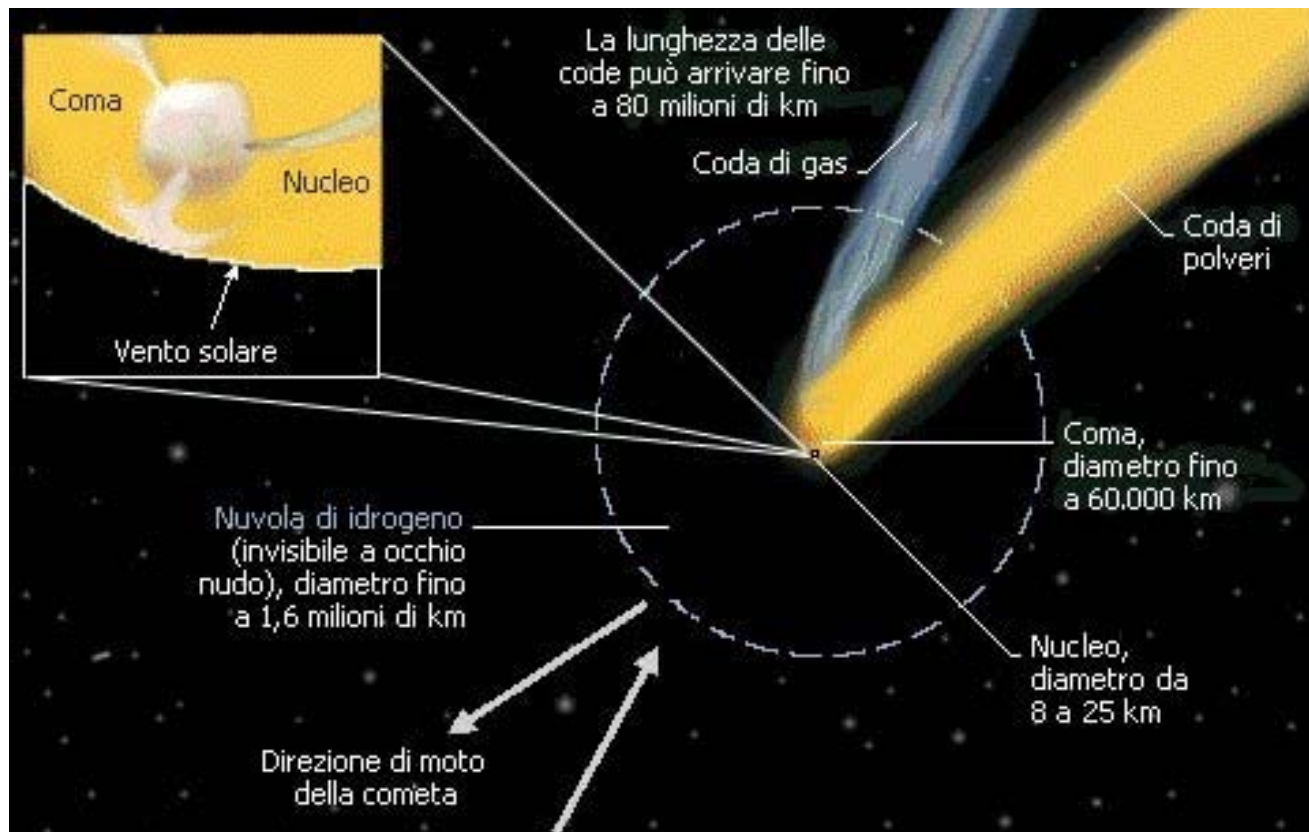
- Rotazione rapida del nucleo
- distacco di materiale solido
- morfologia a spirale



Cometa C1995 O1/Hale Bopp (1997)

La coda (le code)

- **Coda di Ioni.** Alla distanza di 2-3 UA la chioma “ionizzata” viene maggiormente a contatto con il campo magnetico solare “vento solare”. Questa collisione determina il rallentamento delle linee di forza del campo magnetico in prossimità della chioma.



Coda di ioni

- Molecole chimicamente cariche incanalate dietro il nucleo
- dimensioni in funzione della vicinanza con il sole
- lunghezze ragguardevoli anche centinaia di milioni di km (Terra-Venere).
- forma è tubolare e rettilinea in direzione opposta al sole.
- Il campo magnetico interplanetario disomogeneo -> morfologia irregolare



cometa **C/1961 R1** - Humanson

Coda di polveri

Particelle elettricamente neutre non risentono dell'azione del campo magnetico
Soggette alla forza di gravità solare. Traiettorie simili a quelle del nucleo

Pressione di radiazione solare diretta in senso opposto alla direzione del Sole.

Urti tra le particelle neutre, prive di massa, che trasportano luce solare (fotoni).

Spinta in direzione opposta al sole e movimento come il nucleo cometario.
Forma ricurva detta Coda di Polveri.

Colore arancio-rossastra.

Dimensioni come la coda di ioni (100 milioni di chilometri)

Aspetto aperto e a ventaglio ripetto alla coda di ioni.

Cometa C/1996 B - Hyakutake



Le code

Tutte le comete sviluppano entrambe le code, purchè passino abbastanza vicine al sole, ma la visibilità dipende da fattori quali la luminosità e dimensioni delle code rispetto alla chioma.

Anche fattori prospettici (geometria Sole-Cometa-Osservatore) influenzano al osservabilità.

Ad occhio nudo sono più facilmente osservabili le code di polveri rispetto a quelle di ioni bluastre e meno contrastate rispetto al fondo cielo.

Solo quando la Terra si trova ben fuori dal piano orbitale della cometa, capita di osservare entrambe le code (cometa West e Hale Bopp). La ripresa fotografica consente anche meglio di apprezzarne le differenze e colori.



Cometa C1995 O1/Hale Bopp (1997)

Anticoda

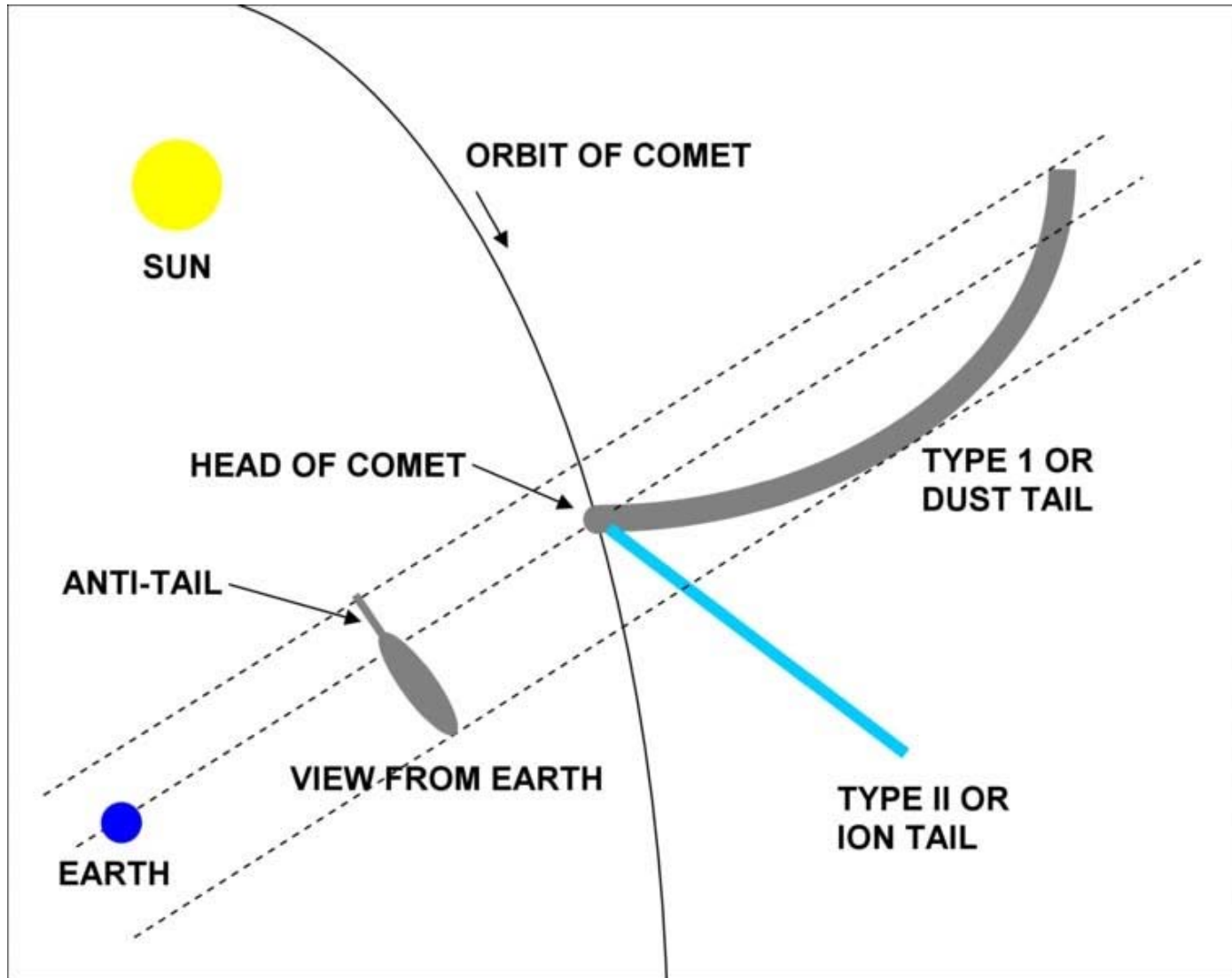
Dopo il passaggio al perielio il fattore prospettico e la diversa orientazione delle code permettono di osservare il fenomeno dell'anticoda (cometa Roland).



