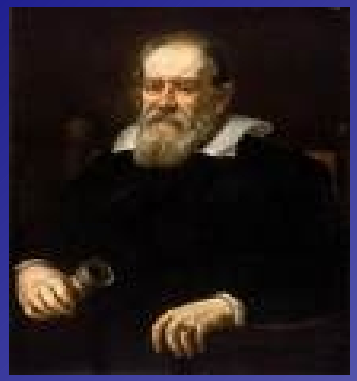
Associazione Astrofili Alta Valdera

- **GLI ASTEROIDI**

- **Tecniche di ripresa**
- **e di misura per gli asteroidi**

- **Centro Astronomico di Libbiano (PI) - Giovedi 07 Dicembre 2006 -** ***relatore: Paolo Bacci***



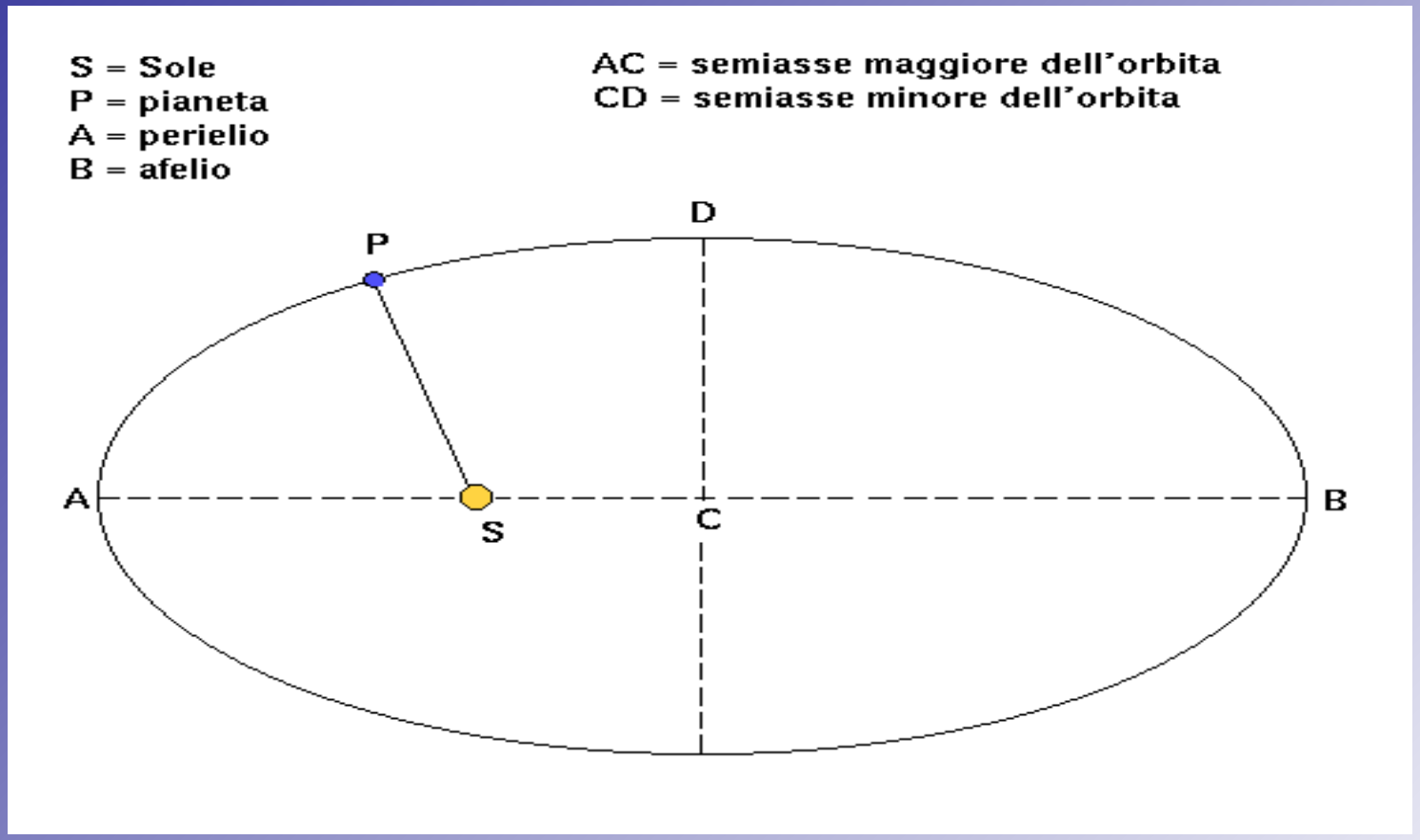
07 gennaio 1610

mi si presentò Giove; ...vidi ..che intorno gli stavano tre stelle piccole ma luminosissime; e quantunque le credessi del numero delle fisse, mi destarono una certa meraviglia, perché apparivano disposte esattamente secondo una linea retta e parallela all'eclittica, e più splendenti delle altre di grandezza uguale alla loro. (tratto da Siderus Nuncius marzo 1610)

Keplero (1609)

Le 3 leggi fondamentali della meccanica celeste

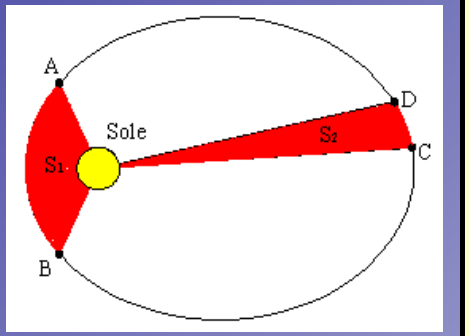
1° - *Le orbite dei pianeti sono ellissi di cui il Sole occupa uno dei due fuochi*

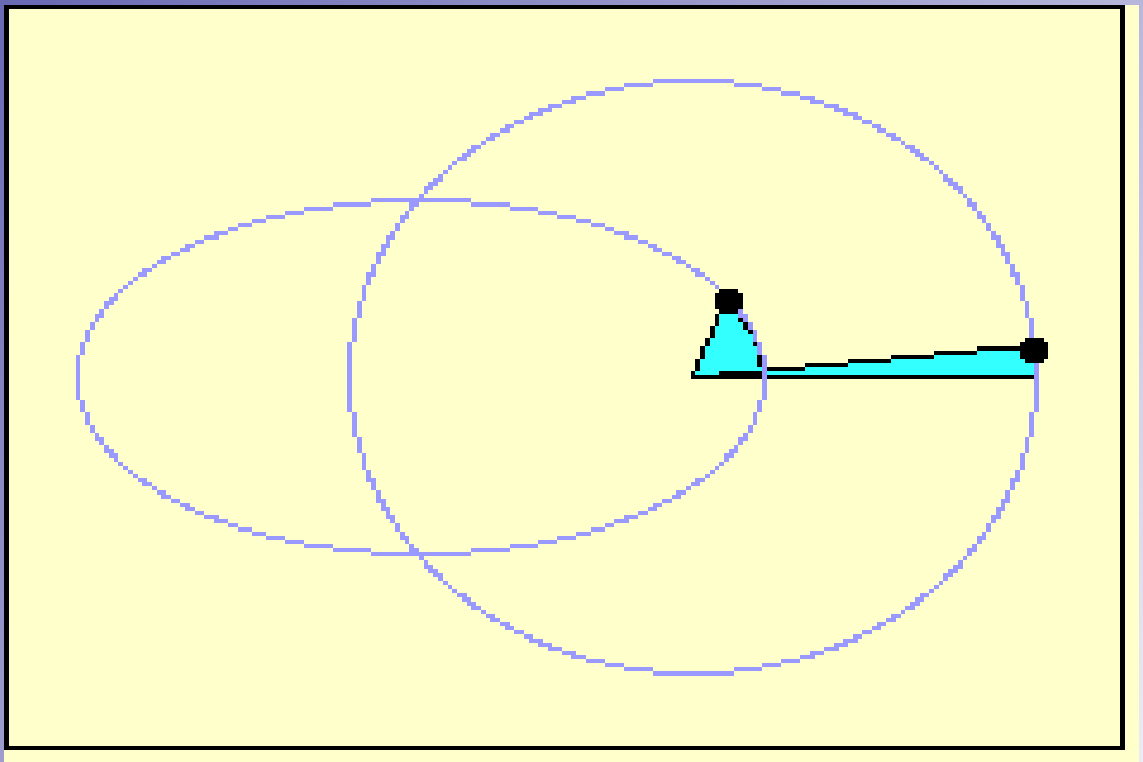


Keplero (1609)

Le 3 leggi fondamentali della meccanica celeste

2° la velocità orbitale di ciascun pianeta varia in modo tale che una retta congiungente *il Sole e il pianeta percorre , in eguali intervalli di tempo , eguali porzioni di superficie dell' ellisse*



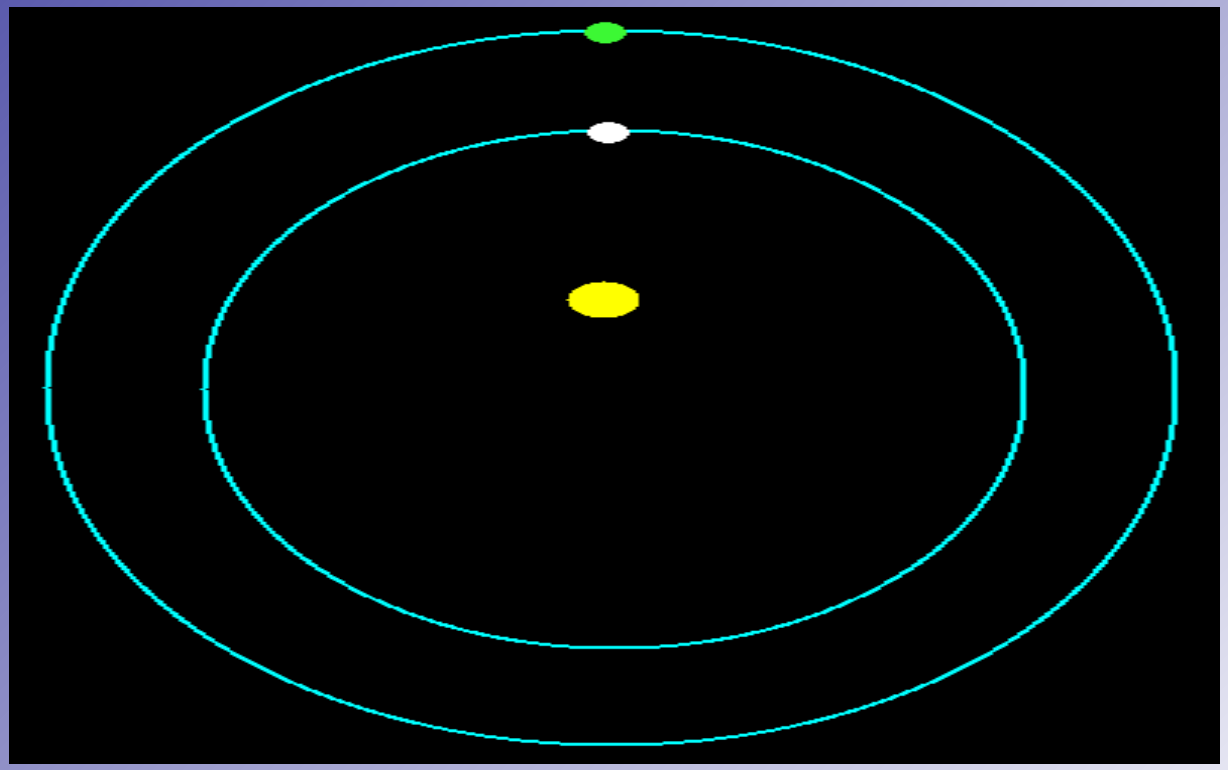


Keplero (1619)

Le 3 leggi fondamentali della meccanica celeste

3° Considerati due pianeti a e b qualsiasi, il rapporto tra i quadrati dei loro periodi orbitali e' uguale al rapporto tra i cubi dei semiassi maggiori delle rispettive orbite.

$$\left(\frac{Ta}{Tb}\right)^2 = \left(\frac{Ra}{Rb}\right)^3$$



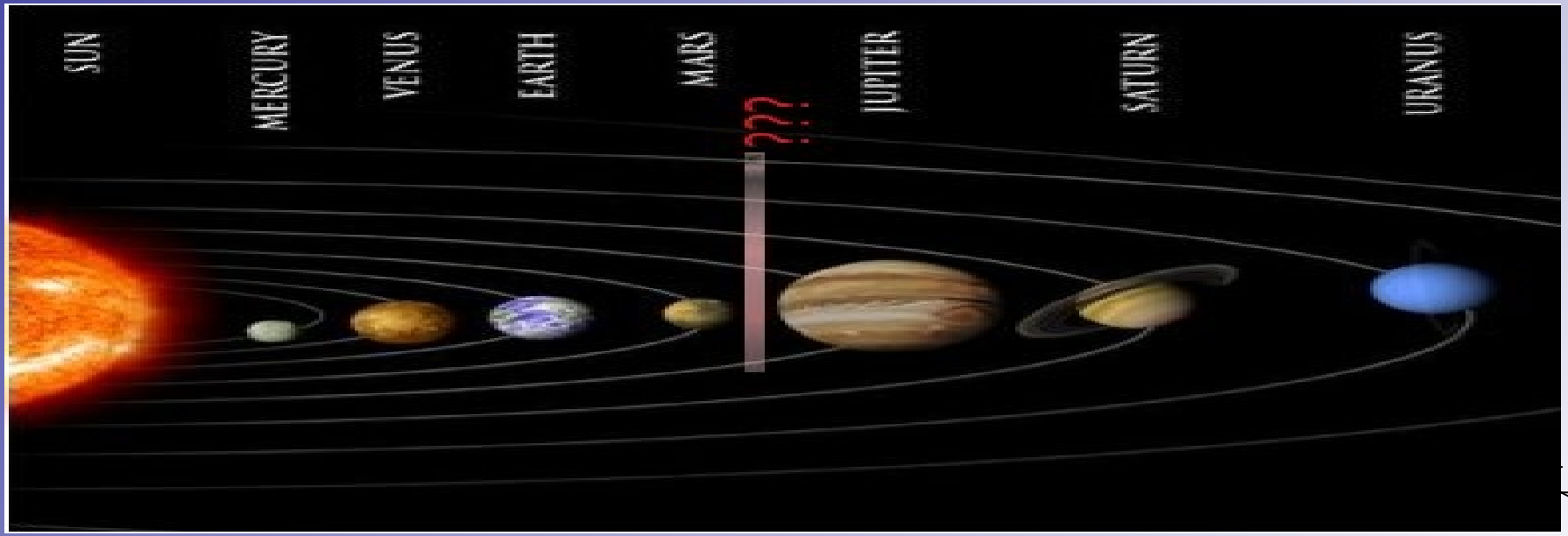
La legge di Titius-Bode

legge empirica prende il nome dai due astronomi che per primi ne evidenziarono l'esistenza, nel 18° secolo, basandosi sui dati disponibili riguardo alle **distanze dei pianeti** allora conosciuti. Essa può essere espressa nel modo seguente: si consideri la successione di numeri che si ottiene dalla seguente formula generale:

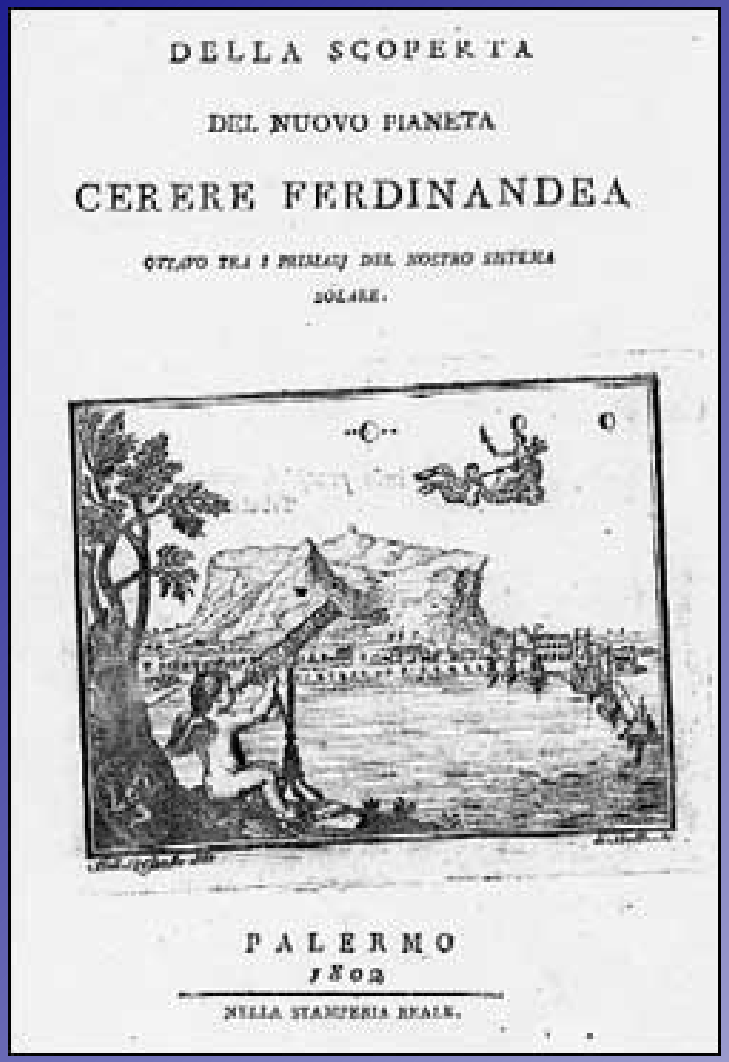
$$dn = 0,4 + 0,3 * 2n$$

dove a **n** vengono sostituiti, progressivamente, i valori: -infinito, 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6. I valori che si ottengono in questo modo per **dn** risultano essere, rispettivamente: 0,4; 0,7; 1; 1,6; **2,8**; 5,2; 10; 19,6; ... I valori dei semiassi maggiori dei pianeti fino a Urano, in **Unità Astronomiche** (*circa 150 milioni di chilometri*) sono i seguenti:

Mercurio: 0,39 - Venere: 0,72 - Terra: 1,00 - Marte: 1,52 - ???: 2,8 - Giove: 5,20 - Saturno: 9,54 - Urano:19,2



Giuseppe Piazzi – Palermo 1 gennaio 1801



DELLA SCOPERTA

DEL NUOVO PIANETA

CERERE FERDINANDEA

OTTAVO TRA I PRIMARJ DEL NOSTRO SISTEMA SOLARE.

PALERMO

1802

NELLA STAMPERIA REALE.

Associazione Astrofili Alta Valdera

Carlo Federico Gauss

Calcolo' l'orbita di Cerere (Ceres)

Semiasse magg.re 2.77
eccentricità 0,08
inclinazione 11°

28 Marzo 1802 Olbes astrofilo di Brema mentre osservava Ceres scopri l'asteroide PALLAS

Ipotizzò che tali asteroidi potessero far parte dei detriti di un pianeta esploso.

HERSCHEL denomino i *pianetini* ASTEROIDI che significa "a forma di stella"

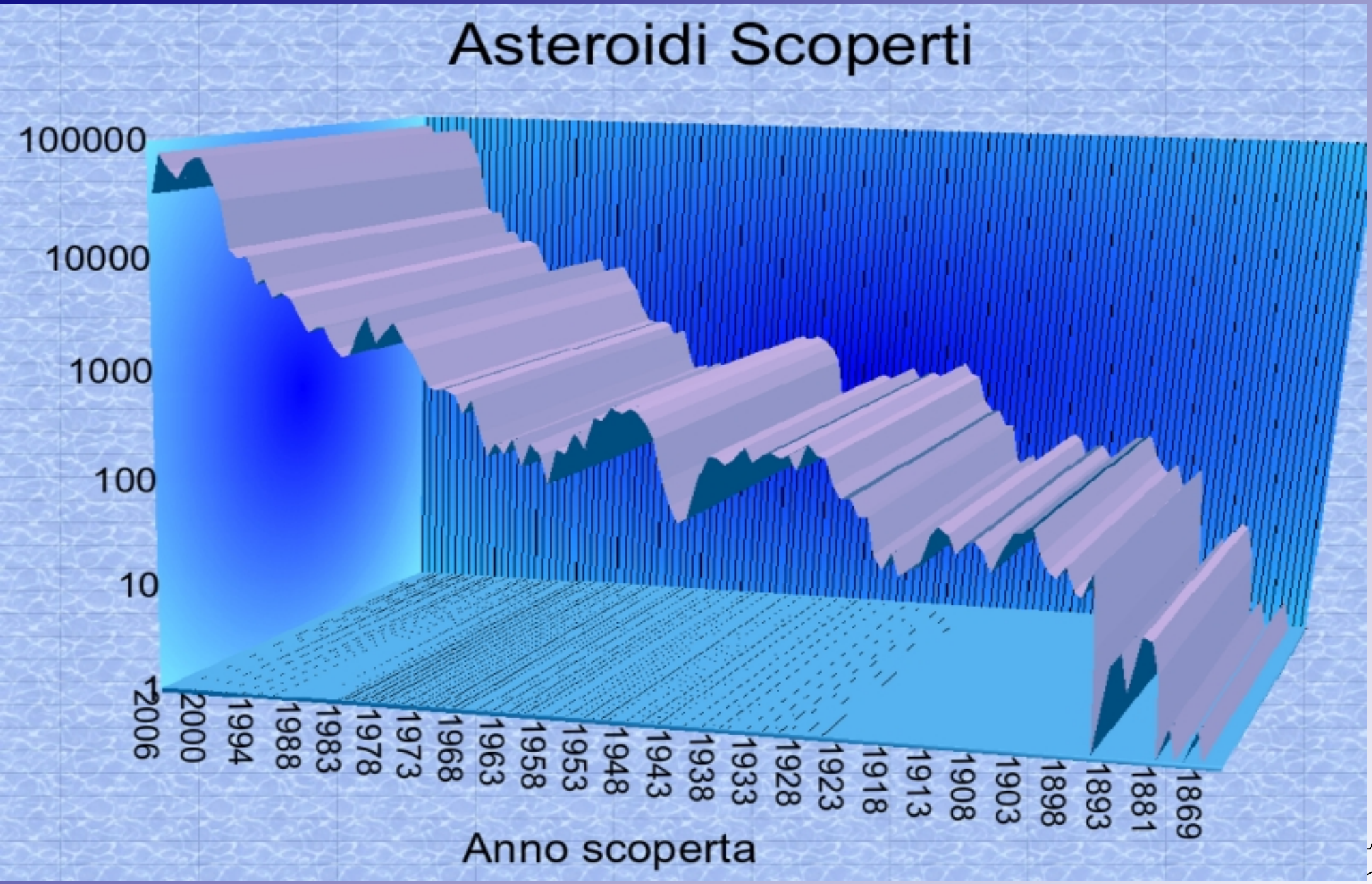
Inizia la caccia agli asteroidi

Associazione Astrofili Alta Valdera

La Rivoluzione Fotografica

1 Ceres —	1 gennaio, 1801	Palermo, Italia	G. Piazzi
2 Pallas —	28 marzo, 1802	Brema, Germania	H. W. Olbers
3 Juno —	1 settembre, 1804	Lilienthal, Germania	K. Harding
4 Vesta —	29 marzo, 1807	Brema, Germania	H. W. Olbers
5 Astraea —	8 dicembre, 1845	Drezdenko (Driesen), Polonia	K. L. Hencke
6 Hebe —	1 luglio, 1847	Drezdenko (Driesen), Polonia	K. L Hencke
7 Iris —	13 agosto, 1847	Londra, Gran Bretagna	J.
8 Flora —	18 ottobre, 1847	Londra, Gran Bretagna	J.
9 Metis —	25 aprile, 1848	Markree, Irlanda	A. Graham
10 Hygiea —	12 aprile, 1849	Napoli, Italia	A. Gasparis
50 Virginia —	4 ottobre, 1857	Washington, USA	J. Ferguson
75 Eurydike—	22 settembre, 1862	Clinton, USA	C. H. F.
100 Hekate —	11 luglio, 1868	Ann Arbor, USA	J. C. Watson
323 Brucia —	22 dicembre, 1891	M. F. Wolf	

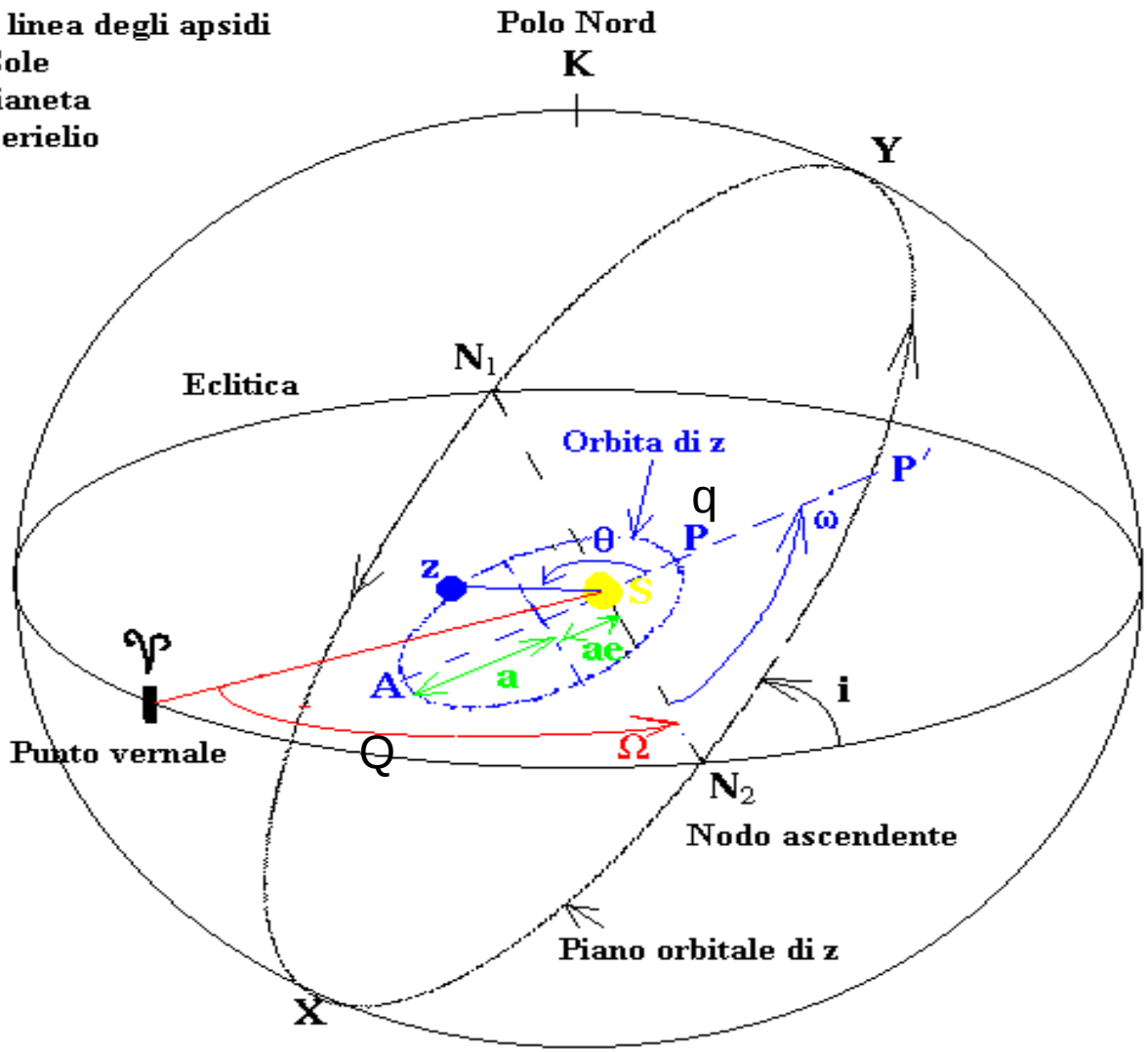
Associazione Astrofili Alta Valdera



Associazione Astrofili Alta Valdera

Elementi orbitali

AP = linea degli apsidi
S = Sole
z = pianeta
P = perielio



Elementi orbitali riferiti al piano dell'eclittica

Geometrici:
Longitudine del nodo ascendente Ω
Inclinazione i
Longitudine del perielio $\varpi = \Omega + \omega$

Fisici:
Semiasse maggiore a
Eccentricità $e=(ae)/a$

Tempo:
Epoca del perielio τ
Epoca dell'osservazione t

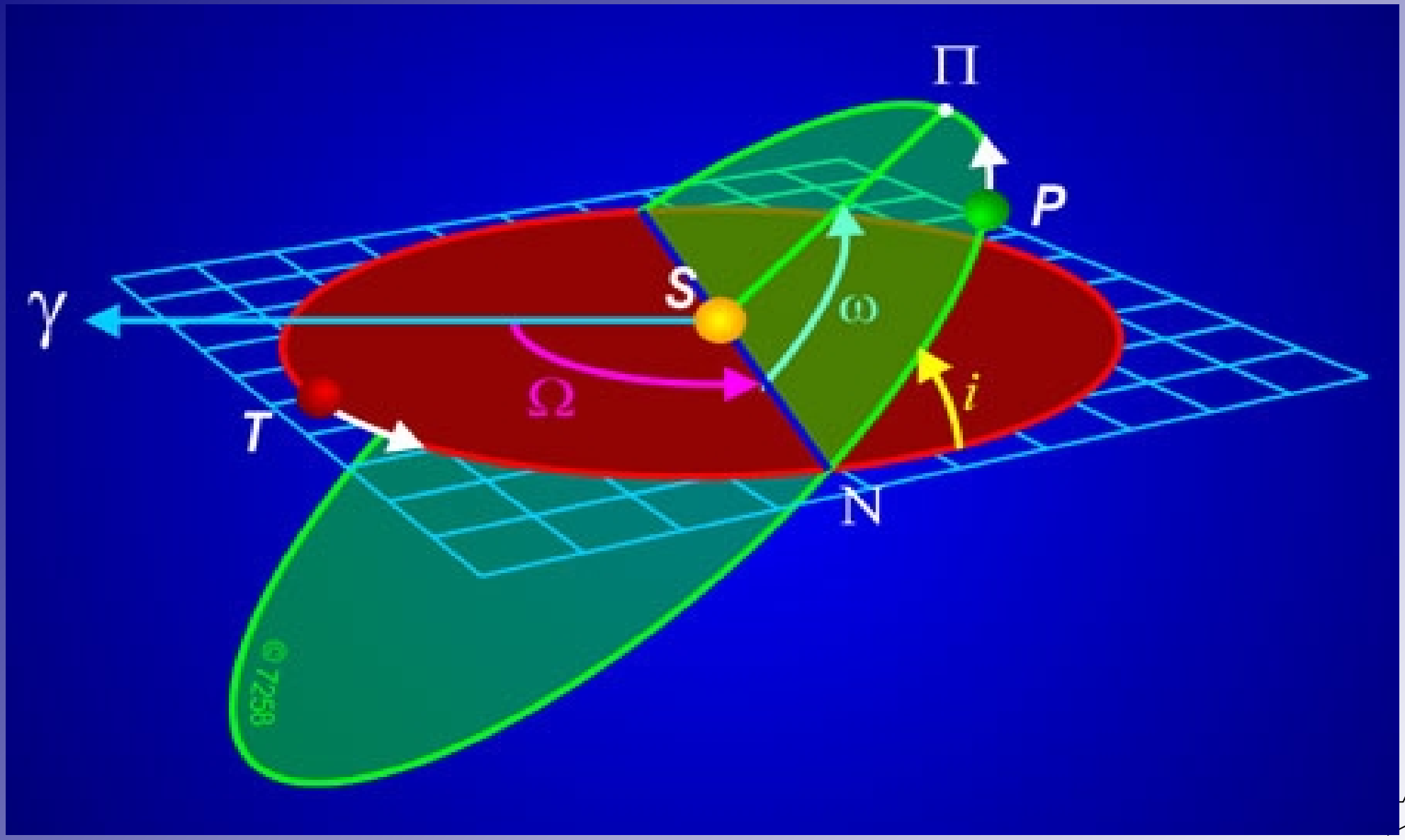
q = Perielo
Q = Afelio

eccentricità

$$e=\frac{\sqrt{a^2*b^2}}{a}$$

Associazione Astrofili Alta Valdera

Elementi orbitali



Elementi orbitali

Per definire correttamente la forma le dimensione e l'orientamento di un ellisse abbiamo la necessita di conoscere:

Semiasse maggiore (a)
Eccentricità (e)
Inclinazione rispetto all'orbita terrestre (i)
Longitudine del nodo ascendente (Ω)
Argomento del perielio (ω)

Data di riferimento o Epoca (Ep)
Anomalia Media (M)

derivati:
Semiasse focale (c)
Semiasse Minore (b)
Longitudine del Perielo (ώ)
Distanza del Perielio (q) e Alfelio (P)
Moto medio (n)
Longitudine media (L)

$$c = e * a$$
$$Q = a * (1 + e)$$
$$q = a * (1 - e)$$
$$b = a * \sqrt{1 - e^2}$$
$$P_{anni} = \sqrt{a^3}$$
$$P_{giorni} = 365{,}256 * \sqrt{a^3}$$
$$n = 360 / P_{giorni}$$
$$e = \frac{\sqrt{a^2 * b^2}}{a}$$

Associazione Astrofili Alta Valdera

Elementi orbitali

(1) Ceres

Epoch 2006 Mar. 6.0 TT = JDT 2453800.5 Bowell

M	129.98342	(2000.0)	P	Q	
n	0.21432279	Peri.	73.23162	-0.87996128	-0.43914664
a	2.7653949	Node	80.40970	+0.33488614	-0.84392857
e	0.0800102	Incl.	10.58687	+0.33692643	-0.30811490
P	4.60	H	3.34	G	0.12

From 4676 observations at 62 oppositions, 1839-1994, mean residual 0".54.

Date	UT h m s	R.A. (J2000)	Decl.	Delta	r	El.	Ph.	V	Sky Motion "/min	P.A.	Object Azi.	Object Alt.	Sun Alt.	Moon Phase	Moon Dist.	Moon Alt.
2006 12 07	210000	21 56 32.9	-22 53 39	3.207	2.984	68.2	17.8	9.2	0.71	062.3	062	-04	-56	0.90	148	+30
2006 12 07	220000	21 56 35.6	-22 53 19	3.207	2.984	68.1	17.8	9.2	0.71	062.4	072	-14	-65	0.90	149	+41
2006 12 07	230000	21 56 38.3	-22 52 59	3.208	2.984	68.1	17.8	9.2	0.71	062.5	081	-25	-69	0.90	149	+51

Fattori che interagiscono sulle orbite

Noti gli elementi orbitali e' abbastanza facile determinare l'orbita di un asteroide.
Con l'evoluzione dei moderni elaboratori i difficoltosi calcoli vengo effettuati in pochi decimi di secondo.
Essendo gli asteroidi di dimensioni relativamente piccole, sono soggetti alle forze gravitazioni perturbatrici dei pianeti, in particolare modo dei pianeti giganti Giove e Saturno.

La legge di attrazione gravitazione Universale di Newton:

$$F = -G \cdot \left(\frac{m_1 \cdot m_2}{d^2} \right)$$

L'influenza gravitazionale di un pianeta è ricavabile dalla formula

$$\rho = r \cdot \mathrm{m}^{\frac{2}{5}}$$

Dove **r** distanza media Pianeta-Sole e **m** la sua massa espressa in masse solari.