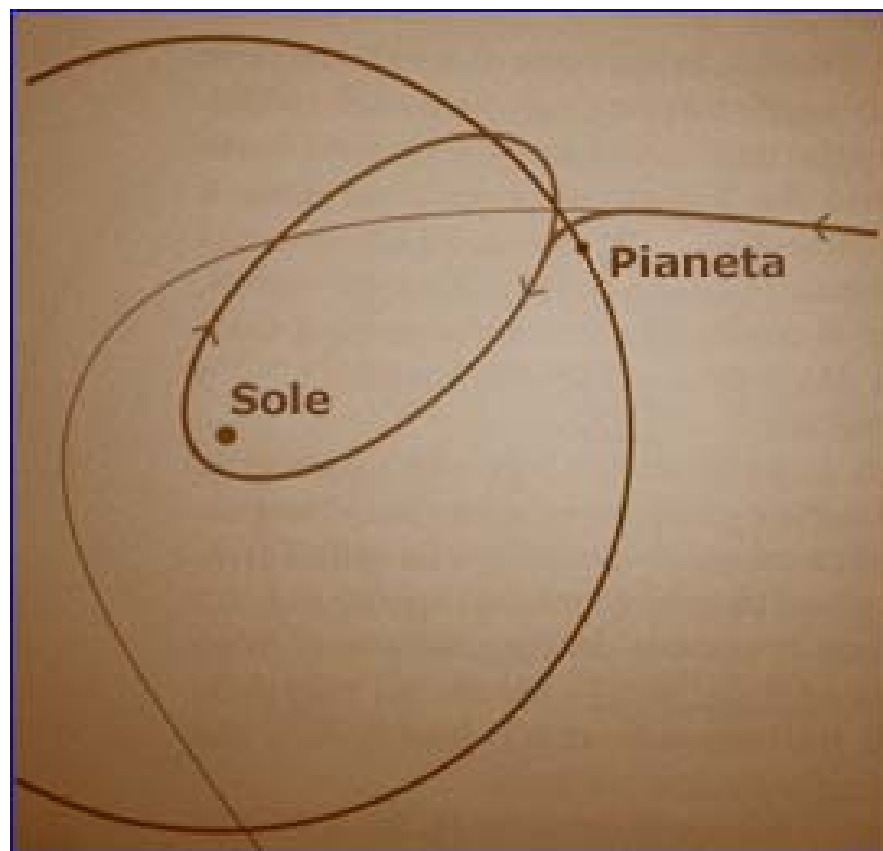
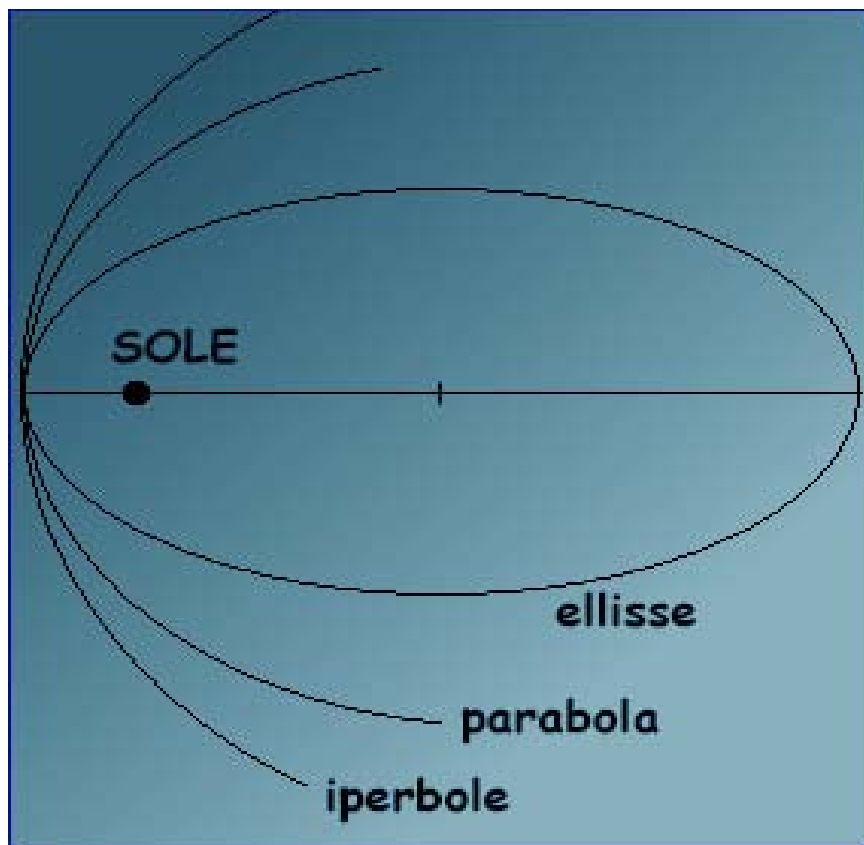
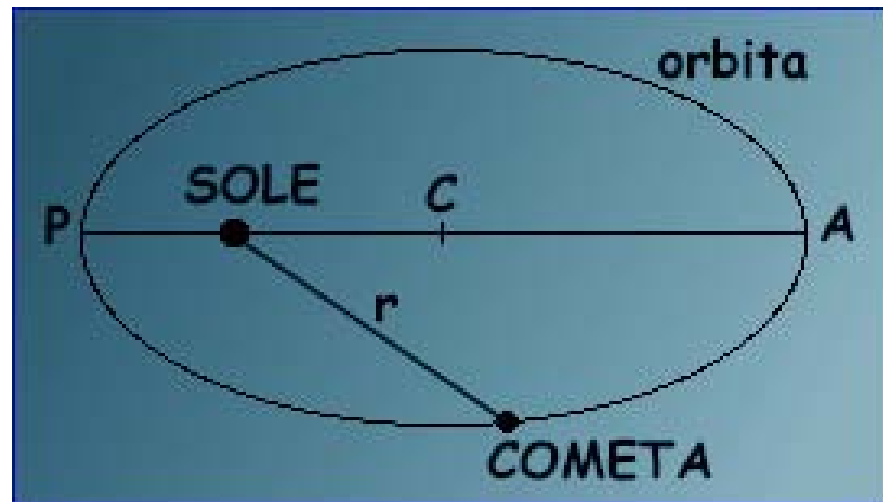
Cometa C/1956 R1 (Arend-Roland)

Anticoda

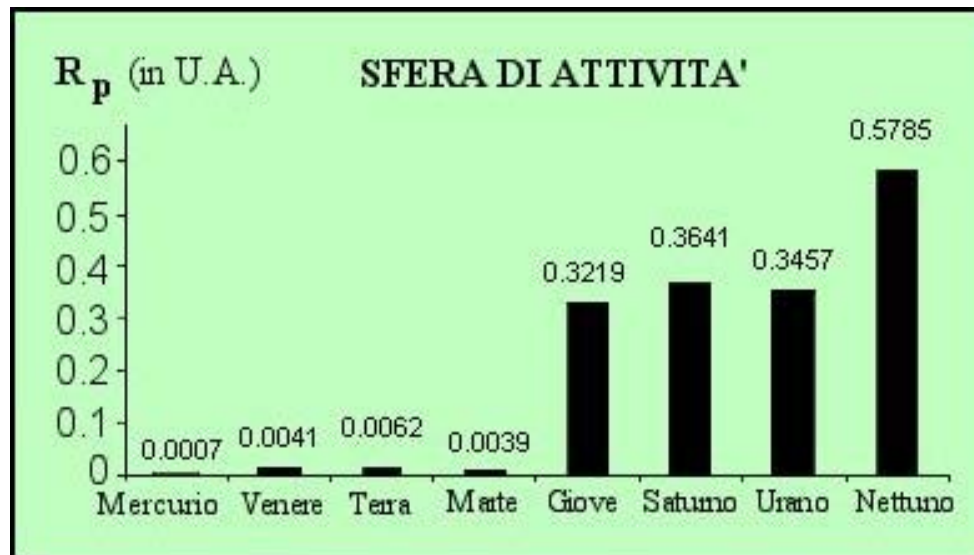
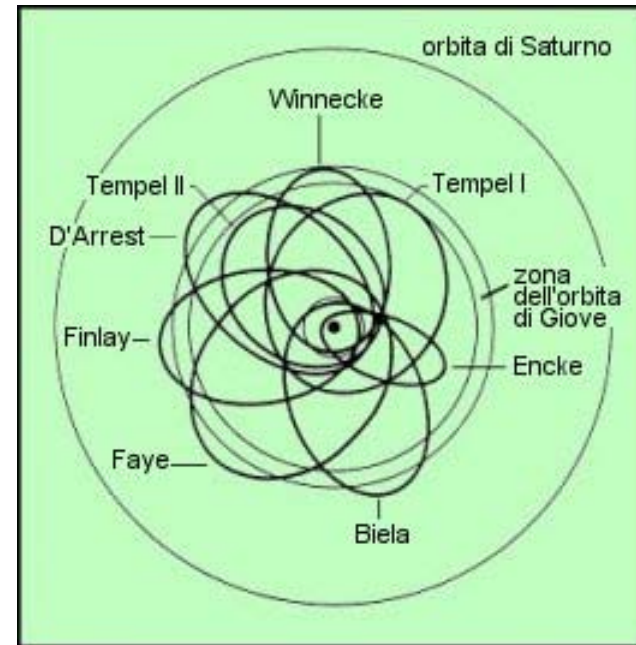
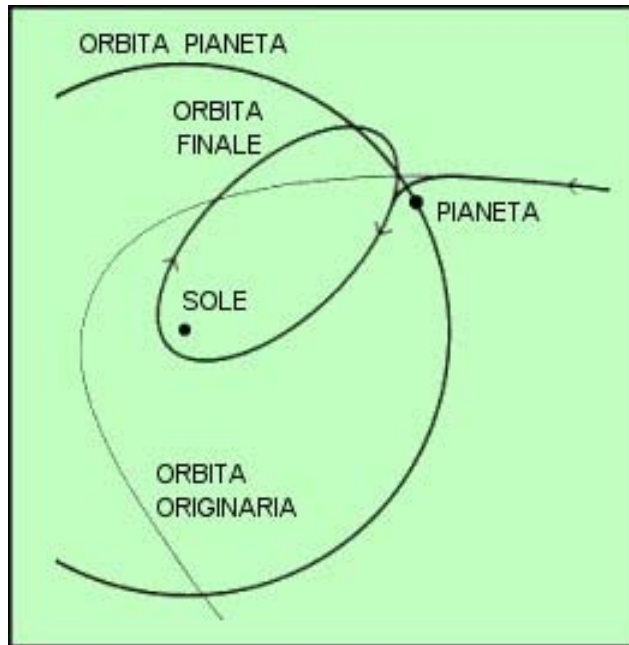
Quello della anticoda non è quindi un fenomeno fisico ma solo visuale prospettico



Come si muovono le comete?



Perturbazione delle orbite cometarie



Sciami meteorici collegati alle comete

Nome Sciame	Massimo	Cometa associata
Liridi	21 Aprile	Thatcher (186 I)
Eta Acquaridi	5 Maggio	Halley (1910 II)
Draconidi	26 Giugno	Pons-Winnecke (1858 II)
Beta Tauridi	30 Giugno	Encke (1819 I)
Capricomidi	1 Agosto	1948 n
Perseidi	12 Agosto	Swift-Tuttle (1862 III)
Draconidi	10 Ottobre	Giacobini-Zinner (1933 III)
Orionidi	22 Ottobre	Halley (1910 II)
Tauridi	1 Novembre	Encke (1819 I)
Leonidi	16 Novembre	Tempel-Tuttle (1866 I)
Andromedidi	22 Novembre	Biela (1852 III)
Ursidi (UMI)	22 Dicembre	Tuttle (1858 I)

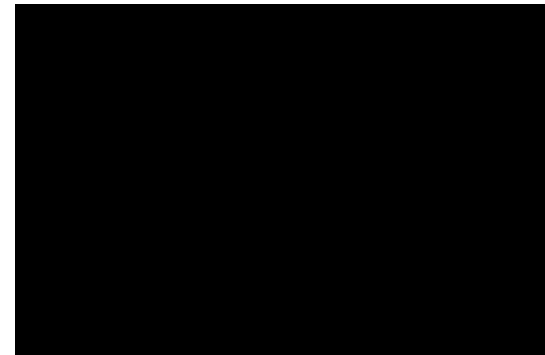
Comete - classificazione

1) A corto periodo (fino a 20 anni – SP) - Dette anche comete della “famiglia di Giove”. Periodi orbitali modesti - poche decine di anni. Orbite poco eccentriche e poco inclinate. Origine nella fascia di Edgeworth-Kuiper. Cometa Encke (periodo di 3 anni e 4 mesi).

2) A periodo intermedio (da 20 a 200 anni - HP) – Dette anche “comete tipo Halley”. Afeli tra Giove e Nettuno. Orbite molto eccentriche e inclinate rispetto all’orbita terrestre.

3) A lungo periodo (oltre 200 anni - LP) – Orbite da 200 a qualche migliaio di anni. Eccentricità molto prossima a 1. 83% delle comete con orbite conosciute. All’afelio distanza dal Sole da 10 mila U.A. 100 mila U.A. Cometa Hale-Bopp (periodo stimato di 2537 anni).

4) Comete Nuove – NC (new comets). Apparizione nel Sistema Solare una sola volta. Orbite paraboliche con eccentricità maggiore di 1. Transitano nel Sistema Solare ed escono senza far mai più ritorno. Viaggiano perennemente nello spazio profondo.