Alcuni esempi di raggio di attività:

Giove	~0,322	UA	48,2 ml km
Terra	~0,0006 UA	927000 km	
Nettuno	~0,581	UA	86.9 ml Km

Fattori che interagiscono sulle orbite

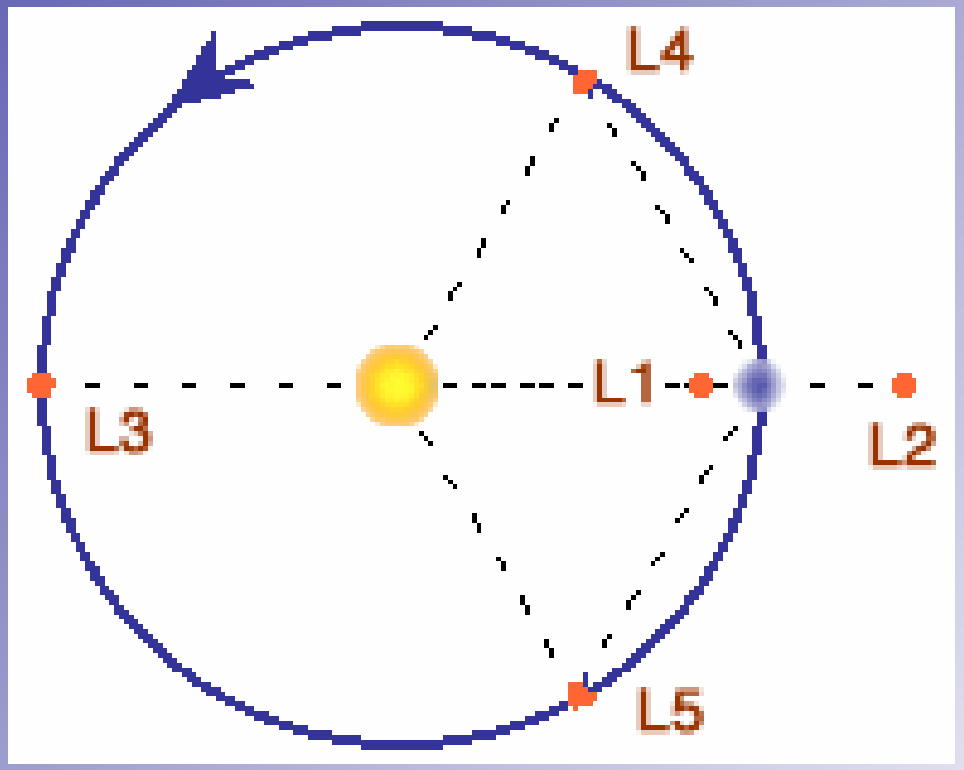
IL PROBLEMA dei TRE CORPI

Non esiste una formula matematica che riesca a risolvere il problema dei tre corpi.
In questo caso si parla di "sistema non integrabile".

Nel 1772 LAGRANGE dimostro che tre corpi di massa arbitraria possono muoversi mantenendo nel tempo la propria posizione.
Le geometrie possibile sono:

A) i tre corpi sono disposti in linea retta (detti punti L1, L2, L3)

B) I tre corpi sono posizionati ai vertici di un triangolo equilatero (L4, L5).



Fattori che interagiscono sulle orbite

Le RISONANZE

Si ha una risonanza quando esiste una relazione numerica semplice tra il periodo di rivoluzione dei corpi.

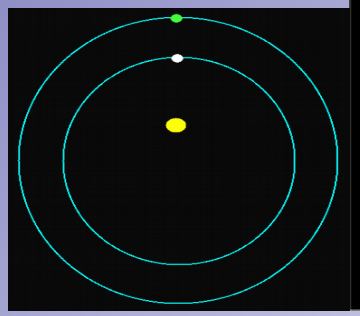
1) Risonanza Spin-orbita (periodo di rotazione intorno al proprio asse Es: Terra Luna 1:1

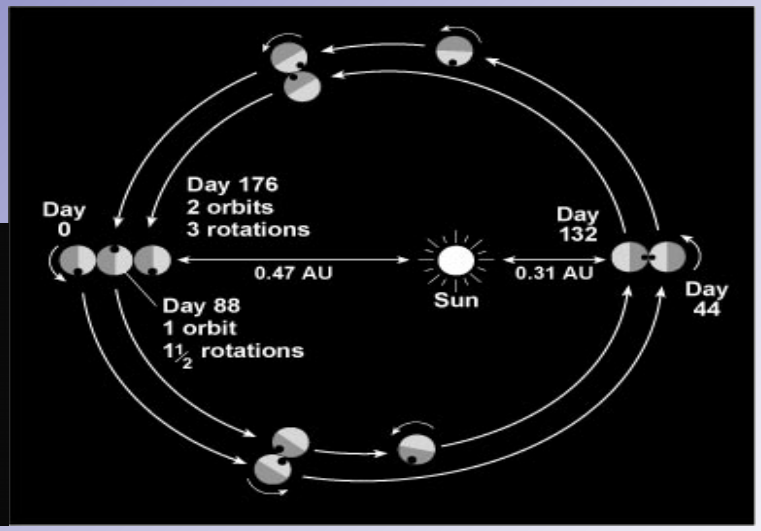
2) Risonanza a moto medio: il rapporto dei periodi di rivoluzione è un numero intero – risonanza orbitale – Nella immagine a Dx in basso esempio di risonanza 1:2

$$q * T_1 = p * T_2 \quad ossia \quad \frac{T_1}{T_2} = \frac{p}{q}$$

T Periodo di rivoluzione
q = rivoluzioni
p = numero rivoluzioni

3) Risonanze Secolare:
quando la Longitudine del perielo ϖ o Longitudine del nodo ascendente Ω sono prossimi a quello di un pianeta





Fattori che interagiscono sulle orbite

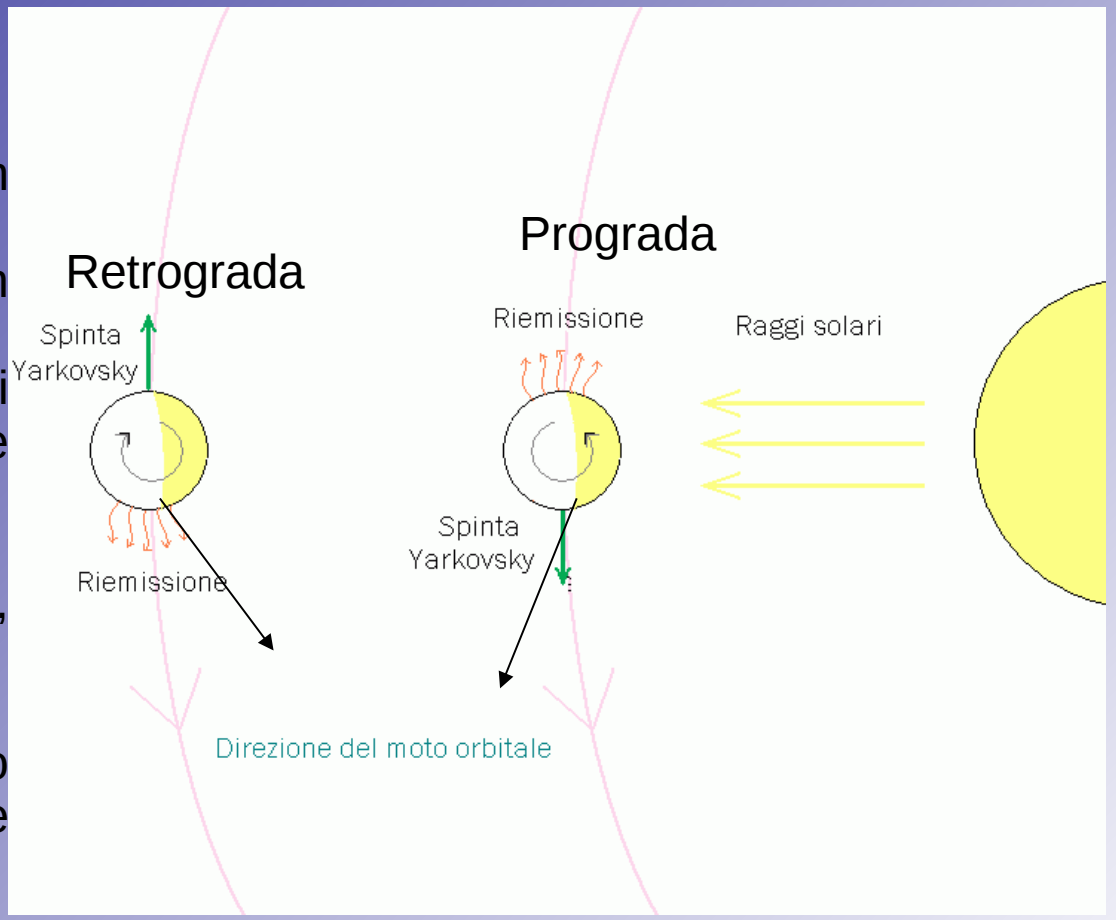
Effetto YARKOVSKY

Forza NON conservativa.

L'esposizione alla radiazione solare di un oggetto provoca un emissione di radiazioni sotto forma di CALORE, causando un asimmetria nella distribuzione superficiale della temperatura che provoca effetti diversi a seconda del senso di rotazione dell'oggetto.

Rotazione PROGRADA accelera il corpo, immettendolo in un orbita più ampia.

Rotazione RETROGRADA rallenta il corpo diminuendo la lunghezza del semiasse maggiore



RICAPITOLIAMO

Noti gli elementi orbitali di un asteroide si può conoscere la sua orbita futura e passata per tempi relativamente brevi.

Infatti, come abbiamo visto fattori gravitazionali influenzano in modo determinate l'orbita originale dell'oggetto.

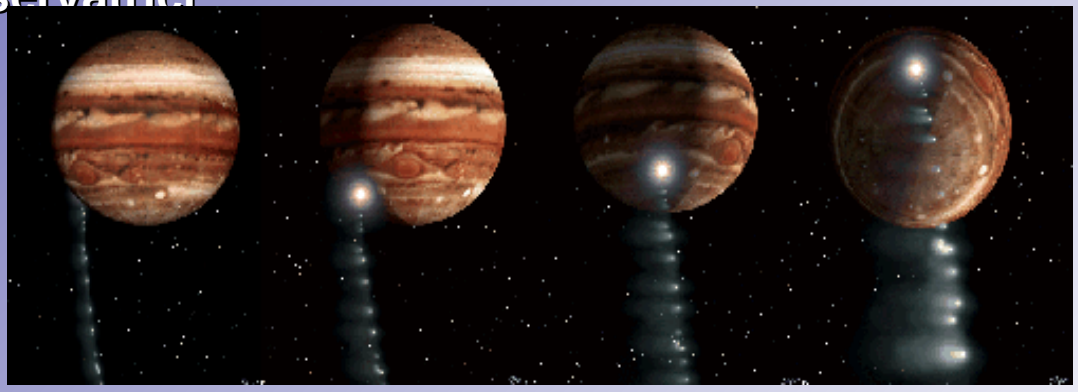
Altro fatto disturbatore sono le risonanze, che posso influenzare il moto dell'asteroide.

In ultimo, forze non conservatrici possono cambiare la dell'oggetto.

Fatte queste considerazioni è facile intuire il motivo per il quale una certa tipologia di oggetti devono essere costantemente monitorati al fine di aggiornare i valori orbitali.

All'interno del sistema solare ci sono migliaia di tracce di collisioni tra corpi celesti, i crateri da impatto sono una prova evidente.

Ma se cio' non bastasse basti ricordare l'impatto catastrofico della cometa SL9 su Giove nel luglio del 1994.



Distribuzione

Man mano che venivano scoperti gli asteroidi gli astronomi notarono alcune caratteristiche peculiari delle orbite di alcuni oggetti.

I primi asteroidi scoperti si trovavano collocati nella "fascia" tra l'orbita di Marte e quella di Giove.

Per convenzione, successivamente sono state stabilite delle zone di distribuzione degli asteroidi che prendono il nome dal primo asteroide scoperto avente elementi orbitali comuni che ne caratterizzano l'orbita.

MAIN BELT
95,853%

NEAR
1,017%

HUNAGRIA
1,649%

HILDA
0,372%

THULE
0,002%

JUPITER
0,775%

CENTAUR
0,048%

TRANS NEPTUNIAN Obj. 0,283%

Distribuzione

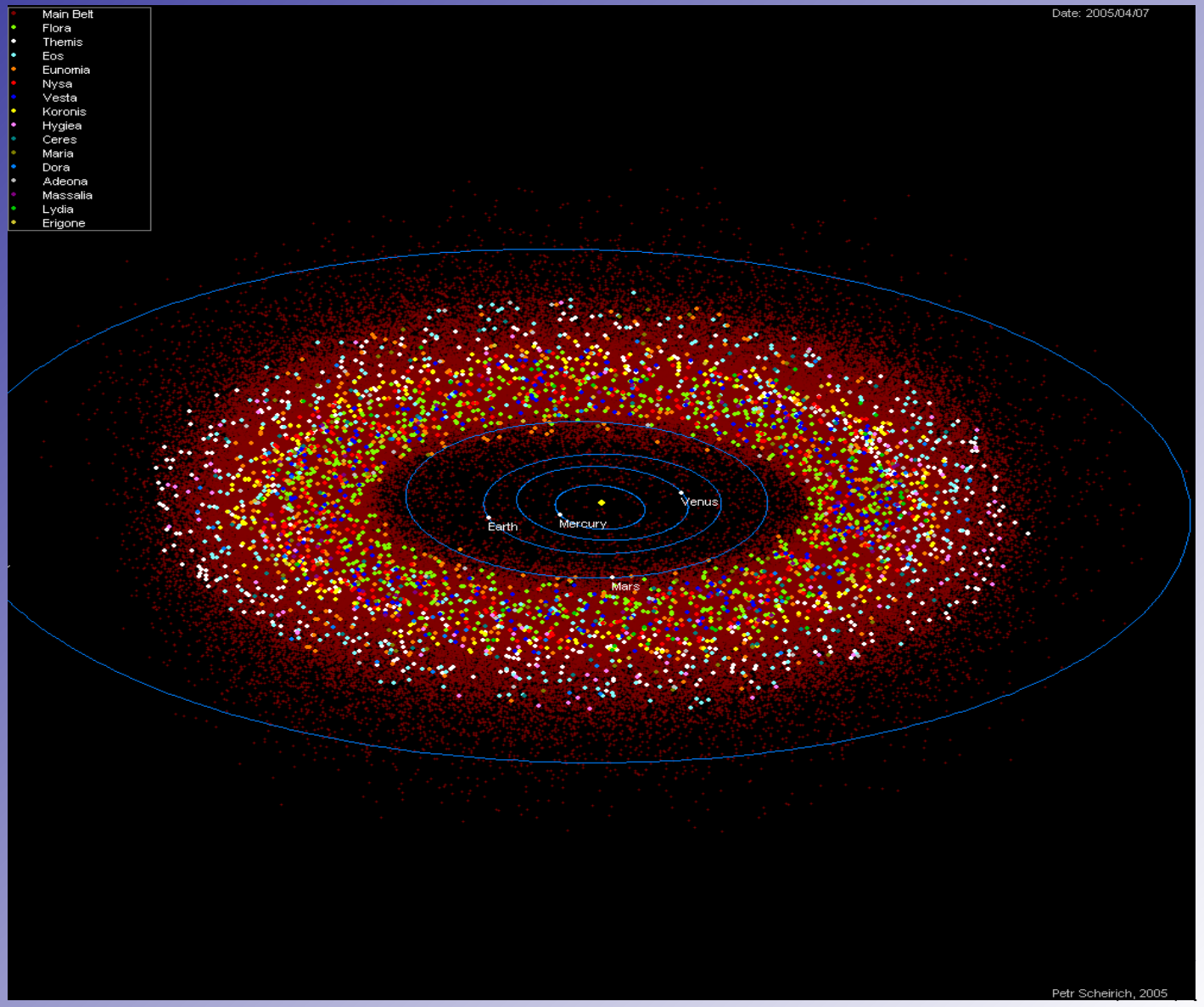
MAIL BELT

La fascia principale.

Sono situati tra 2.1 UA e 4.0 UA (tra Marte e Giove)

Sono i più numerosi.

Esistano vari sottogruppi della fascia principale.



Distribuzione

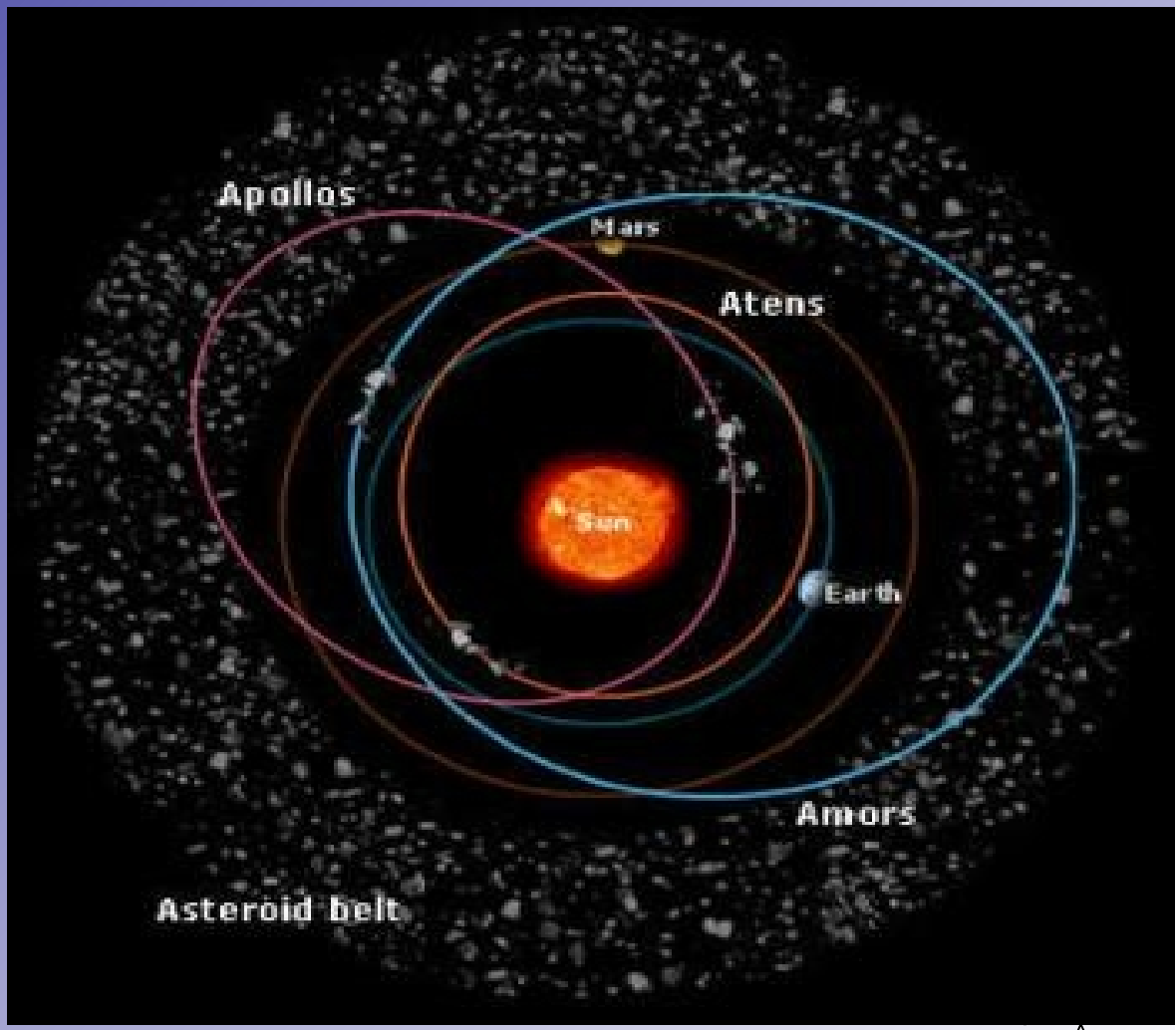
NEO

Near Earth Object

Sono asteroidi che in qualche modo incrociano l'orbita della TERRA

Sono suddivisi in sottoclassi:

ATEN a < 1 ; Q>0,983
APOLLO a >1; q <1,017
AMOR 1.017< q <1.3



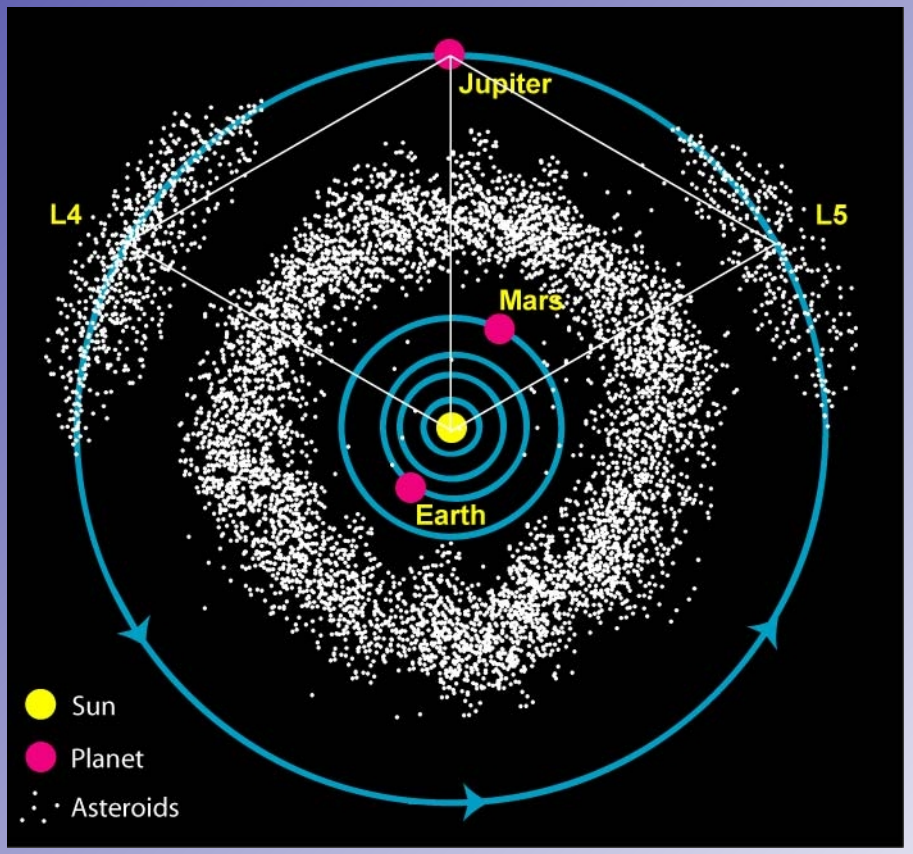
a = semiasse maggiore
Q = Afelio
q = perielo

Distribuzione

TROIANI

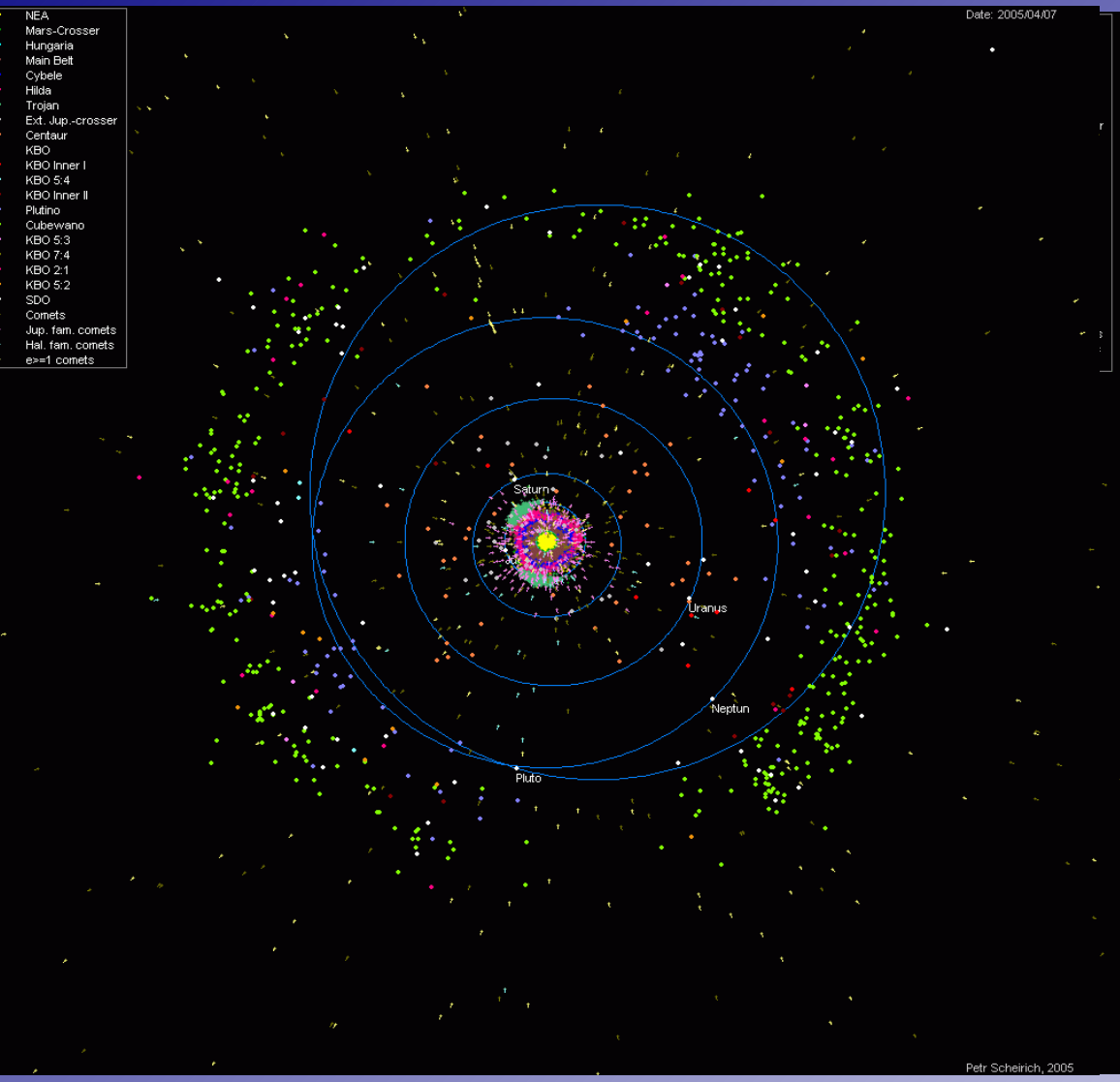
Asteroidi che precedono e seguono Giove nei punti di librazione L4 e L5 come previsto teoricamente dal matematico italiano G.L. Lagrange.

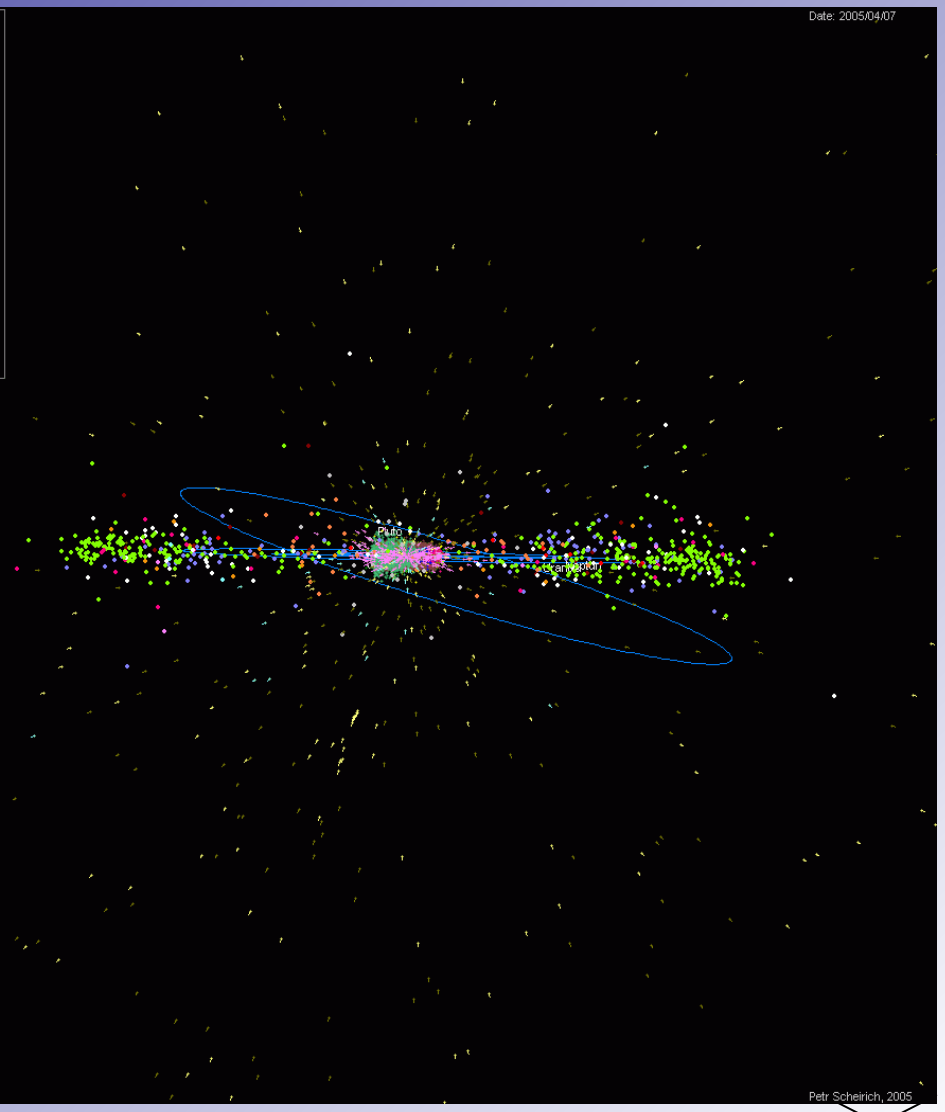
I primi si chiamano Greci, i secondi Troiani



Associazione Astrofili Alta Valdera

Distribuzione

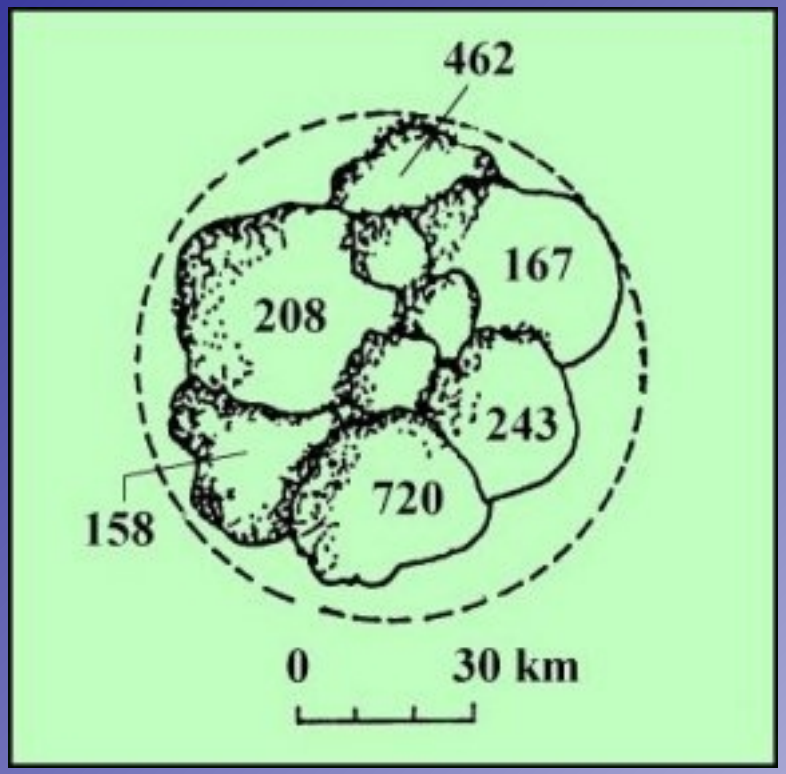


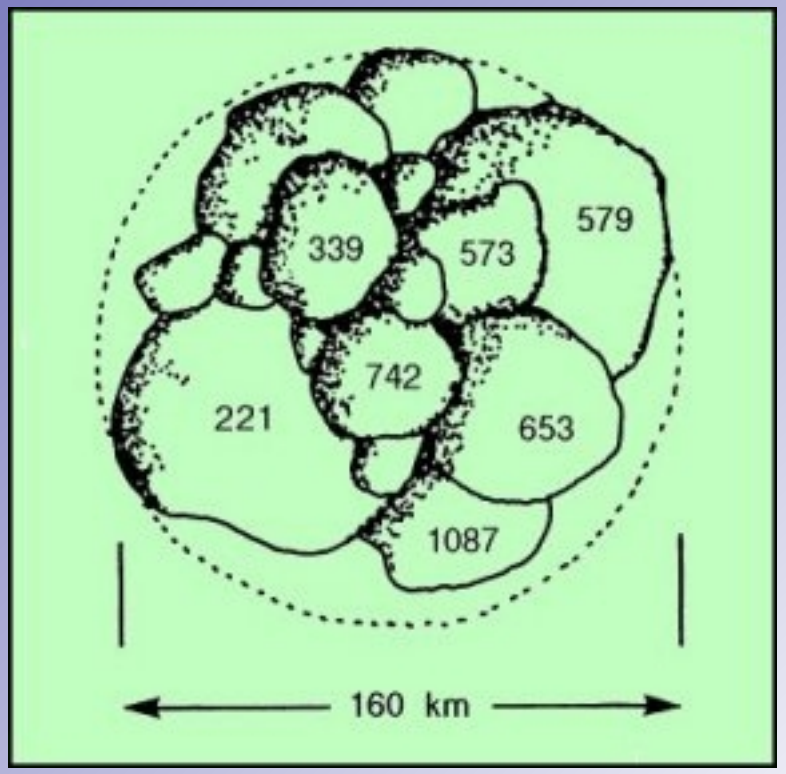


Famiglie dinamiche

I frammenti provenienti dalla distruzione di un corpo progenitore formano le famiglie. Asteroidi con elementi similari in particolare ***a, e, i***

Le prinicpali sono : Flora, Phocaea, Maria, Pallas, Koronis, Eos e Themis





Classi Tassonomiche

- I principali strumenti per la classificazione tassonomica sono la spettrografia, radiometria e polarimetria.

Le classi tassonomiche oggi comunemente accettate sono 14, e
vengono indicate con le lettere
A,B,C,D,E,F,G,M,P,Q,R,S,T,V;

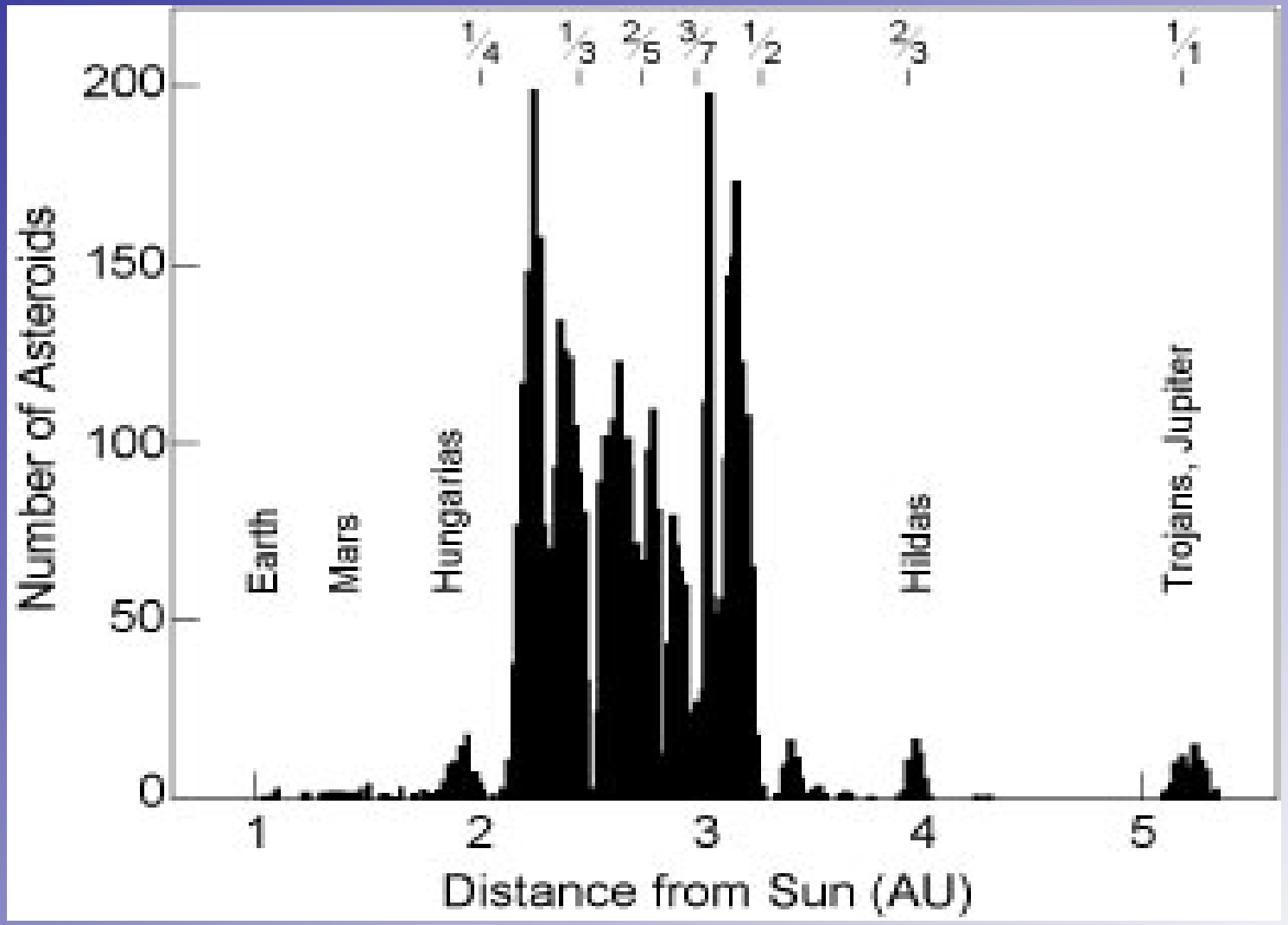
Le preminenti sono la C e la S

Distribuzione

Grafici:

Lacune di Kirkwood.