Comete - nomenclatura

Nel 1995 **IAU** (Unione Astronomica Internazionale)

decise di adottare un metodo ufficiale per la denominazione delle nuove comete

- a) Primo pezzo della sigla una lettera: P, C, D, A, X, seguita a sua volta da una barra
P/ comete periodiche - **C/** comete a lunghissimo periodo o non periodiche
- b) Dopo la barra “/” si aggiunge semplicemente l’anno della scoperta.
- c) Dopo l’anno una lettera (compresa tra A e Y) che indica il quale quindicina di giorni in cui è avvenuta la scoperta della cometa. Ogni mese infatti è diviso in due parti, dall’1 al 15 e dal 15 al 30 o 31 (A = dall’1 al 15 gennaio, B = dal 16 al 31 gennaio C = dall’1 al 15 febbraio ... Y = dal 16 al 31 dicembre).

Nel caso di comete molto importanti e appariscenti note anche ai non addetti ai lavori basta indicare solamente il nome come **Hale-Bopp**, **Halley**, **Hyakutake**, ecc.

1P – Halley

2P – Encke

C/1956 R - Arend-Roland

C/1995 O1- Hale Bopp

C/1996 B – Hyakutake

C/2006 P1 McNaught



Da dove vengono le comete?



Origine delle comete

Fascia di Kuiper

Fascia di asteroidi esterna ai grandi pianeti

Dimensioni:

Da 30 UA (orbita di Nettuno) a 50 UA

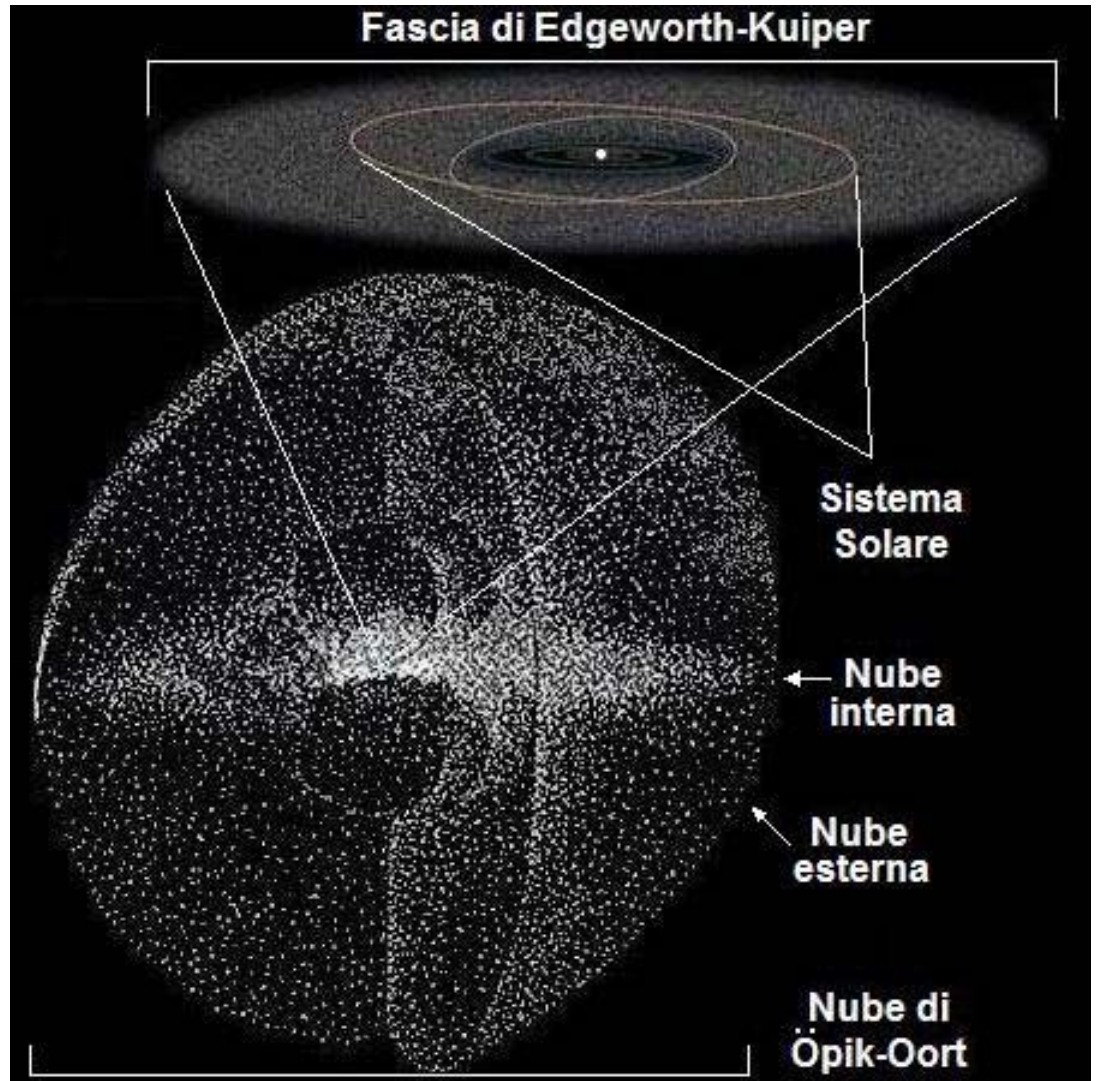
Nube di Oort

Dimensioni: fino a 20.000 UA

Forma: sferica

Perturbazioni nella nube di Öpik-Oort

- la forza mareale della Via Lattea
- il passaggio di un'altra stella in prossimità del Sole.

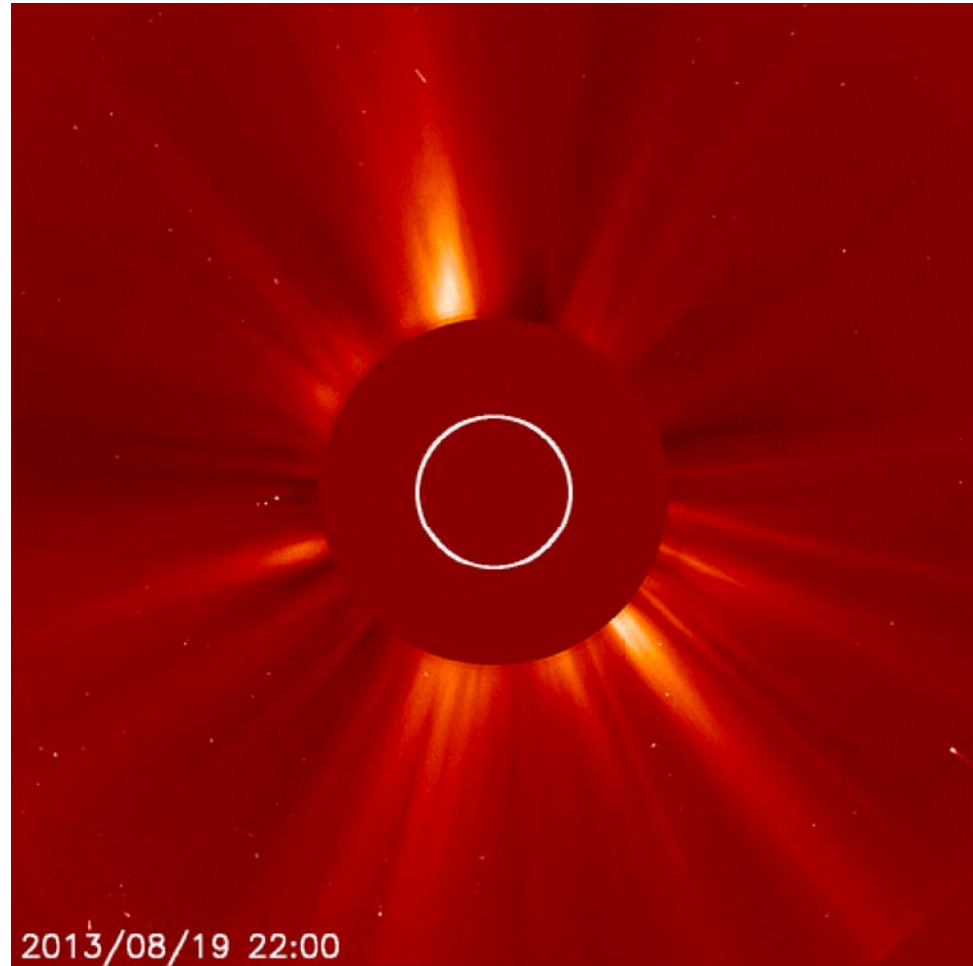


Morte di una cometa

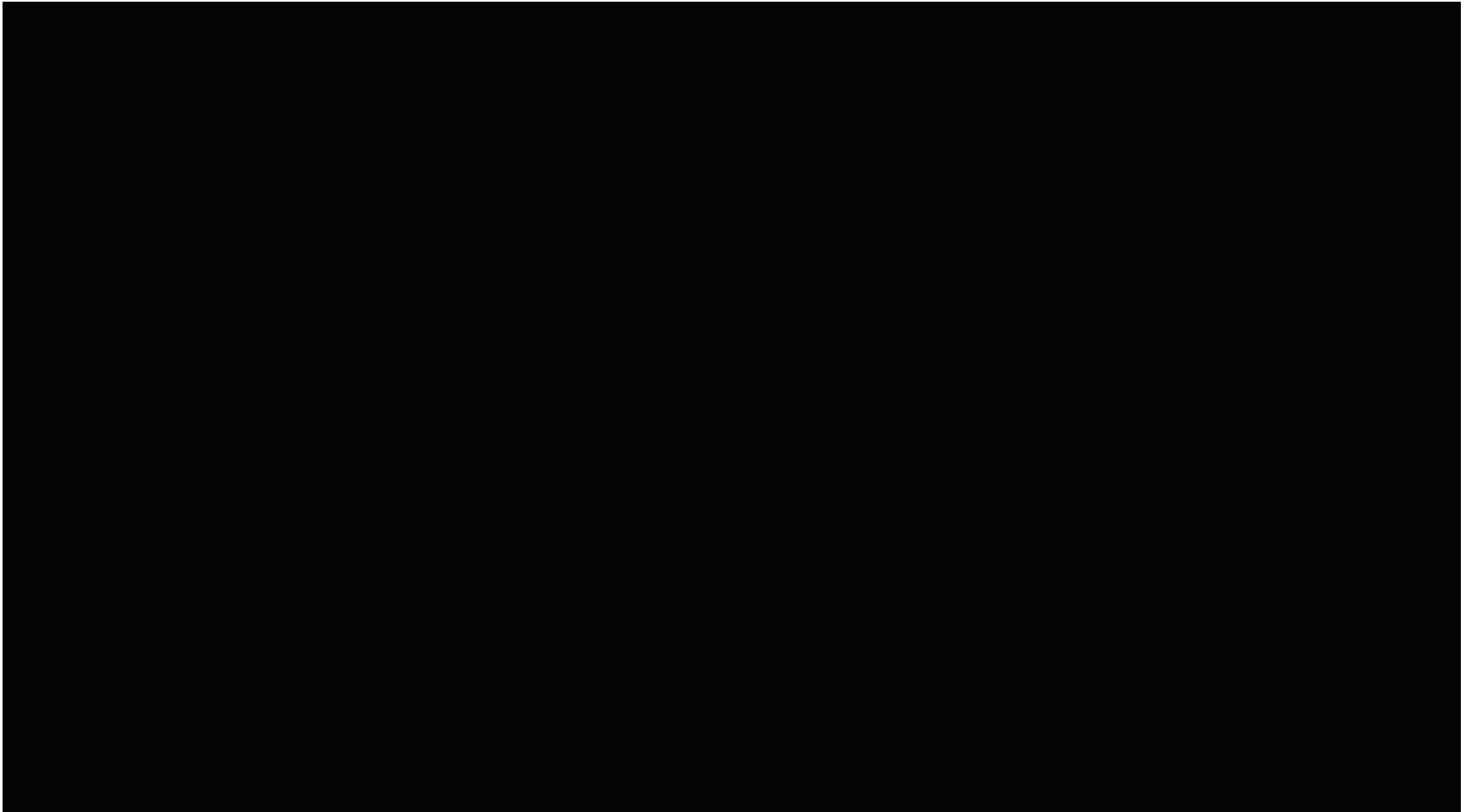
Cause:

- I numerosi passaggi al perielio
- lento e inesorabile processo di erosione
- consumo delle riserve di ghiaccio
- carcassa rocciosa -> asteroide.
- Incontro ravvicinato con pianeta
- Collisione o frammentazione del corpo cometario.