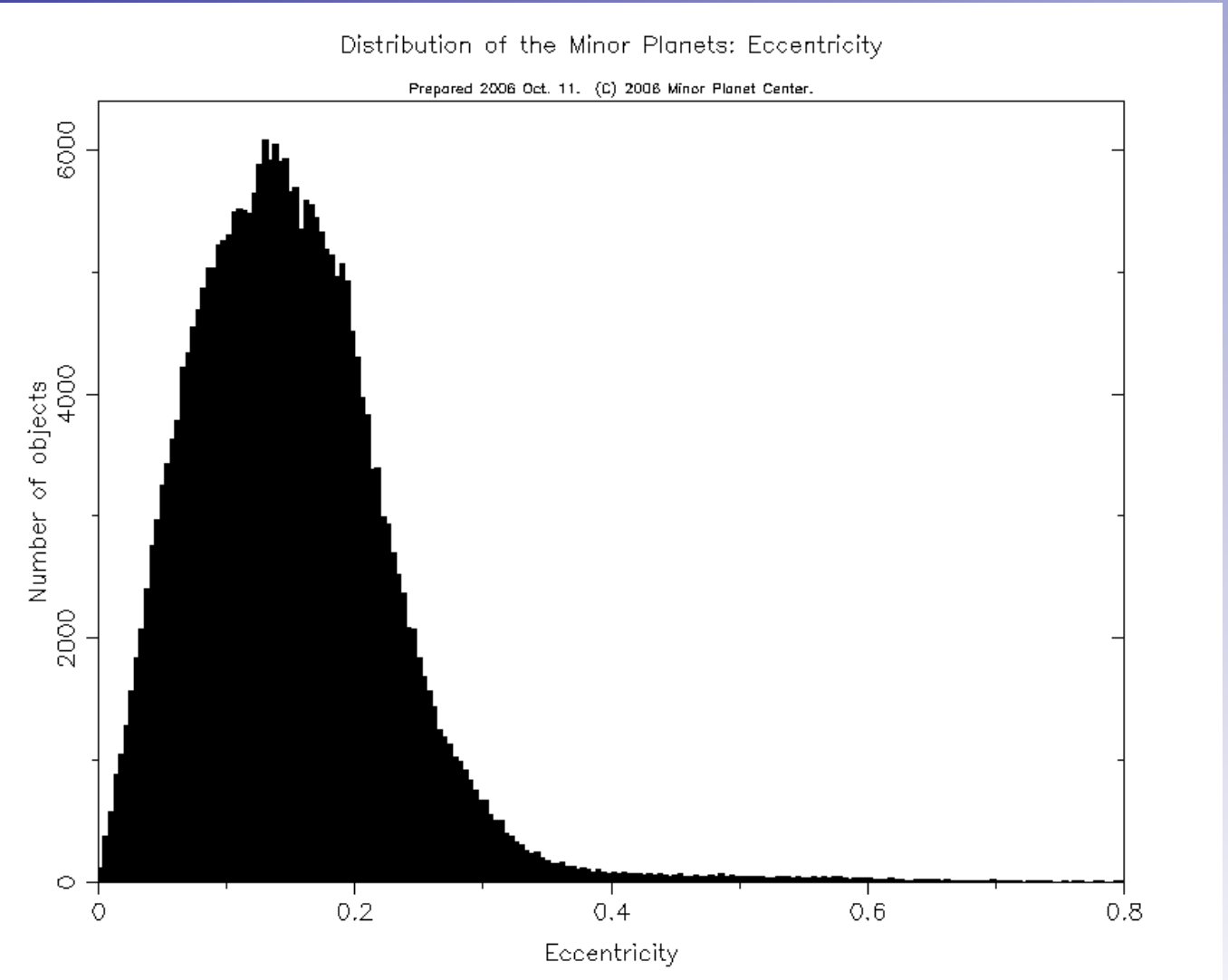
Distribuzione semiasse e risonanze con Giove



Distribuzione

Grafici:

Distribuzione Eccentricità

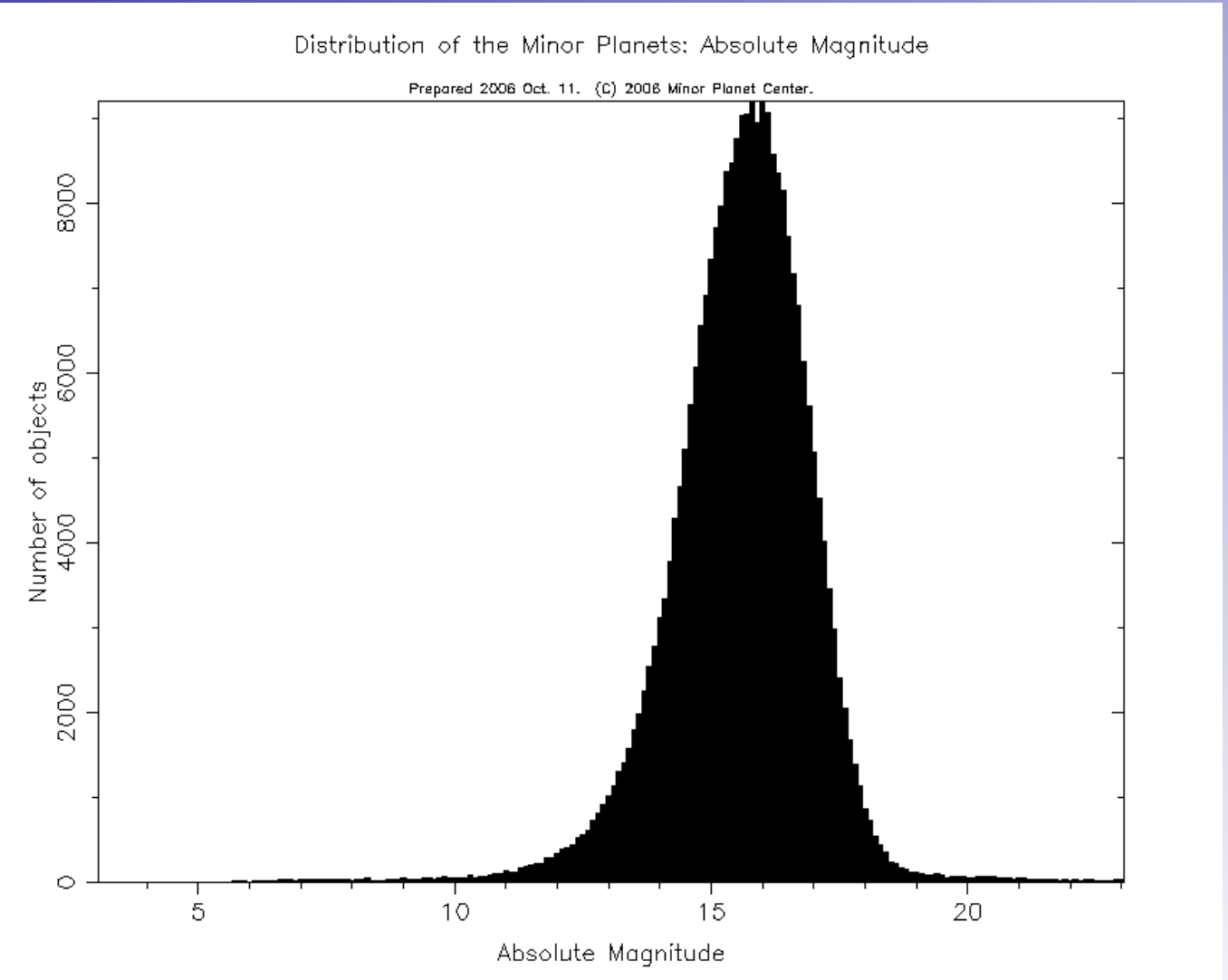


Distribuzione

Grafici:

Distribuzione Magnitudine assoluta (H)

(distanza di una U.A. sia dal Sole che dalla Terra e con un angolo di fase nullo.)



Magnitudine apparente:

$$m = H + 5 * \log(r * D) + k * y$$

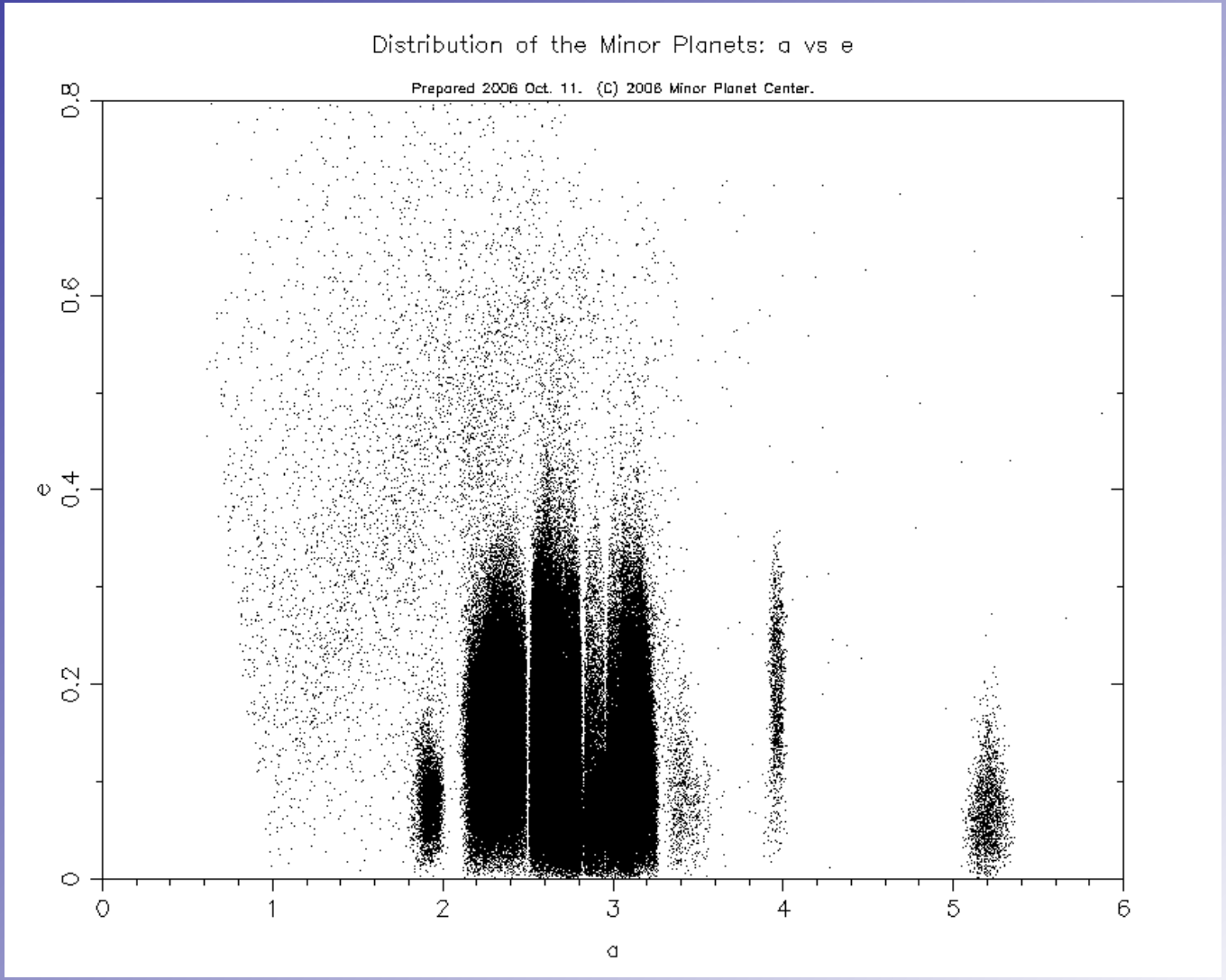
m= mag. - **H** mag Assoluta; **r** distanza Sole; **D** distanza Terra; **K** coefficiente di fase; **Y** angolo di fase (Sole-Asteroide-Terra)

Distribuzione

Grafici:

Lacune di Kirkwood.

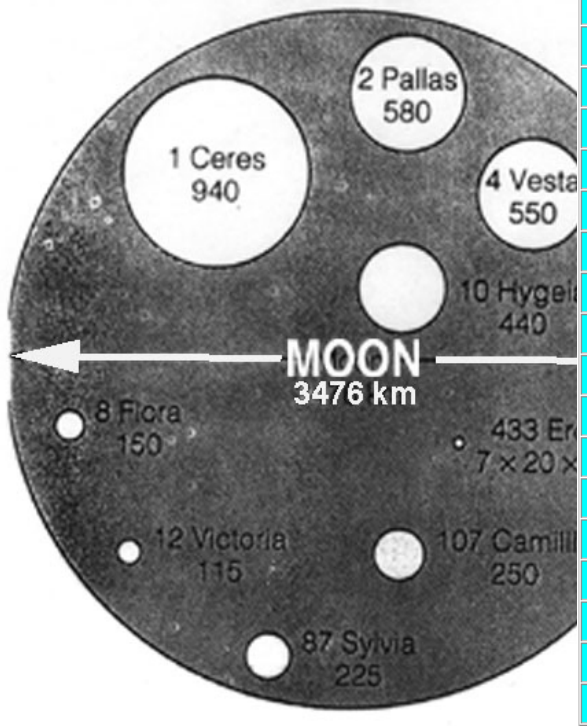
Distribuzione eccentricità – semiasse



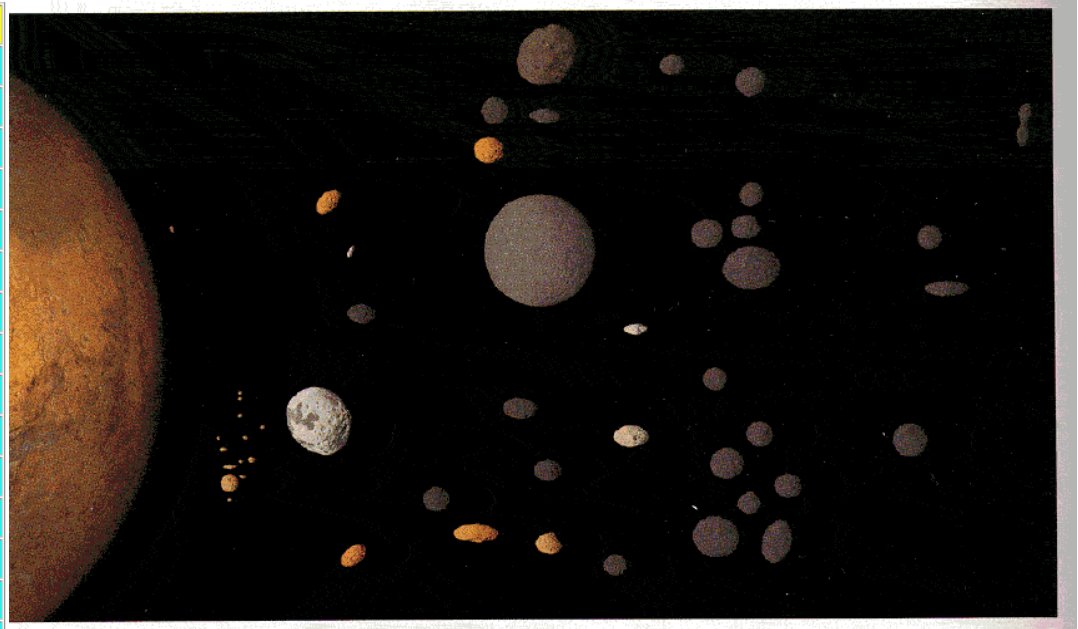
Associazione Astrofili Alta Valdera

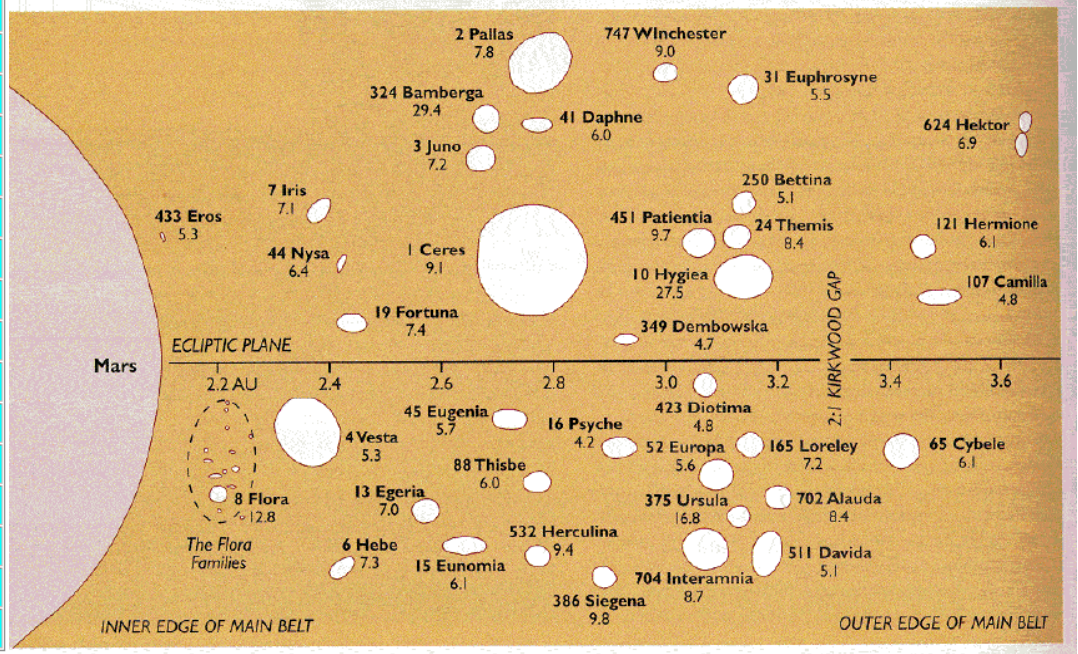
Dimensioni

Da pochi metri a 1000 km di diametro



H	Diametro	H
3.0	670 - 1500	18.0
3.5	530 - 1200	18.5
4.0	420 - 940	19.0
4.5	330 - 740	19.5
5.0	260 - 590	20.0
5.5	210 - 470	20.5
6.0	170 - 370	21.0
6.5	130 - 300	21.5
7.0	110 - 240	22.0
7.5	85 - 190	22.5
8.0	65 - 150	23.0
8.5	50 - 120	23.5
9.0	40 - 95	24.0
9.5	35 - 75	24.5
10.0	25 - 60	25.0
10.5	20 - 50	25.5
11.0	17 - 37	26.0
11.5	13 - 30	26.5
12.0	11 - 24	27.0
12.5	8 - 19	27.5
13.0	7 - 15	28.0
13.5	5 - 12	28.5
14.0	4 - 9	29.0
14.5	3 - 7	29.5
15.0	3 - 6	30.0
15.5	2 - 5	
16.0	2 - 4	
16.5	1 - 3	
17.0	1 - 2	
17.5	1 - 2	