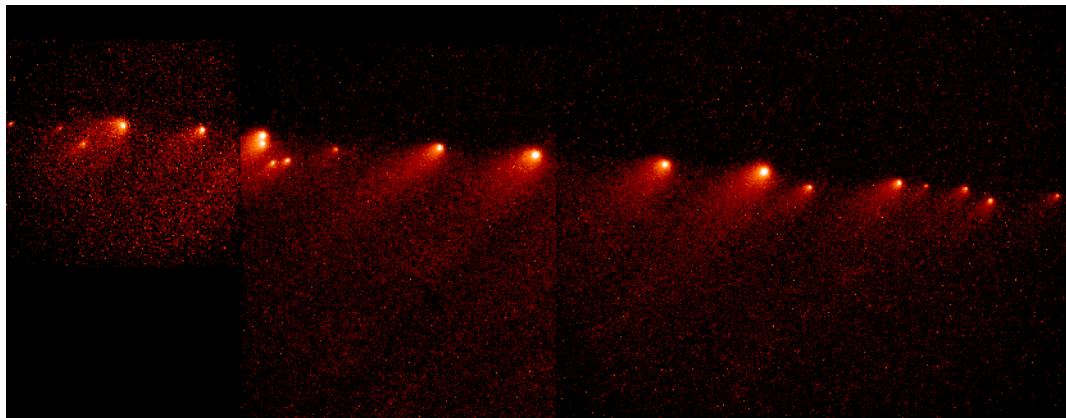
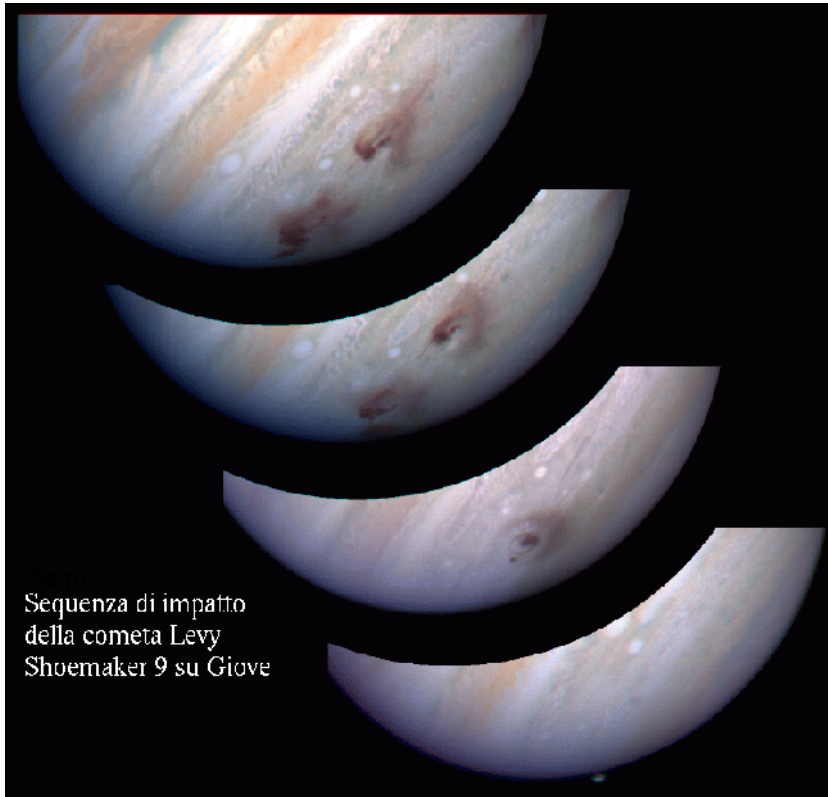
- Morte per disgregazione
- Morte per collisione



Morte per disgregazione



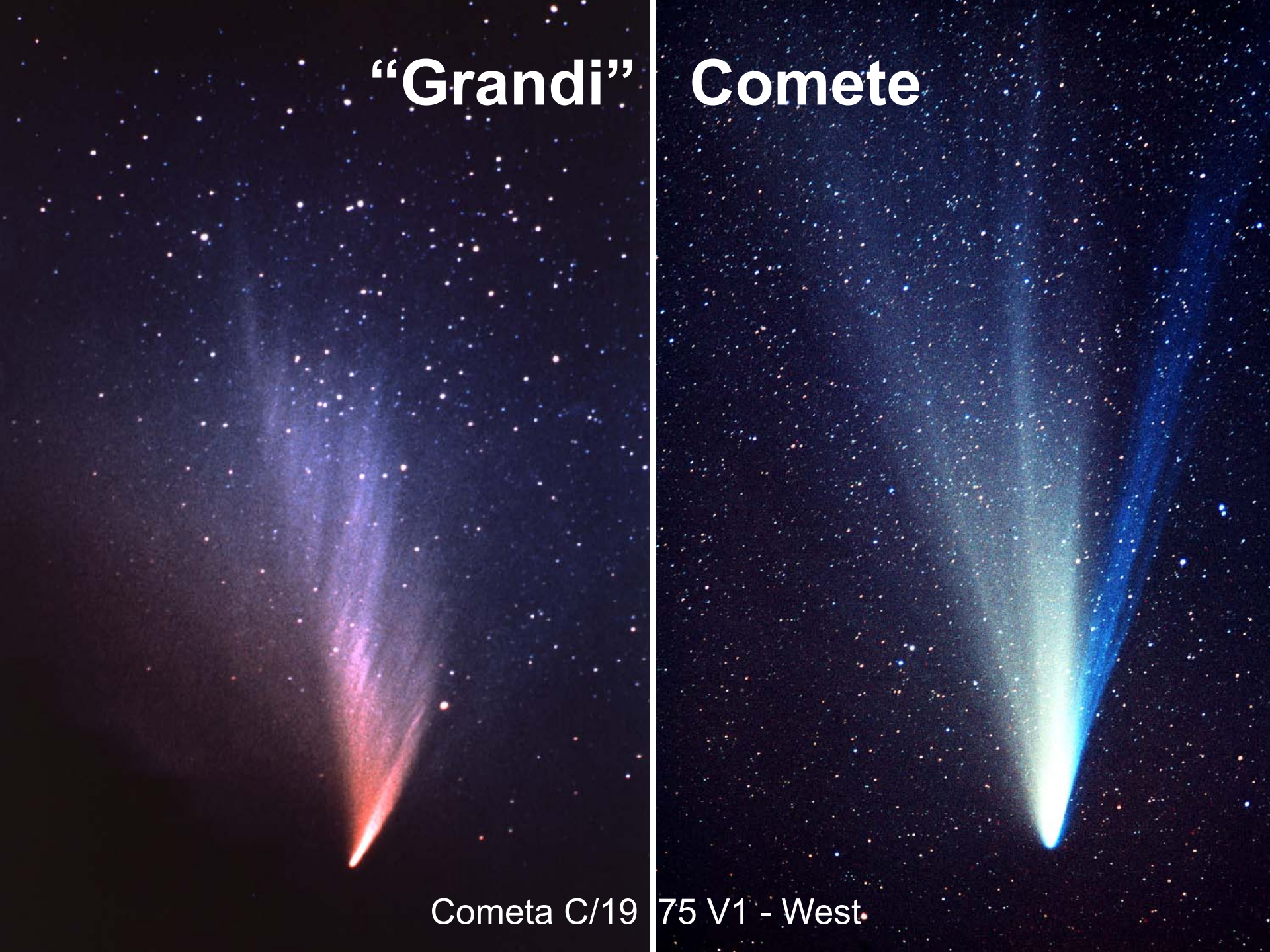
Morte per collisione



“Grandi”

Comete

Cometa C/1975 V1 - West.





Cometa C/1996 B - Hyakutake



Cometa C/1995 O1/Hale Bopp (1997)



Cometa C/2006 P1 McNaught

C/2006 P1 McNaught 2007 01 20
20mm f/1.8 90sec
Copyright Gordon Garradd



Comete 2013 - C/2011 L4 - Panstarrs



Comete 2013

C/2011 L4 - Panstarrs



Comete 2013
C/2011 L4
Panstarrs





C/2013 R1 - LOVEJOY



2P - ENCKE

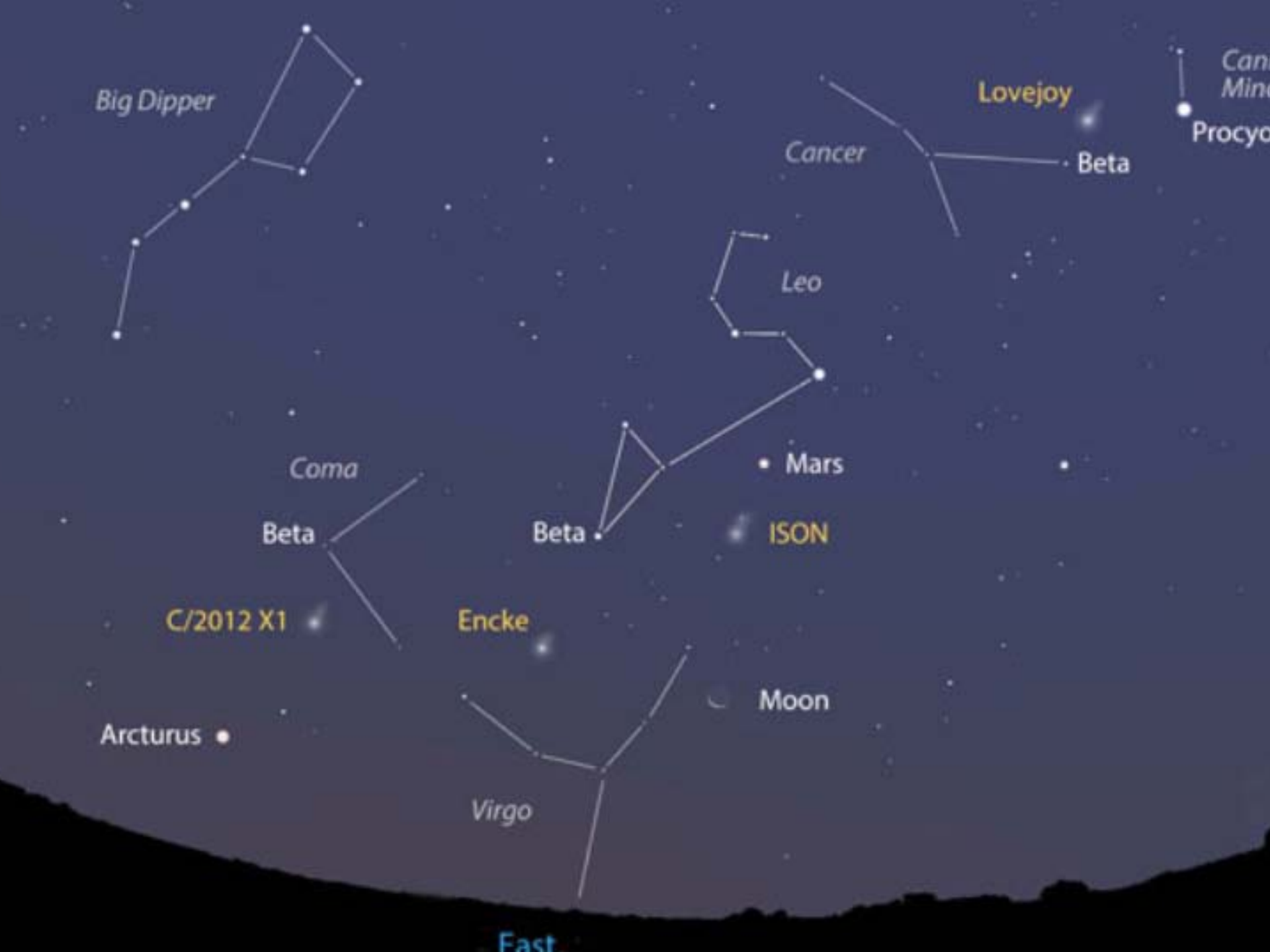
Quattro comete prima del sorgere del sole



C/2012 X1 - LINEAR



C/2012 S1 - ISON



Big Dipper

Lovejoy

Canis Minor
Procyon

Cancer

Beta

Leo

Coma

Mars

Beta

Beta

ISON

C/2012 X1

Encke

Moon

Arcturus

Virgo

East

Comete 2013 - C/2013 R1 Lovejoy



Comete 2013 - 2P Encke



Comete 2013 - C/2012 S1 ISON

- Scoperta il 21 settembre 2012 dai russi Nevski e Novichonok.
- La scoperta con un telescopio riflettore di 0,4 m dell'International Scientific Optical Network (ISON)

ORBITA:

- Ottobre 2012 fra Giove
- 1° ottobre 2013 a 0,07 UA da Marte
- Perielio il 28 novembre 2013 - 0,012 UA dal Sole
- 26 dicembre 2013 a 0,4 UA dalla Terra (160 volte Terra-Luna)
- Orbita iperbolica e molto inclinata rispetto al piano dell'eclittica, Probabile provenienza dalla nube di Oort

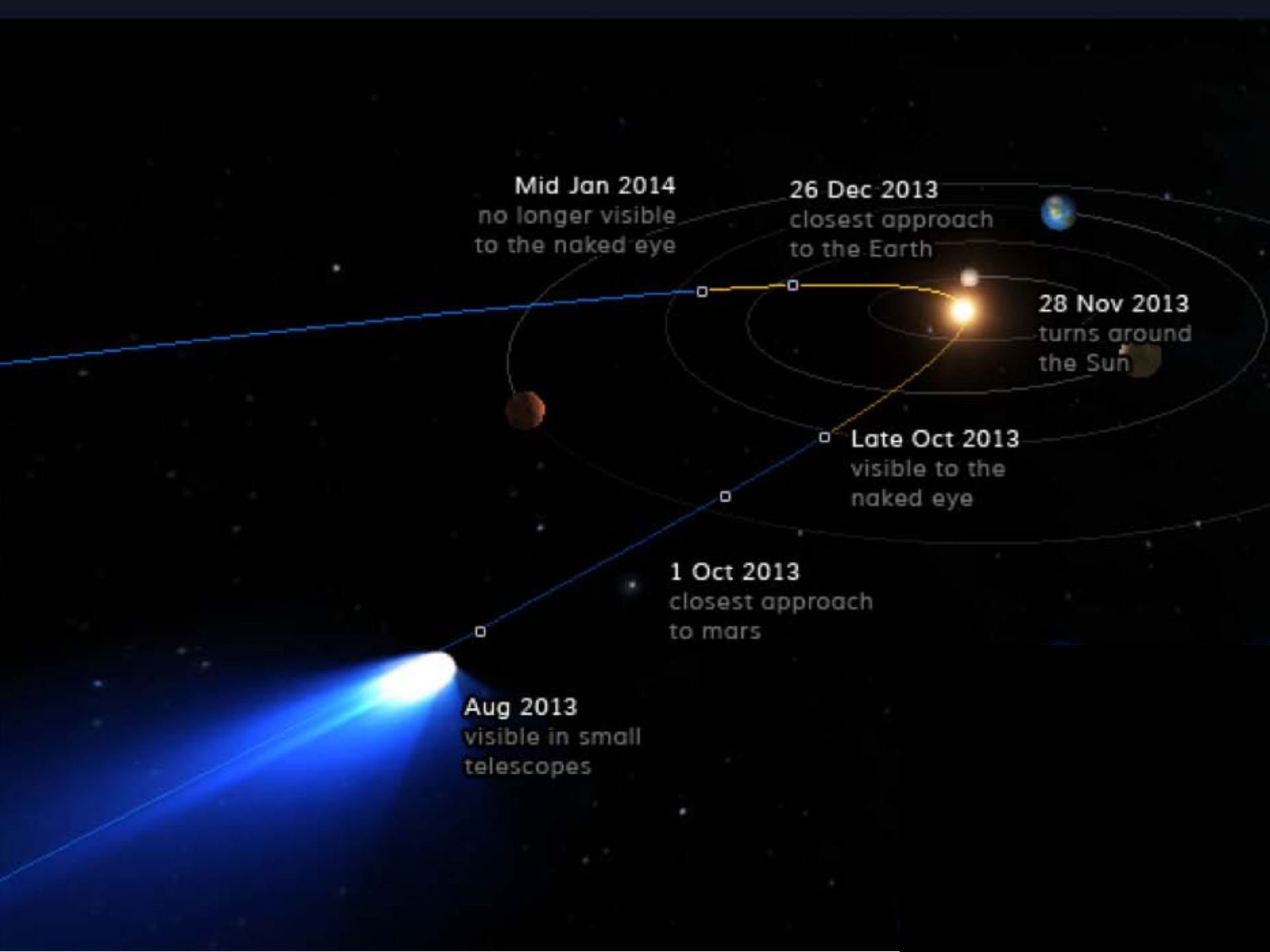


Comete 2013 - C/2012 S1 ISON





Cometa ISON ripresa il 27 ottobre. (Damian Peach)