Forma - Massa

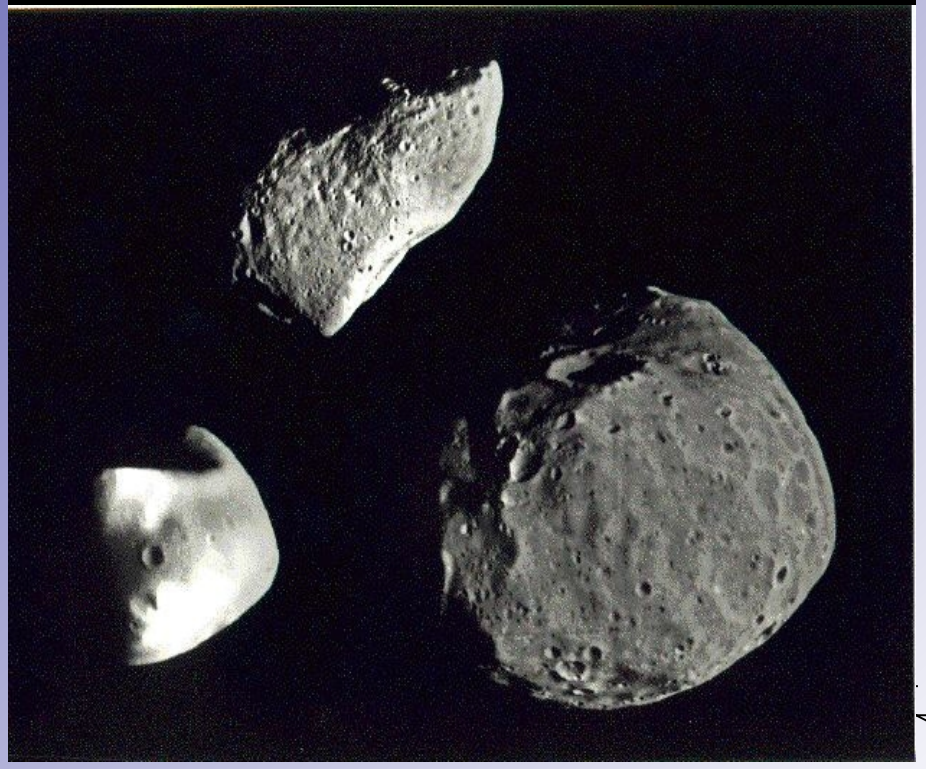
La forma degli asteroidi è irregolare.

Hanno un Albedo molto basso

MASSA:

tutti gli asteroidi del sistema solare hanno una massa complessiva di circa il 6% di quella della Luna

Densità: da 1 g/cm^3 a 8 g/cm^3



Numerazione e nome

Gli asteroidi scoperti vengono numerati in ordine progressivo.

Affinché un asteroide sia numerato deve essere osservato (ritrovato) per almeno 4 opposizioni (in alcuni casi particolari ne bastano 2)

Il nome viene assegnato dallo scopritore ufficiale: colui che riesce a fornire dati sufficienti per il calcolo degli elementi orbitali

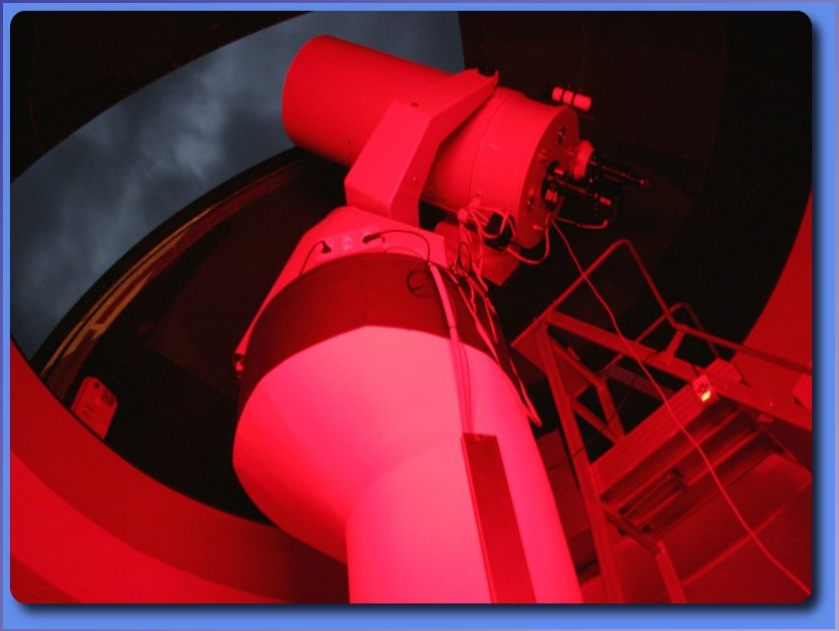
Gli asteroidi che non hanno una numerazione ufficiale, vengono indicato con una sigla alfa numerica provvisoria: nella quale viene indicato l'anno della prima osservazione la quindicina del mese e in numero progressivo:
es: **1998 UO1**
1998 anno di scoperta
U scoperto nel periodo 16-31 Ottobre
O1 38 pianetino scoperto in quel periodo

A	Jan. 1-15	B	Jan. 16-31
C	Feb. 1-15	D	Feb. 16-29
E	Mar. 1-15	F	Mar. 16-31
G	Apr. 1-15	H	Apr. 16-30
J	May 1-15	K	May 16-31
L	June 1-15	M	June 16-30
N	July 1-15	O	July 16-31
P	Aug. 1-15	Q	Aug. 16-31
R	Sept.1-15	S	Sept.16-30
T	Oct. 1-15	U	Oct. 16-31
V	Nov. 1-15	W	Nov. 16-30
X	Dec. 1-15	Y	Dec. 16-31

Eppur si muove

AVVISO ASTRONOMICO

CHE CONTIENE E SPIEGA OSSERVAZIONI DI RECENTE CONDOTTE CON L'AIUTO DI UN NUOVO OCCHIALE SULLA FACCIA DELLA LUNA, SULLA VIA LATTEA E LE NEBULOSE, SU INNUMEREVOLI STELLE FISSE, E SU QUATTRO PIANETI DETTI ASTRI MEDICEI NON MAI FINORA VEDUTI....



Adesso alziamo lo sguardo al cielo e iniziamo a scrutarlo.....

Osservare gli Asteroidi

Per poter osservare gli asteroidi con interesse "*scientifico*" si deve essere in possesso di una strumentazione che permetta di ottenere misurazioni precise entro ±1" arco.

- **Telescopio in postazione fissa, e ottenere il codice osservatorio.**
- **Camera CCD**
- ***Filtri fotometrici***
- **Precisione nella misurazione del tempo**

Codice Osservatorio

Le osservazione degli asteroidi vengono gestite dal Minor Planet Center (MPC)[1], istituzione a livello mondiale che ne cura l'archiviazione; provvede all' aggiornamento delle effemeridi; alla numerazione degli asteroidi; all'assegnazione del codice osservatorio.

- **Osservare almeno due asteroidi con numerazione superiore a 400**
- **Effettuare osservazione per due notti consecutive**
- **Effettuare misurazioni precise di ±1” arco**
- **Inviare le misurazioni tramite email al mpc mpc@cfa.harvard.edu**

1 - IAU: Minor Planet Center cfa-www.harvard.edu/iau/mpc.html

Associazione Astrofili Alta Valdera

Codice Osservatorio esempio registrazione

COD XXX

CON BACCI Paolo, Via Nicxxxx 007, Comune (Prov), Italy

CON [backman@backman.homelinux.org]

OBS P. BACCI

MEA P. BACCI

TEL 0.25-m f/6.3 Schmidt-Cassegrain

COM Long. 349 19 45 E, Lat 43 35 11 N, Alt 50m

NET USNO-A2.0

ACK 2006-08-27

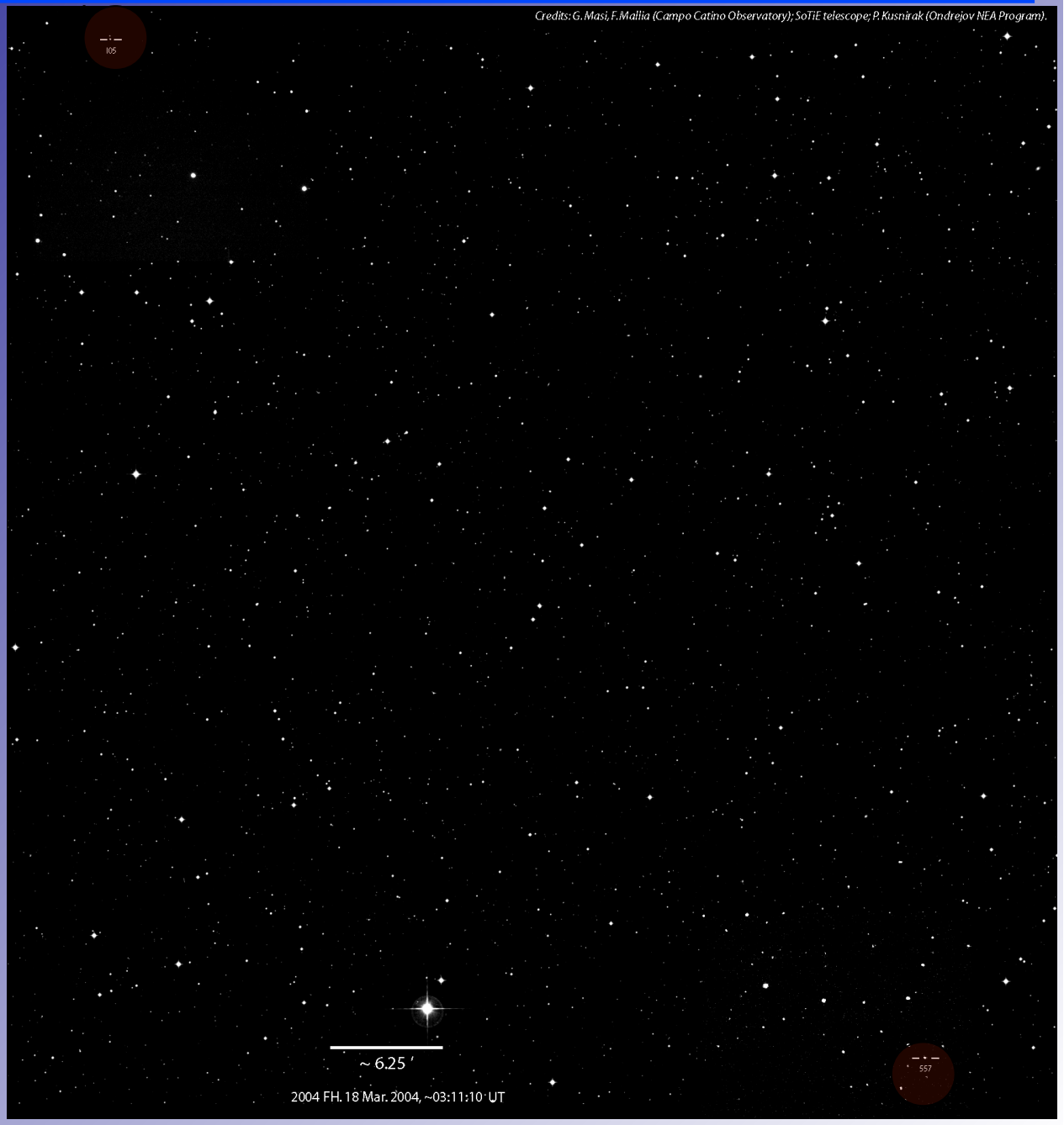
00707	C2006 08 21.90346 21 48 42.85 -06 39 12.7		XXX
00707	C2006 08 22.92171 21 47 40.88 -06 42 19.5		XXX
02378	C2006 08 21.92084 21 48 21.12 -00 57 25.6		XXX
02378	C2006 08 22.95041 21 47 35.45 -01 05 08.0		XXX
03094	C2006 08 21.89348 21 35 47.19 -03 14 48.1	15.3 V	XXX
03094	C2006 08 22.96036 21 34 58.40 -03 24 59.9	15.6 V	XXX

Associazione Astrofili Alta Valdera

ASTROMETRIA

Effetto di parallasse dell'asteroide 2004 FW ripreso il 19/03/2004 in contemporanea da due osservatori: in alto dal Cile, in basso nella repubblica Ceca.
L'asteroide si trovava a circa 50,000 km dalla terra.

Questa immagine ci da lo spunto per comprendere il motivo per il quale è necessario conoscere l'effemeridi di un asteroide per il sito dal quale lo osserviamo.



Associazione Astrofili Alta Valdera

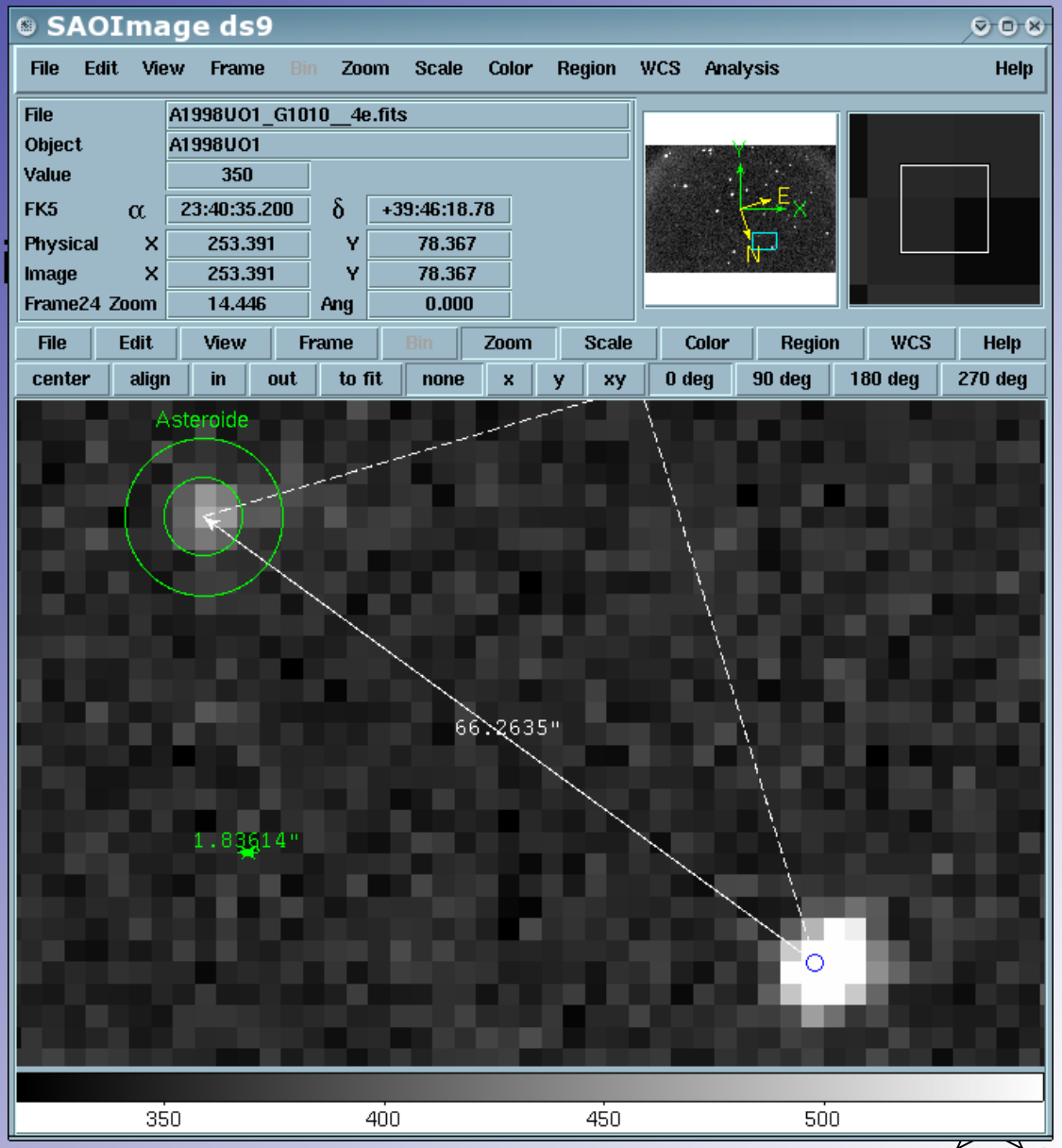
ASTROMETRIA

Per poter ottenere misurazioni astrometriche precise si deve utilizzare una strumentazione che permetta di avere immagini con scala non superiore ai 2”/pixel:

indicando con F la focale del telescopio e con L la dimensione in mm del sensore CCD, p i suoi pixel, il campo inquadrato Φ si ricava da:

$$\Phi = 206265 * \frac{L}{F}$$

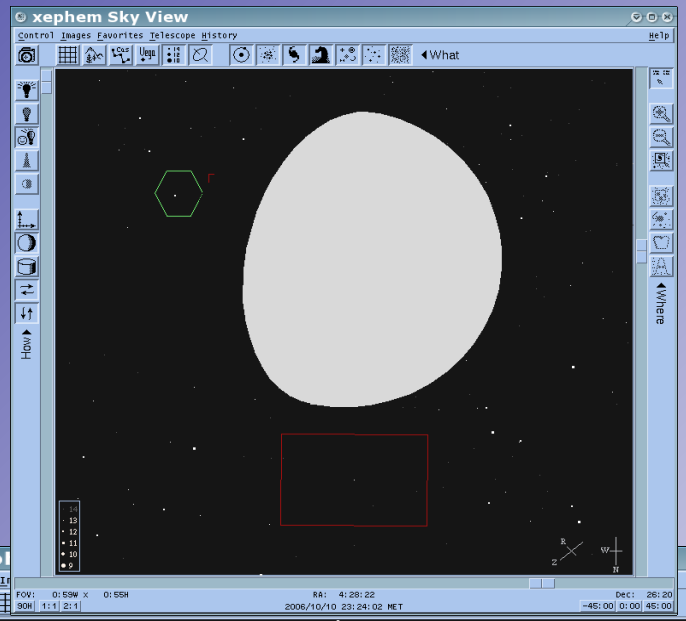
$$scala = \frac{\Phi}{p}$$

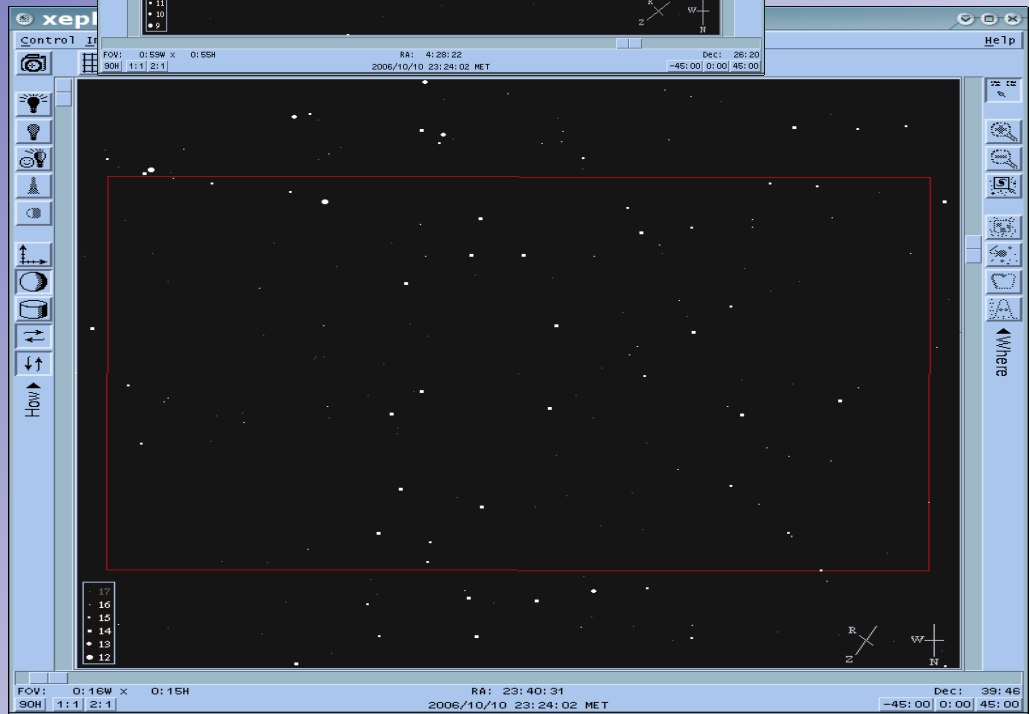


Associazione Astrofili Alta Valdera

Osserviamo il primo asteroide

- **Effemeridi dell'asteroide per il sito da cui osserviamo**
- **Individuazione del campo stellare in cui si trova l'oggetto**
- **Acquisizioni delle immagini**





Nella immagine in alto confronto tra il disco lunare ed il campo inquadrata da un sensore CCD tipico per gli astrofili. Nella successiva il campo stellare inquadrato

Osserviamo il primo asteroide

- Abbiamo ripreso due immagini intervallate da circa 8 minuti
- Il tempo necessario per poter apprezzare lo spostamento dell'oggetto si ricava dal moto proprio.
- Individuazione dell'asteroide.

Tecniche di individuazione

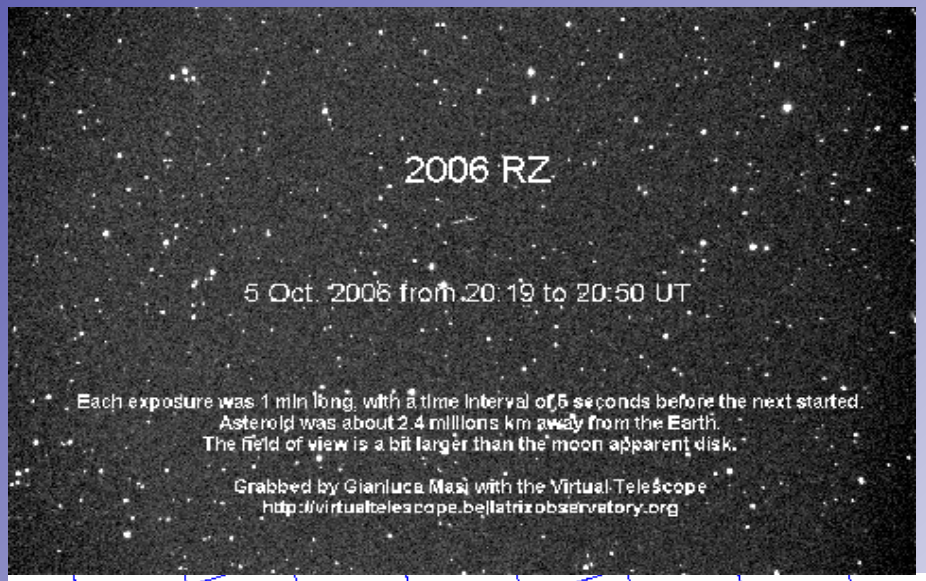
- **BLINK: le immagini vengono sovrapposte ripetutamente; si noterà lo spostamento dell'asteroide.**
- **DOPPIA IMMAGINE si effettuano due immagini intervallate spostando il telescopio in declinazione, le stelle sembreranno "doppie". L'asteroide no. Si possono utilizzare i filtri RBG per questo tipo di ripresa.**
- **TRACCIA effettuare una lunga posa. L'asteroide sarà identificato come una traccia**

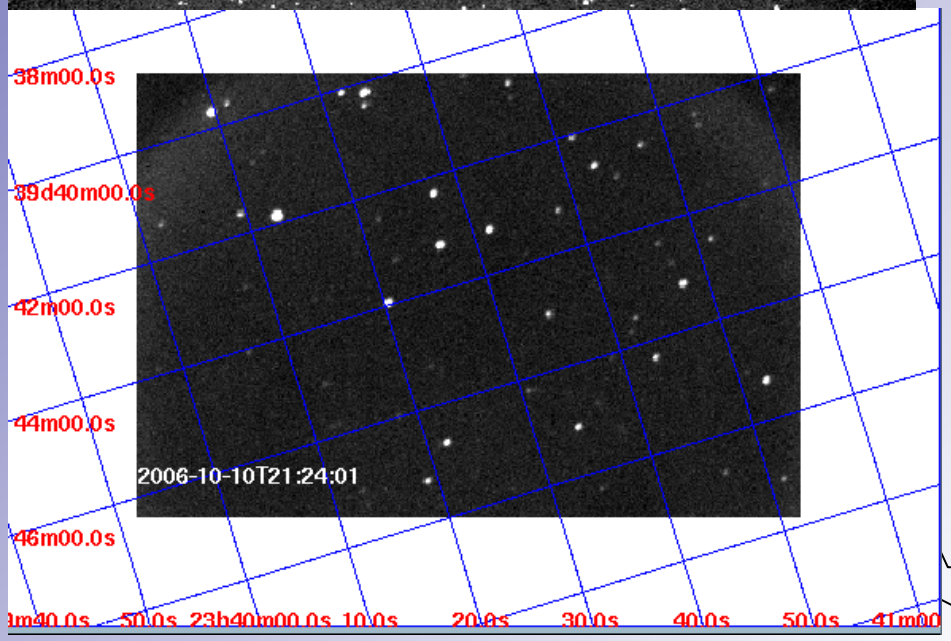
Associazione Astrofili Alta Valdera

ASTROMETRIA

La misurazione astrometrica dell'asteroide si effettua per interpolazione con stelle di cui si conoscono le coordinate (R.A. e Dec.)
Un tempo questi calcoli venivano fatti a mano. Adesso si utilizzano software che sono in grado di riconoscere le stelle nel campo dell'immagine ed in automatico assegnano le coordinate (WCS).

A tal fine si utilizzano cataloghi stellari. Uno dei più diffusi e USNO A2 che contiene stelle fino alla 20 mag.

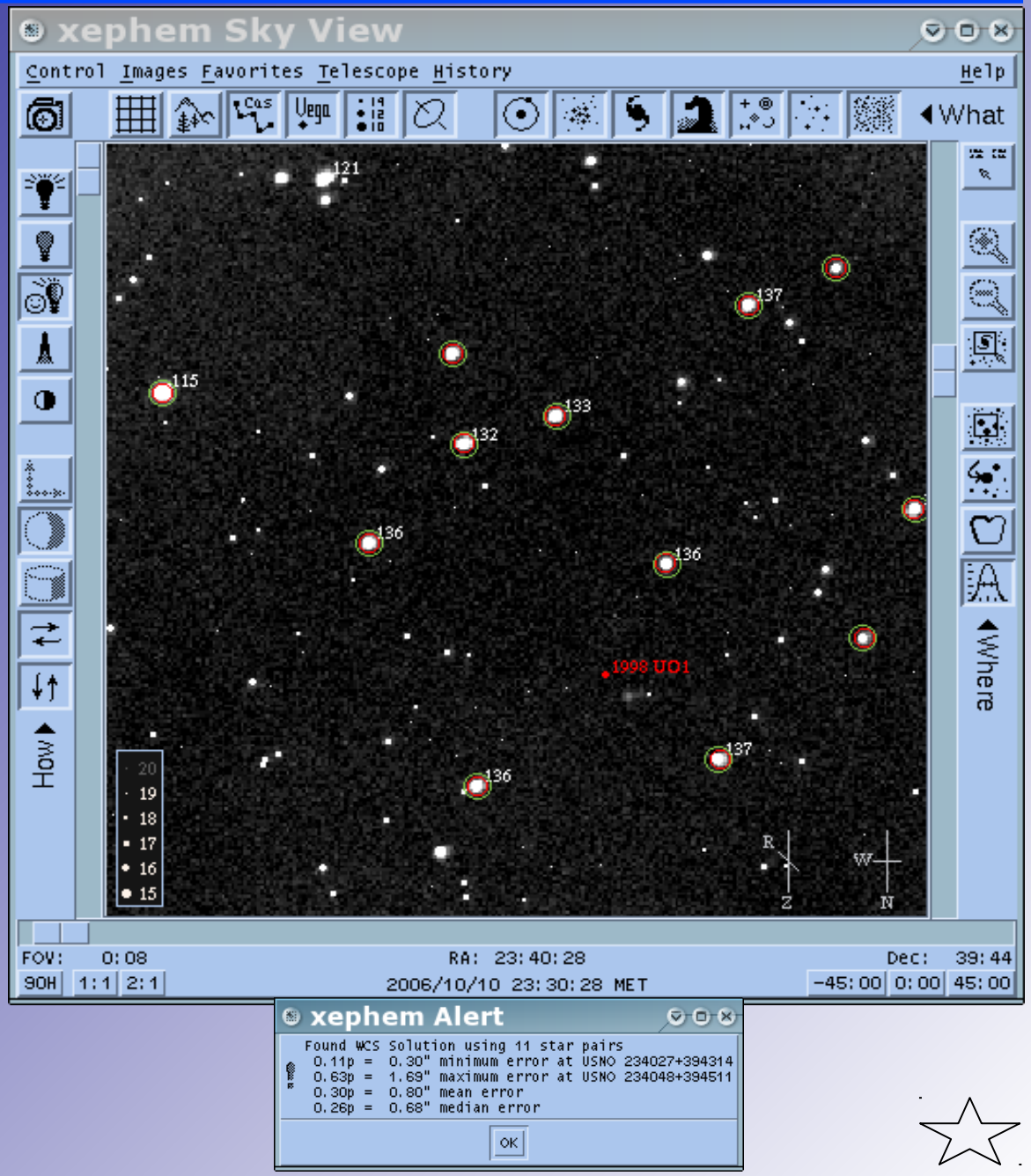




Associazione Astrofili Alta Valdera

ASTROMETRIA

Vediamo un esempio di riconoscimento automatico del campo stellare, assegnazione, ed inserimento delle coordinate WCS in un immagine salvata in formato FITS.
Il software riconosce i “punti” stellari (in rosso) ed in giallo evidenzia le stelle riconosciute all'interno del catalogo stellare. Adesso l'immagine contiene i dati per poter effettuare la misurazione.

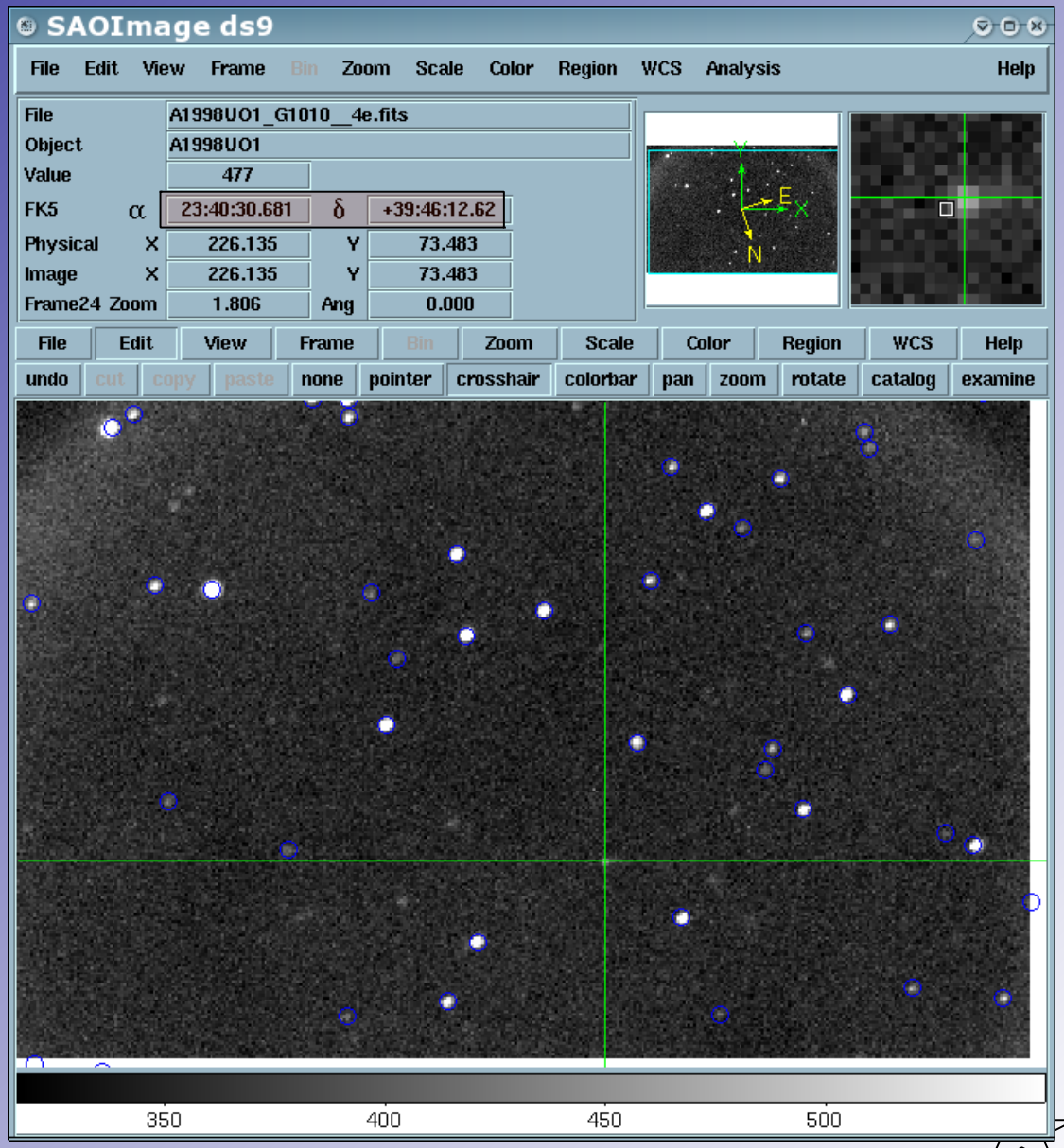


Associazione Astrofili Alta Valdera

ASTROMETRIA

Adesso che l'immagine è stata calibrata possiamo iniziare la misurazione astrometrica dell'asteroide. I cerchi blu sono le stelle di riferimento del catalogo USNO A2, che coincidono con i punti stellari dell'immagine, segno evidente di una buon allineamento.