Mid Jan 2014
no longer visible
to the naked eye

26 Dec 2013
closest approach
to the Earth

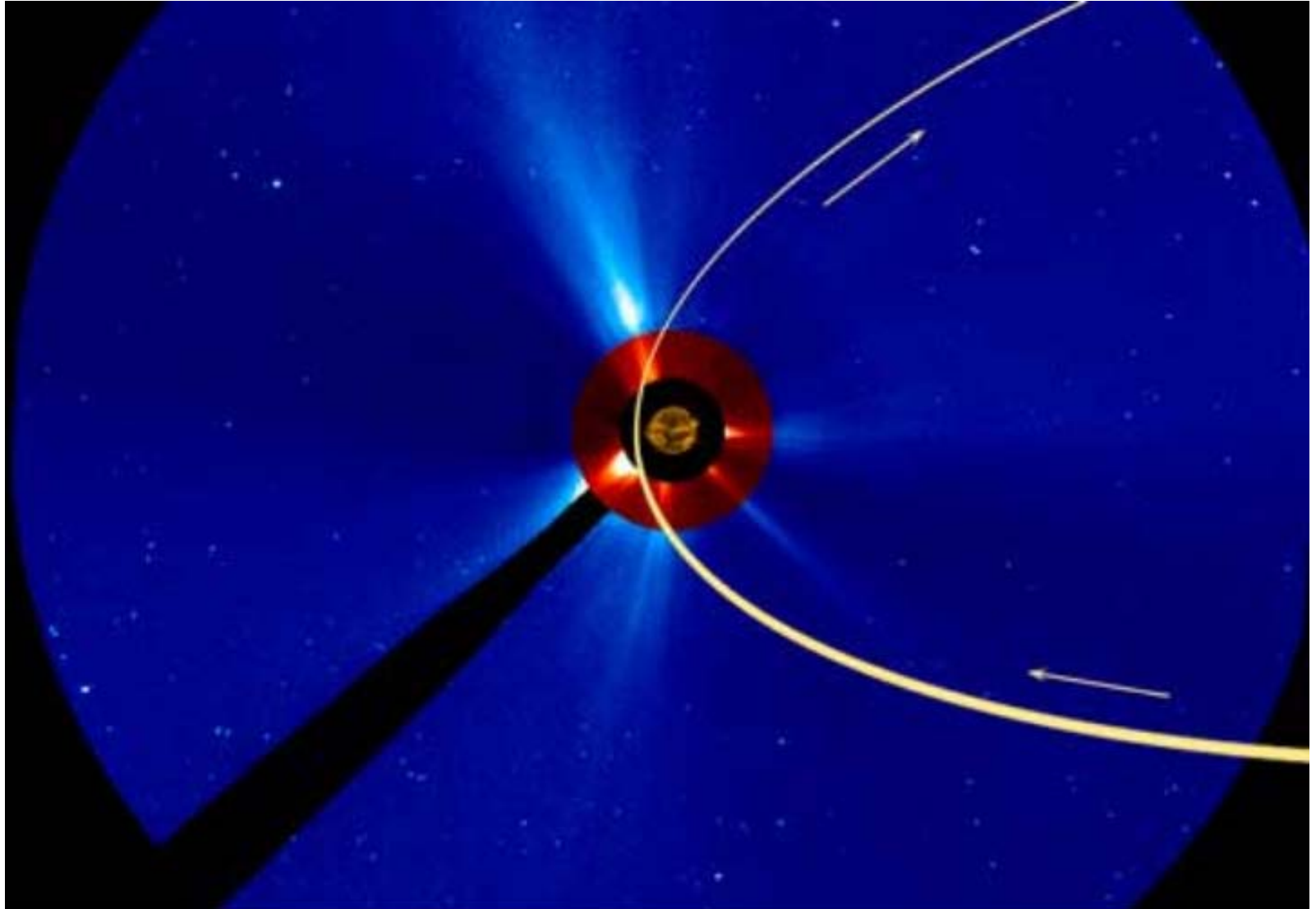
28 Nov 2013
turns around
the Sun

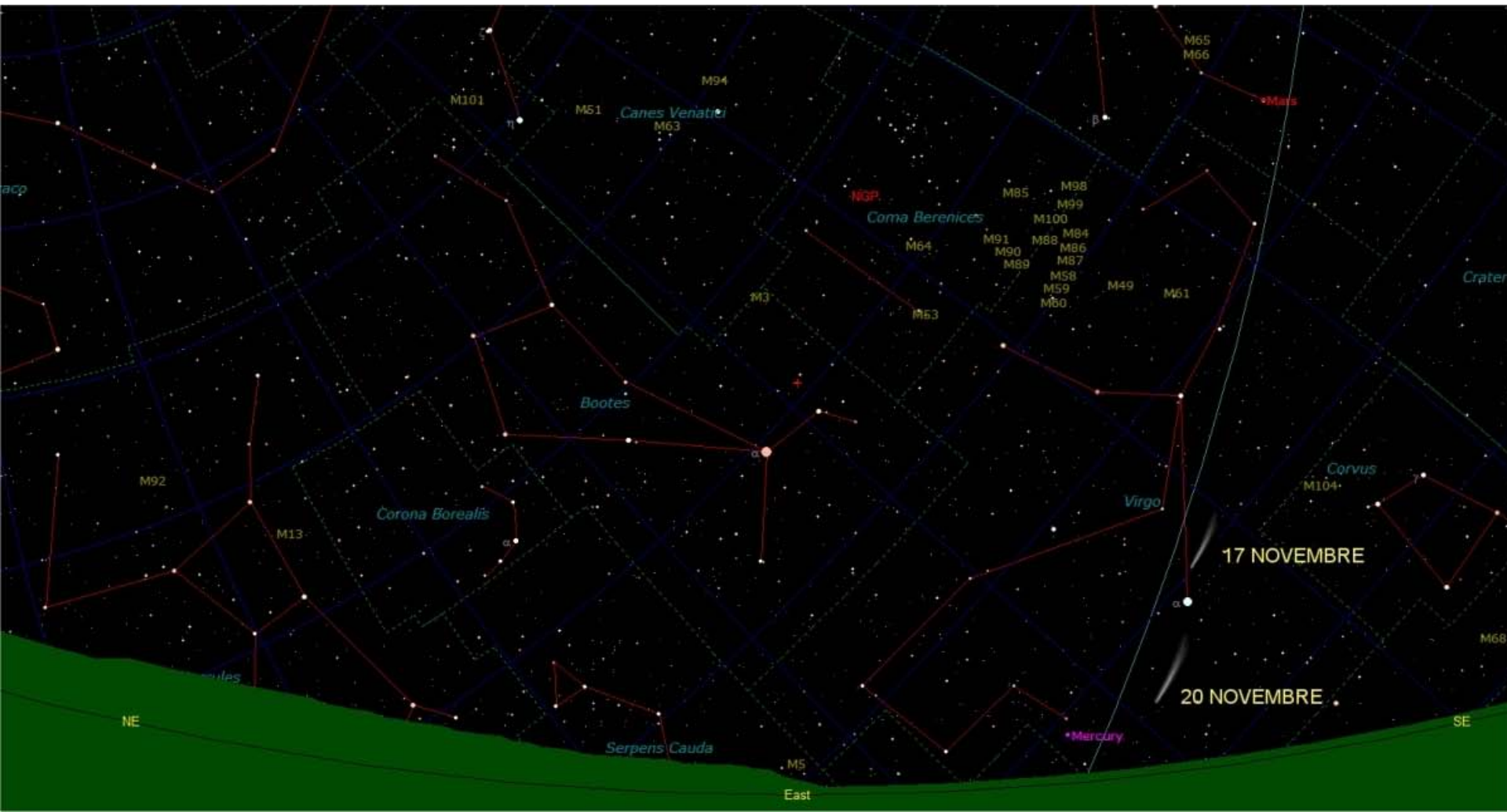
Late Oct 2013
visible to the
naked eye

1 Oct 2013
closest approach
to mars

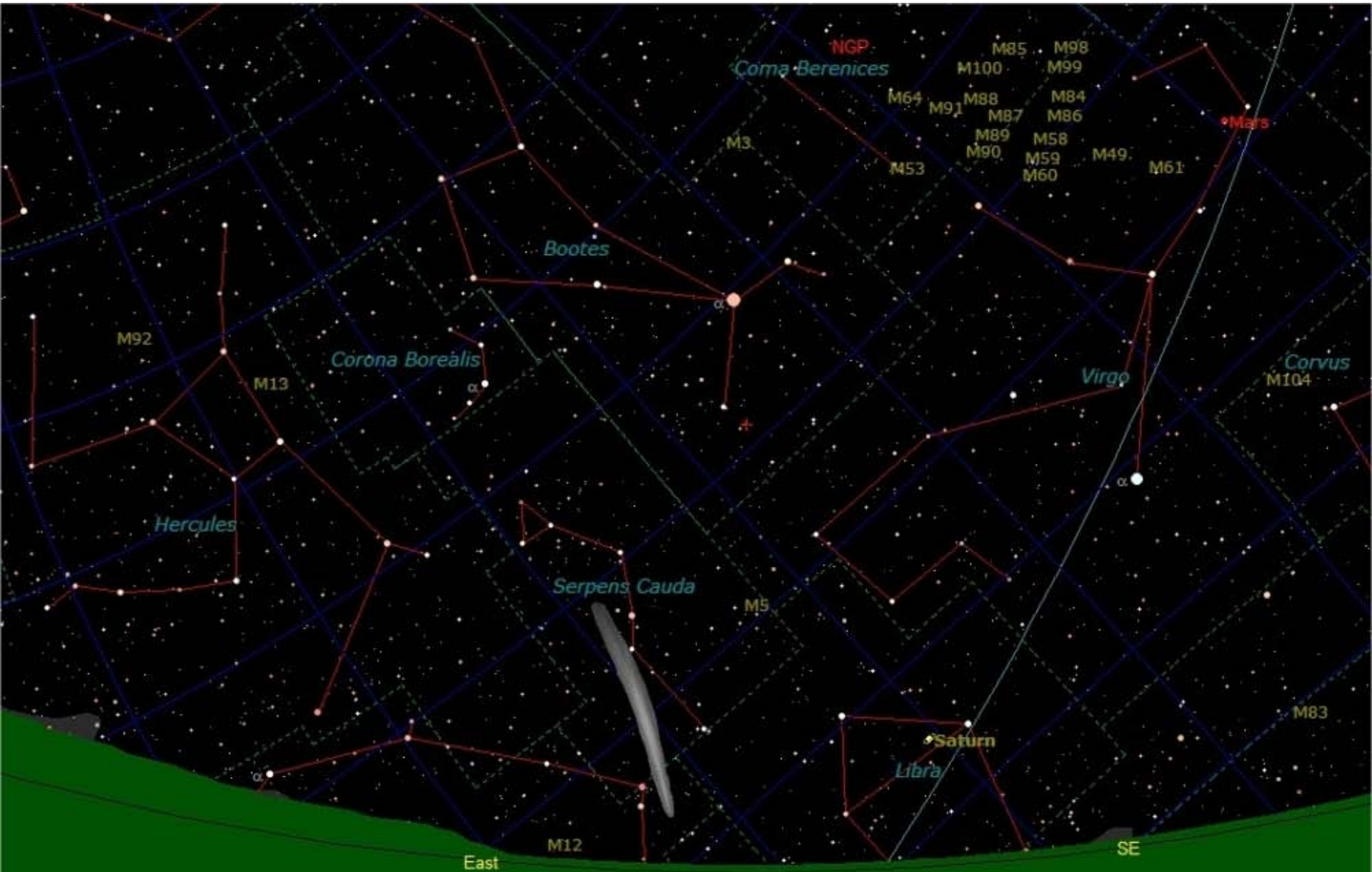
Aug 2013
visible in small
telescopes

Comete 2013 - C/2012 S1 ISON

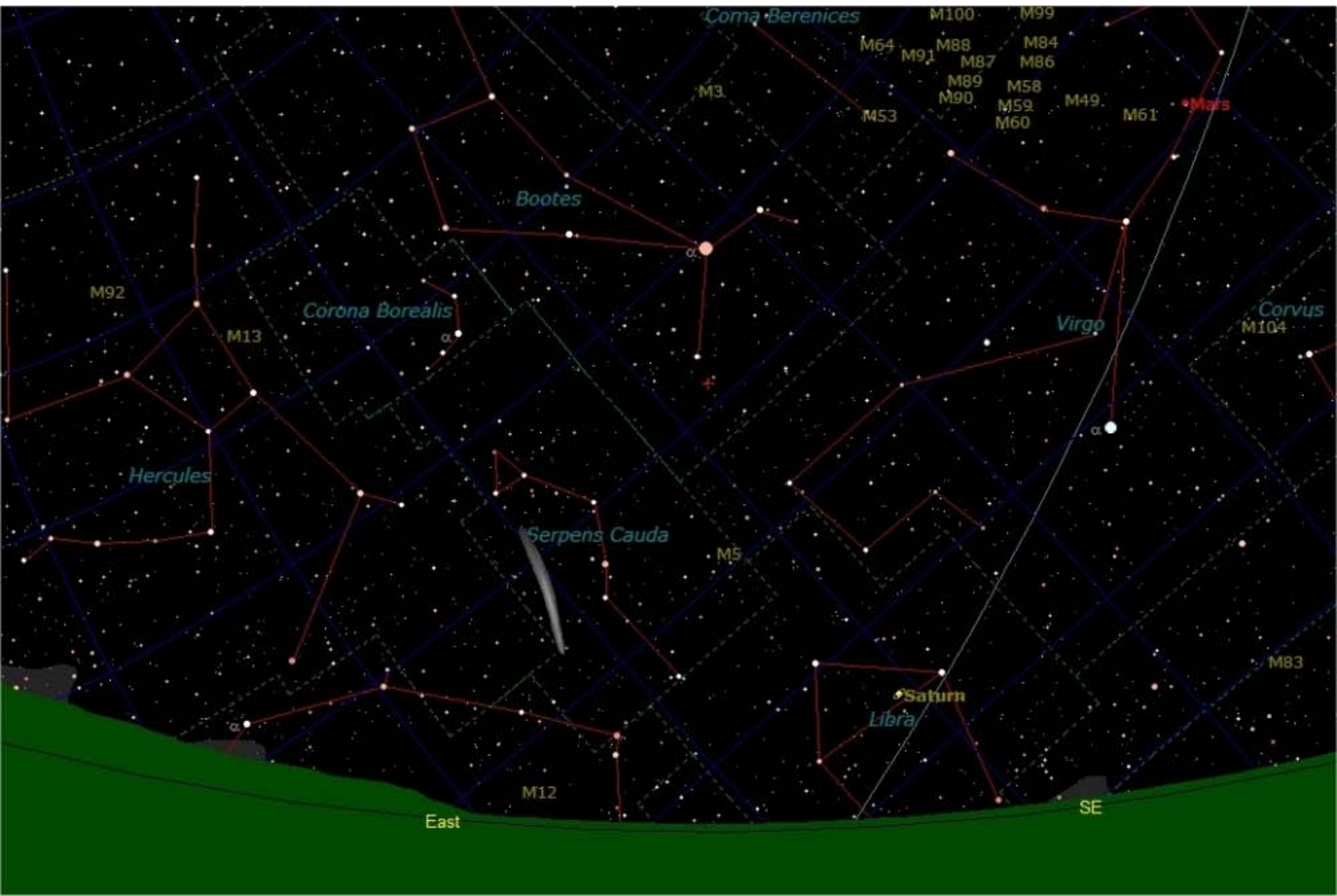




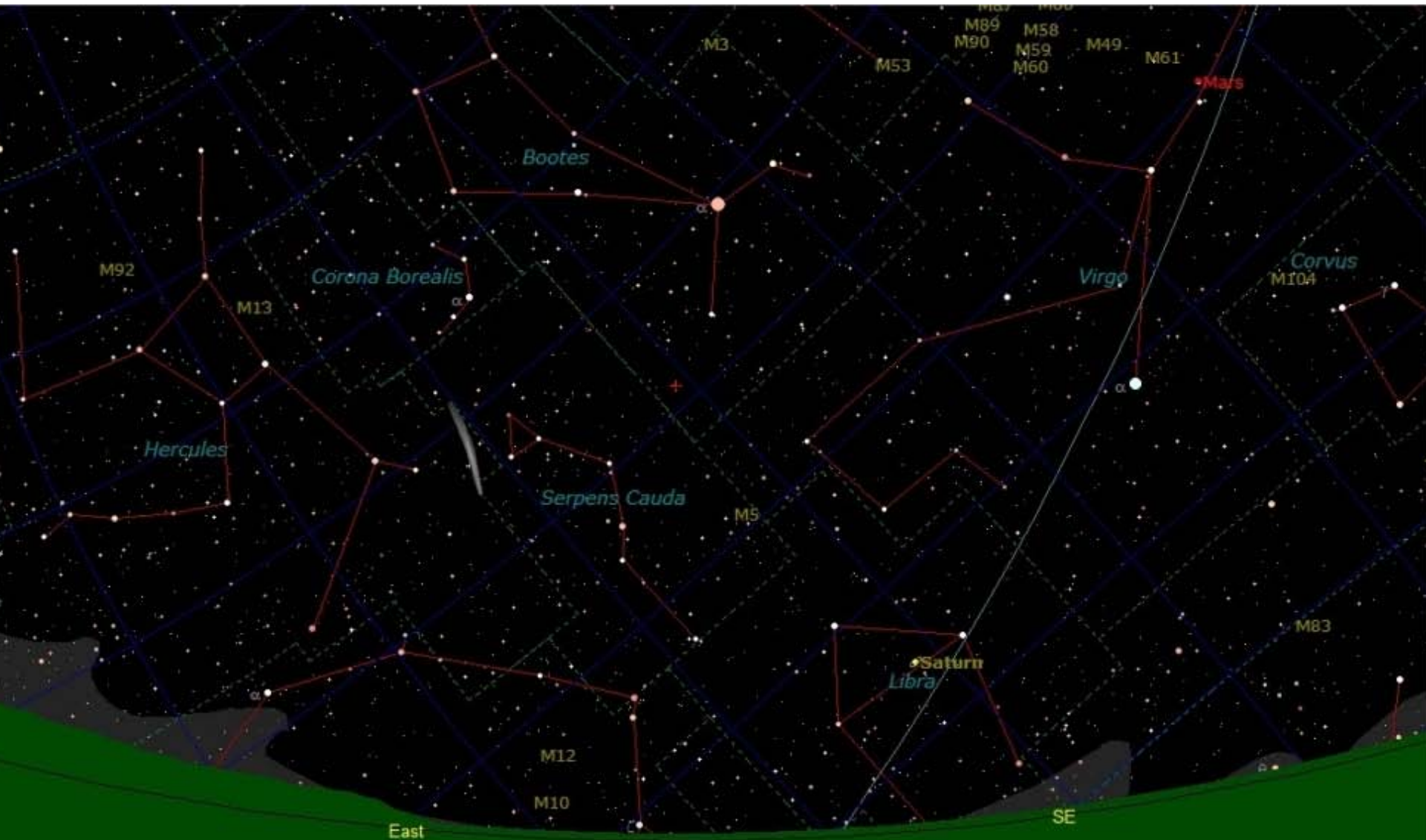
ISON - 5 Dicembre 2013



ISON - 10 Dicembre 2013



ISON - 15 Dicembre 2013



ISON - 20 Dicembre 2013





Jet Propulsion Laboratory
California Institute of Technology

ROSETTA
THE UNITED STATES CONTRIBUTION



Missione Rosetta



Missione Rosetta

La missione sarebbe dovuta partire il **12 gennaio 2003** per raggiungere la cometa **46P/Wirtanen** nel 2011.

Tuttavia i progetti furono modificati quando l'Ariane 5 fallì il lancio l'11 dicembre 2002. I nuovi progetti prevedono il lancio il **26 febbraio 2004** e il raggiungimento nel 2014 della cometa **67P/Churyumov-Gerasimenko**.

Dopo due lanci cancellati la missione *Rosetta* finalmente partì il **2 marzo 2004** alle 7:17 UTC.

Scopo della missione. La sonda deve entrare in un'orbita molto lenta intorno alla cometa e progressivamente deve rallentare la sua orbita fino ad arrestarla in modo da prepararsi alla discesa del lander. La superficie della cometa sarà mappata da VIRTIS, l'occhio principale della sonda, per individuare il luogo migliore per l'atterraggio del lander.

Il **lander** arriverà sulla cometa con una velocità di 1 m/s (3,6 km/h) e appena raggiunta la superficie due arpioni si ancoreranno alla superficie in modo da impedirgli di rimbalzare nello spazio.

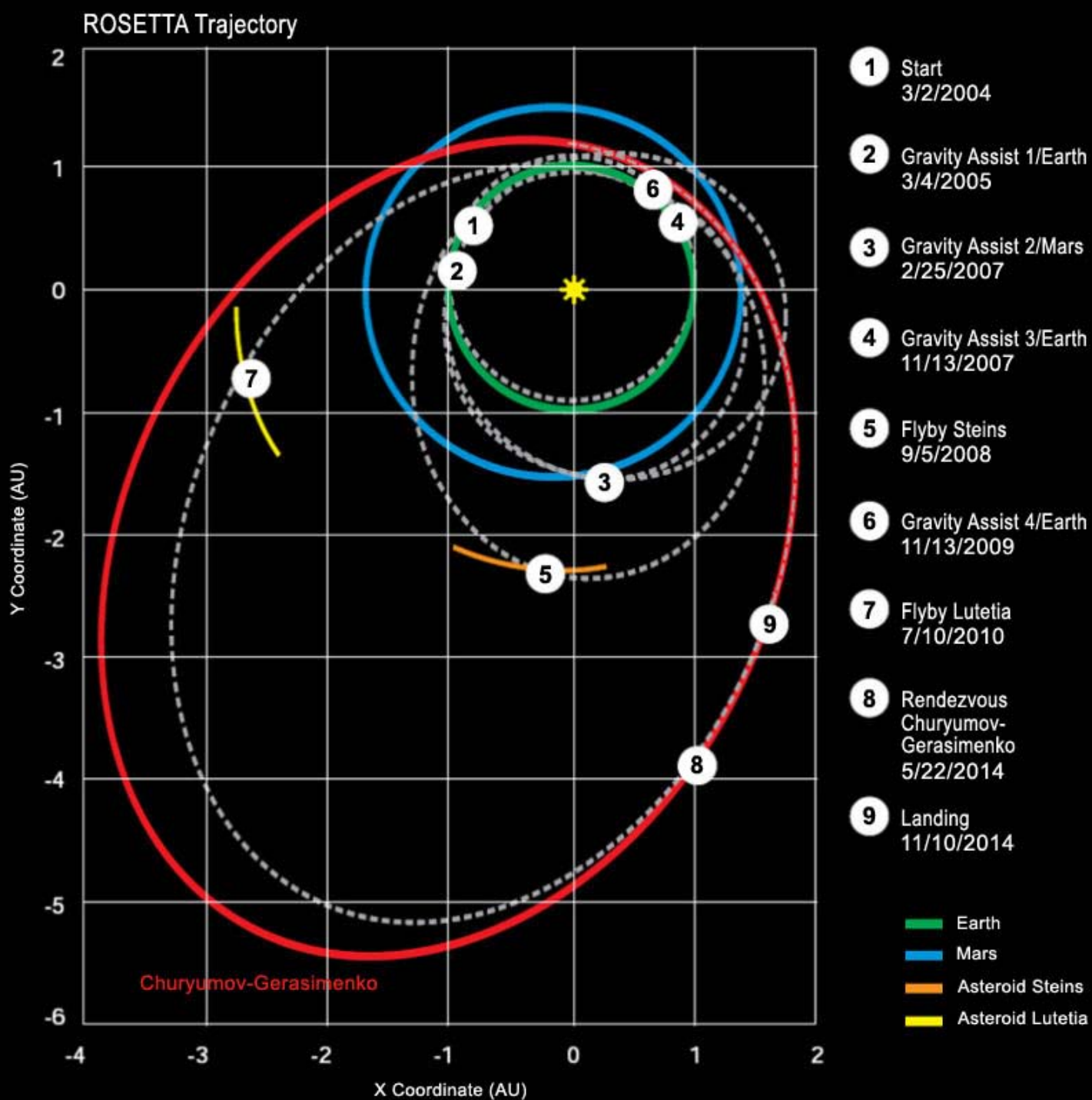
Alcune trivelle verranno utilizzate per assicurare il lander alla cometa. Dopo essersi attaccato alla cometa il lander potrà iniziare le analisi scientifiche per:

- **caratterizzazione del nucleo;**
- **determinazione delle componenti chimiche presenti;**
- **studio delle attività della cometa e dei suoi tempi di sviluppo.**



Missione Rosetta

- Il volo



Missione Rosetta - Tabella di marcia

- Primo sorvolo della Terra (marzo 2005)
- Sorvolo di Marte (febbraio 2007)
- Secondo sorvolo della Terra (novembre 2007)
- Sorvolo dell'asteroide 2867 Šteins (5 settembre 2008)
- Terzo sorvolo della Terra (novembre 2009)
- Sorvolo dell'asteroide 21 Lutetia (10 luglio 2010)
- Ibernazione nello spazio profondo (luglio 2011 - gennaio 2014)
- Avvicinamento alla cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko (gennaio-maggio 2014)
- Mappatura della cometa / caratterizzazione (agosto 2014)
- Atterraggio sulla cometa (novembre 2014)



Missione Rosetta - Scoperte ed eventi

2004

2 marzo - La missione ESA *Rosetta* è lanciata con successo alle 7:17 UTC.

Due ore dopo alle 9:14 UTC gli stadi successivi forniscono l'energia necessaria per vincere la forza di gravità e per uscire dall'orbita terrestre e per entrare in un'orbita eliocentrica.

La sonda *Rosetta* viene liberata 18 minuti dopo.

Il centro di controllo missione ESA stabilisce il contatto con la sonda.

10 maggio - La prima e più importante manovra nello spazio profondo ha successo immettendo la sonda nell'orbita corretta. Le analisi hanno riportato una deviazione dall'orbita calcolata di 0,05%.

2005

20 gennaio - OSIRIS, lo strumento di raccolta immagini a bordo della sonda, viene testato nell'osservazione della cometa C/2004 Q2 (Machholz), distante 0,443 UA, dimostrando ottime prestazioni.

4 marzo - *Rosetta* esegue il primo flyby con la Terra. Il campo magnetico della Terra e della Luna viene utilizzato per testare e calibrare gli strumenti a bordo della sonda. La minima distanza dalla Terra è di 1 954,7 km alle 22:09 UTC e un'immagine della sonda può essere vista dagli astronomi dilettanti.



Missione Rosetta - Scoperte ed eventi

2005

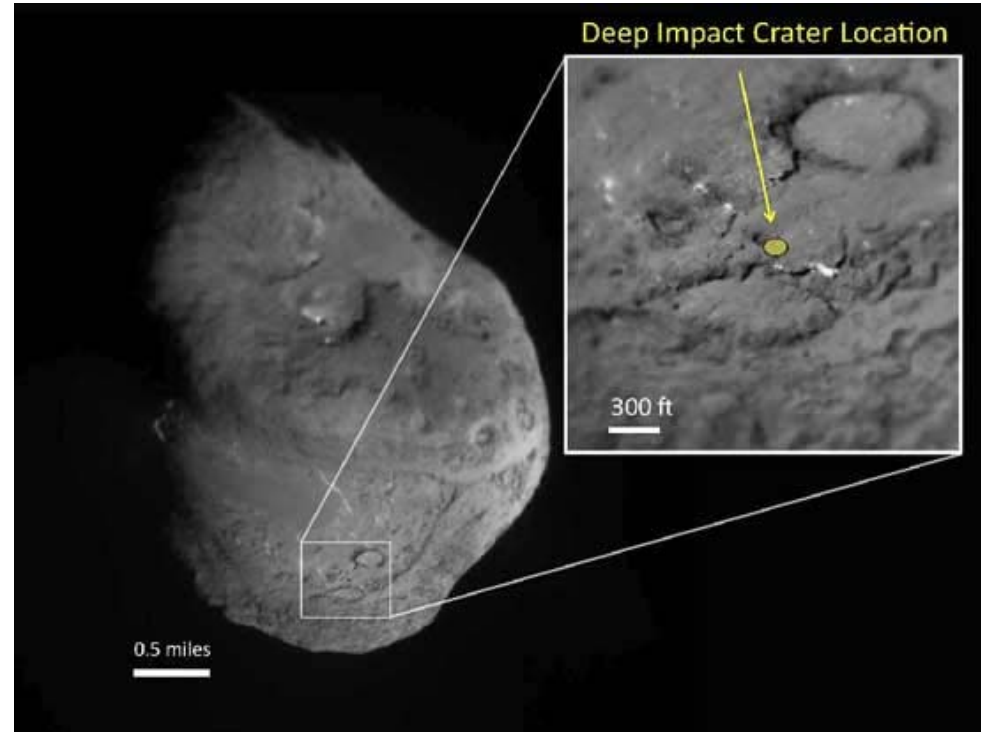
4 giugno - Gli strumenti d'immagine a bordo della sonda osservano la collisione tra la Cometa Tempel 1 e lo strumento d'impatto della sonda Deep Impact.

2007

15 febbraio - Rosetta è in perfetto *allineamento* per il passaggio ravvicinato su Marte.

25 febbraio - Rosetta ha effettuato *un* passaggio ravvicinato di Marte, ad una distanza minima di circa 250 km. Il passaggio è servito alla sonda per modificare la sua direzione e la sua velocità sfruttando il cosiddetto effetto *f* onda planetario.

13 novembre - Rosetta porta a termine *con* successo il secondo *f*y-by della Terra, raggiungendo alle ore 21:57 CET il punto di massimo avvicinamento al nostro pianeta, corrispondente ad una distanza minima di 5 295 km.



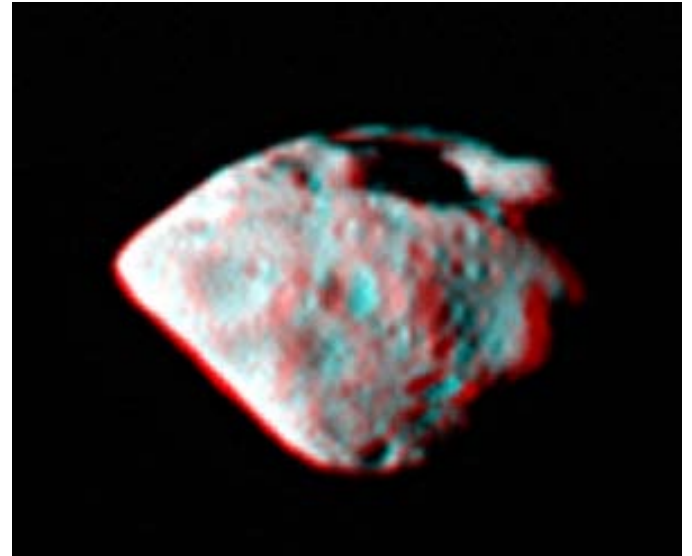
Missione Rosetta - Scoperte ed eventi

2008

5 settembre - Rosetta sorvola l'asteroide 2867 Š ~~tas~~.
Le foto scattate hanno mostrato un oggetto a forma di diamante. L'asteroide ha piccoli crateri, due più grandi, uno dei quali è di 2 chilometri di diametro: ciò indicherebbe un'età molto avanzata dell'oggetto celeste.

2009

13 novembre - Terza manovra di f onda gravitazionale con la Terra. Rosetta nel punto di massimo avvicinamento ha raggiunto una distanza di 2 481 km. La spinta ricevuta nel corso della manovra ha immesso la sonda sull'orbita che la porterà a raggiungere il suo obiettivo nel 2014. Il sorvolo del nostro pianeta è stato sfruttato per eseguire delle rilevazioni scientifiche, tra le quali il tentativo di rilevare la presenza di acqua sulla Luna.



Missione Rosetta - Scoperte ed eventi

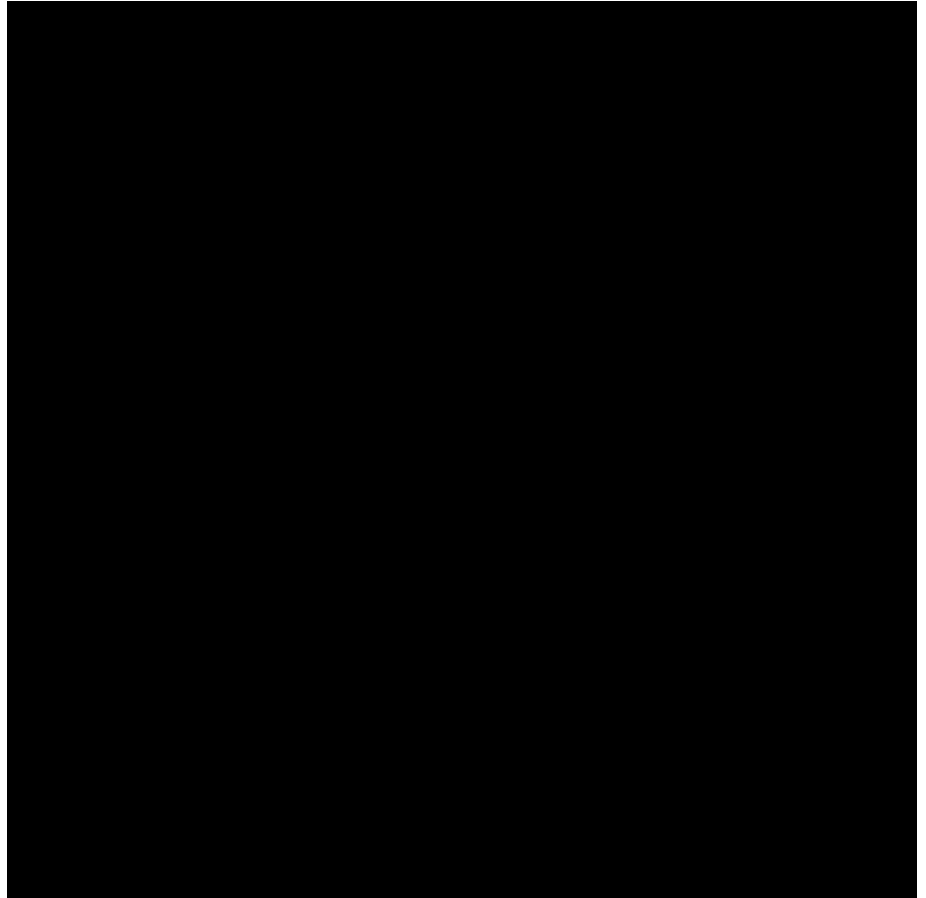
2010

10 luglio - Rosetta sorvola l'asteroide 21 Lutetia, il più grande asteroide osservato da vicino.

Gli strumenti a bordo mostrano un oggetto dalla forma irregolare, la cui superficie è interessata da numerose formazioni crateriche.

Nel punto di massimo avvicinamento, la sonda è transitata a 3 162 km dall'asteroide.

Le rilevazioni scientifiche hanno anticipato e proseguiranno anche dopo l'incontro vero e proprio, durato circa un minuto.



Missione Rosetta - Aspettando il 2014

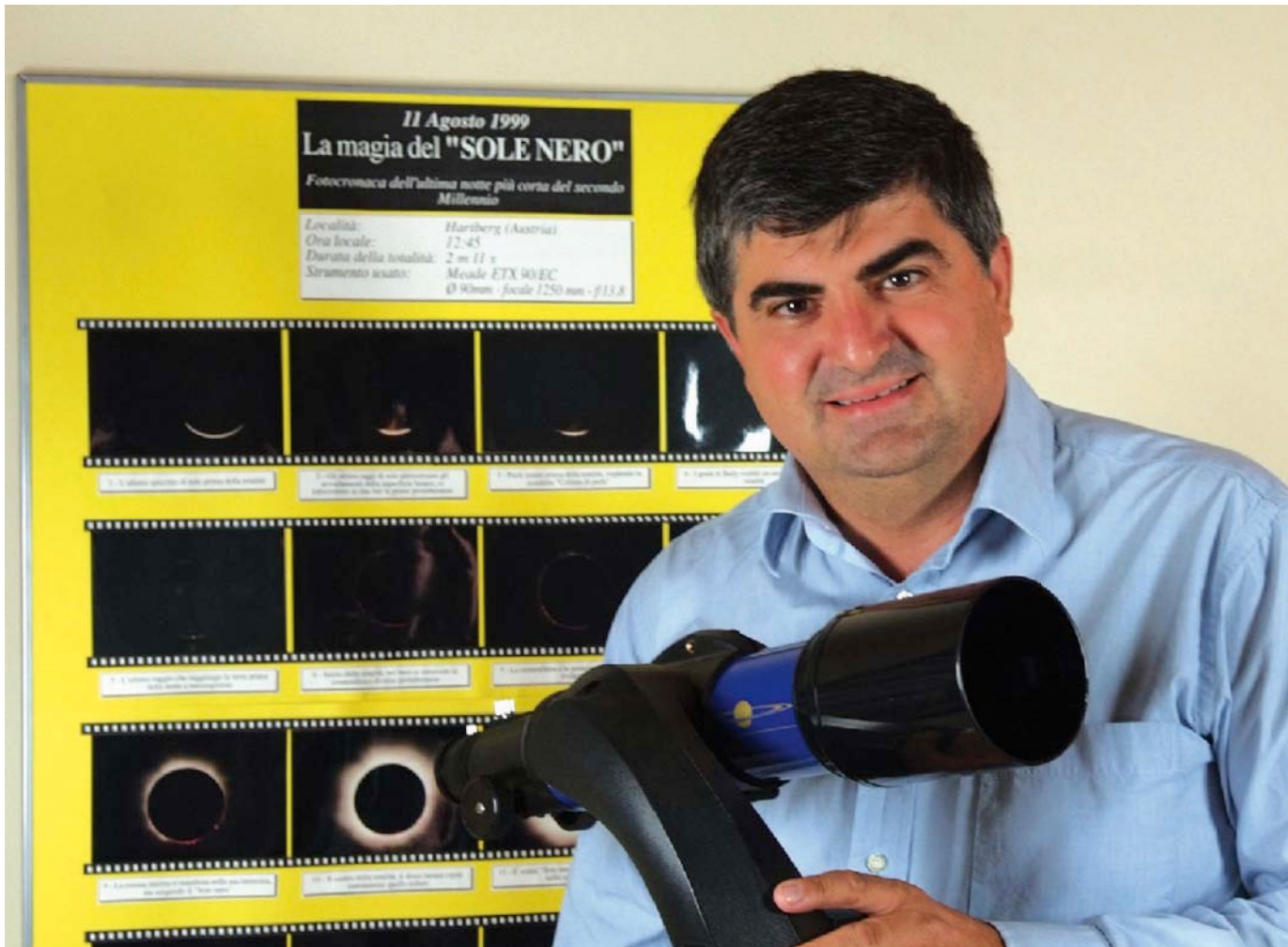


YOUR MOTHER IS A STAR.

See why we're all made from stardust.

sydneyobservatory.com

sydney
observatory
160 of 160



Cieli Sereni