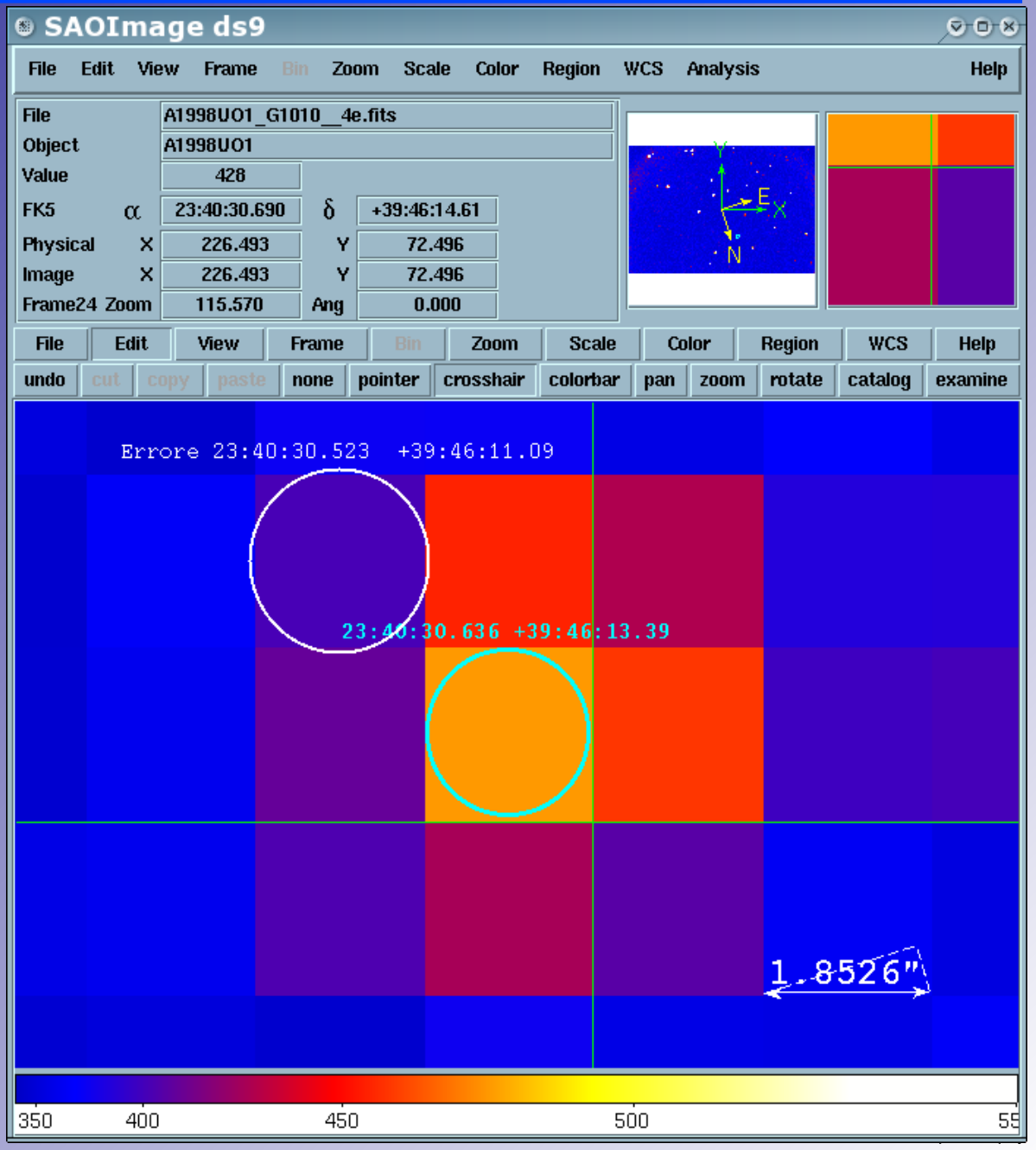
In ogni parte dell'immagine è possibile leggere le coordinate R.A. e Dec.



Associazione Astrofili Alta Valdera

ASTROMETRIA

Misuriamo la posizione dell'asteroide. L'immagine (in falsi colori) ingrandita mostra l'asteroide da misurare. Ogni pixel ha una scala di circa 1.8”.
Il cerchio bianco indica la tolleranza di errore consentito nella misurazione. Il cerchio celeste è situato al centro dell'asteroide ed indica la sua posizione:
RA 23:40:30.63
DEC 19:46:13.3



Associazione Astrofili Alta Valdera

ASTROMETRIA

Visualizziamo header dell'immagine per estrapolare la data, l'ora e il tempo di esposizione. Si dovrà utilizzare il tempo a metà esposizione:
21:24:01 + (90/2)
Trasformiamo il tempo in decimi di giorno:
{[(21*3600)+(24*60)+(01+(90/2))]/3600}/24=
0,89219
quindi ricaviamo il tempo della nostra misurazione pronto per essere inviato al MPC:
2006 10 10.89219

A1998UO1_G1010__4e.fits

File Edit

```
SIMPLE  =                    T / file does conform to FITS standard
BITPIX  =                   16 / number of bits per data pixel
NAXIS   =                    2 / number of data axes
NAXIS1  =                  382 / length of data axis 1
NAXIS2  =                  255 / length of data axis 2
EXTEND  =                    T / FITS dataset may contain extensions
COMMENT   FITS (Flexible Image Transport System) format defined in Astronomy and
COMMENT   Astrophysics Supplement Series v44/p363, v44/p371, v73/p359, v73/p365.
COMMENT   Contact the NASA Science Office of Standards and Technology for the
COMMENT   FITS Definition document #100 and other FITS information.
BZERO   =                32768 / offset data range to that of unsigned short
BSCALE  =                    1 / default scaling factor
EXPTIME =                  90. / Exposure time (seconds)
DATE-OBS= '2006-10-10T21:24:01' / UTC of exposure start
FILTER  = 'clear   '           / filter
TEMPERAT=                -13.9 / Camera temperature (C)
TEMPOUT =                 18.4 / Air temperature (C)
XPOS    =                    1 / X position of start pixel
YPOS    =                    1 / Y position of start pixel
XFACTOR =                    2 / Camera x binning factor
YFACTOR =                    2 / Camera y binning factor
SATURATE=                65535 / Saturation limit
CAMTYPE = 'SBIG ST-7 Dual CCD Camera' / Camera manufacturer and model
SITE    = 'B09 Obs PietroDoraVivarelli, Italy' / Name of observatory
ALTITUDE=                  50. / Observatory altitude (meters)
LONGITUD=                   0. / Observatory longitude (deg) E+, W-
LATITUDE=                   0. / Observatory latitude (deg)
TELESCOP= ''                   / Identifier of telescope
COMMENT   This file was written by the Nightview package version:
COMMENT   NIGHTVIEW 0.3.0, (C) 2001-3 F. Hroch, Monte Boo, Brno, CZ
COMMENT   Homepage: http://www.physics.muni.cz/mb/nightview/
OBJECT  = 'A1998UO1'           / Object name
HISTORY   Dark subtracted.
CDELT1  =      0.0005262935335 / RA step right, degs/pix
CDELT2  =     -0.0005262935335 / Dec step down, degs/pix
SETHEAD = 'SETHEAD WCSTools 3.6.4 2006-10-11T11:30 CROTA2 updated'
RA      = '23 40 30'
DEC     = ' 39 42 00'
HISTORY  SETHEAD WCSTools 3.6.4 2006-10-11T11:30 CDELT1 and CDELT2 updated
CROTA2  =          16.91065976 / Rotation E from N, degs
```

ASTROMETRIA

Abbiamo la posizione dell'asteroide 1998 UO1

RA 23:40:30.63

DEC 19:46:13.3

il tempo

2006 10 10.89219

Convertiamo il nome dell'asteroide seguendo le specifiche del MPC (tanto per complicarci la vita!) la cui sigla da inserire è: J98U01O

Conversione delle sigle provvisorie:

La prima lettera esprime termine secolare J 1900 K 2000
2,3 termine le ultime cifre dell'anno
4 termine è la quindicina del mese
5,6 parte numerica del codice (sempre due cifre 00)
7 termine lettera del contatore:

19	98	U	O	1
J =1990,	98,	U,	01,	O

J98U01O

123456789 123456789 123456789 123456789 123456789 123456789 123456789 123456789

J98U01O C2006 10 10.89219 23 40 30.63 +19 46 13.3

XXX

Associazione Astrofili Alta Valdera

ASTROMETRIA

Un esempio di report con pianetini numerati
 e con sigla sigla provvisoria.
Il catalogo per la riduzione dei dati è USNO A2

```
COD XXX
CON BACCI Paolo, Via Nicxxxx 007, Comune (Prov), Italy
CON [backman@backman.homelinux.org]
OBS P. BACCI
MEA P. BACCI
TEL 0.25-m f/6.3 Schmidt-Cassegrain
COM Long. 349 19 45 E, Lat 43 35 11 N, Alt 50m
NET USNO-A2.0
ACK 2006-08-27
02378      C2006 08 21.92084 21 48 21.12 -00 57 25.6                XXX
02378      C2006 08 22.95041 21 47 35.45 -01 05 08.0                XXX
03094      C2006 08 21.89348 21 35 47.19 -03 14 48.1      15.3 V    XXX
03094      C2006 08 22.96036 21 34 58.40 -03 24 59.9      15.6 V    XXX
  J98U01O C2006 10 10.89219 23 40 30.63 +19 46 13.3                 xxx

123456789 123456789 123456789 123456789 123456789 123456789 123456789 123456789
```

Associazione Astrofili Alta Valdera

Studio degli asteroidi

ASTROMETRIA

- Ricerca nuovi asteroidi
- Studio degli elementi orbitali
- Monitoraggio
- Collaborazione alla identificazione

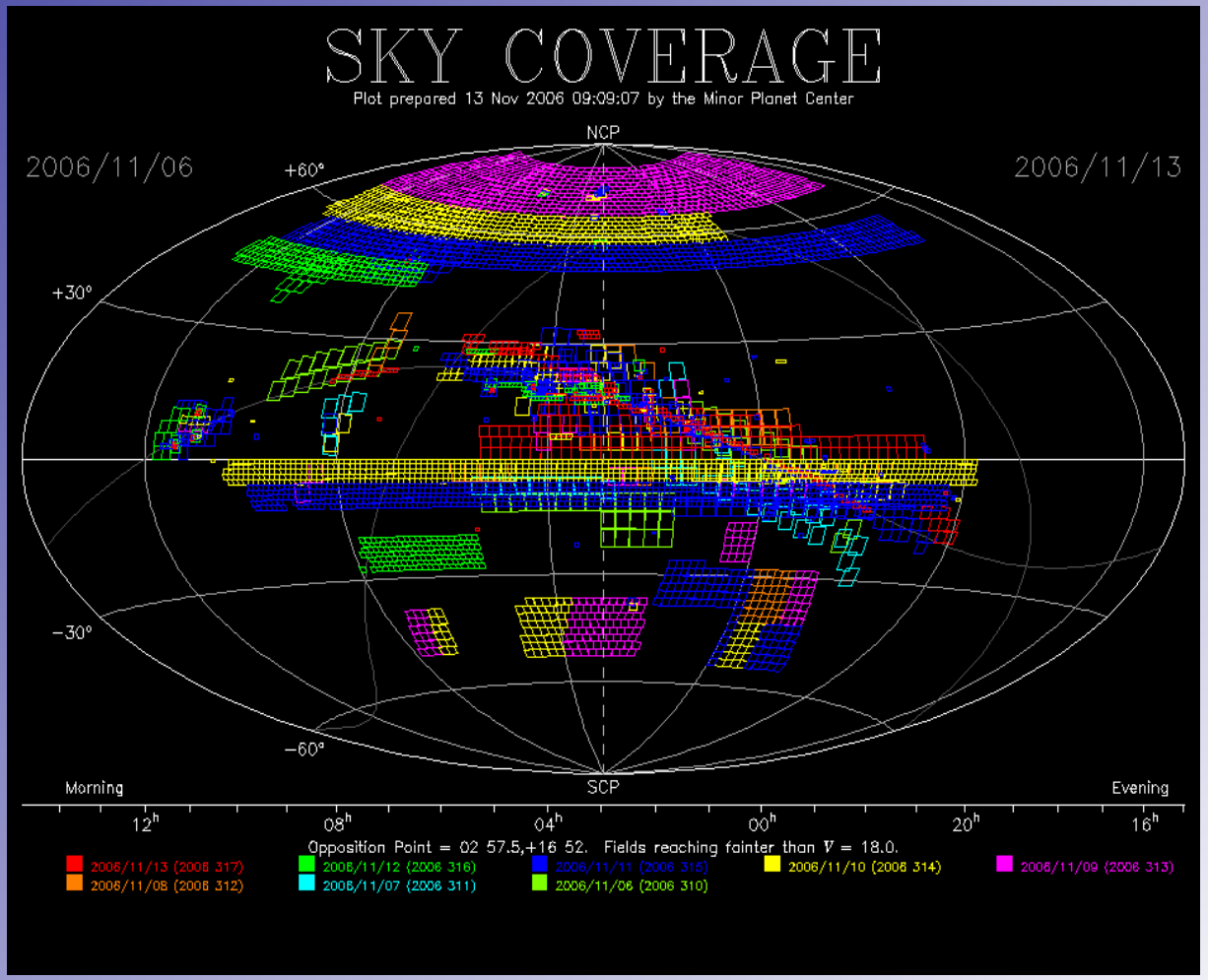
FOTOMETRIA

- Misurazione magnitudine e variazione
- Moto di rotazione
- Forma dell'asteroide
- Ricerca di asteroidi doppi
- Osservazione differenza colore
- Asteroide od ex cometa ?

Associazione Astrofili Alta Valdera

Scoperta di nuovi asteroidi

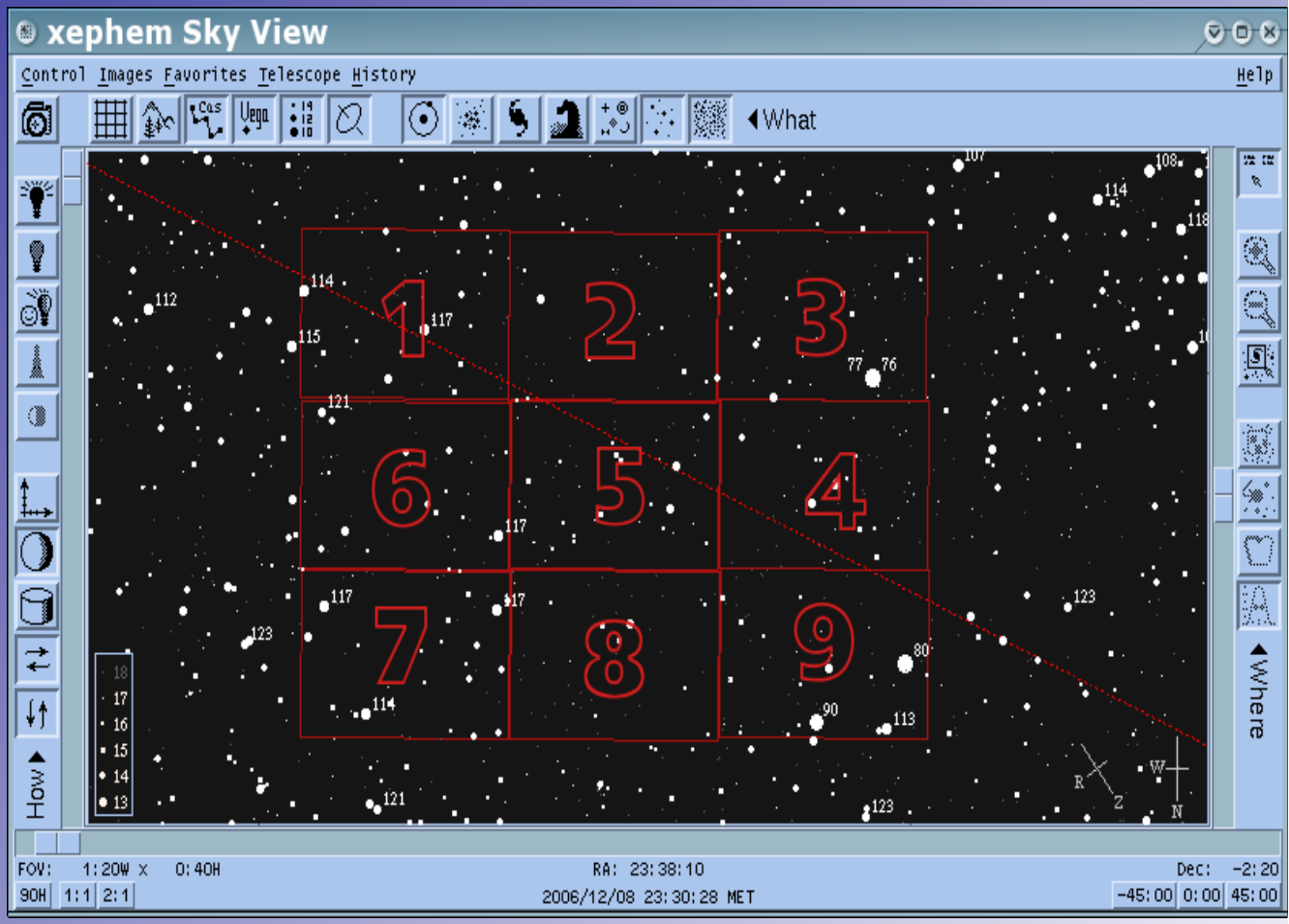
Per poter scoprire un nuovo asteroide la strumentazione in dotazione deve poter arrivare almeno alla 18/19 mag.
Con l'avvento di telescopi automatizzati realizzati specificatamente per la ricerca di nuovi asteroidi, è sempre più difficile scoprire un nuovo oggetto.
Come abbiamo visto la maggior parte degli asteroidi si concentra sull'eclittica, ed in prossimità dell'opposizione la luminosità in genere aumenta.
Questa è una buona zona di cielo per poter iniziare le nostre ricerche.



Associazione Astrofili Alta Valdera

Tecniche di ricerca

Una tecnica abbastanza efficace per la ricerca di nuovi asteroidi e la sky survey. Si prende in esame una zona cielo e la si osserva per due volte, come nello schema a fianco. Effettuando riprese da 2 minuti ciascuna, ritorniamo nella zona di cielo “1” dopo almeno 18 minuti, (in realtà sono molti più!) quindi avremo buone probabilità di poter registrare il movimento di un eventuale asteroide.



Un nuovo asteroide!

WOW! Abbiamo scoperto un asteroide!!!
La prima cosa che dobbiamo fare è assicurarsi che si tratti di un nuovo oggetto. Sul sito del MPC ci sono strumenti che ci permettono di sapere se si tratti o meno di un nuovo oggetto. In caso positivo dobbiamo osservare l'oggetto per almeno due notte consecutive e inviare il nostro report al MPC.
In questo caso saremo noi a dare una sigla provvisoria all'oggetto.

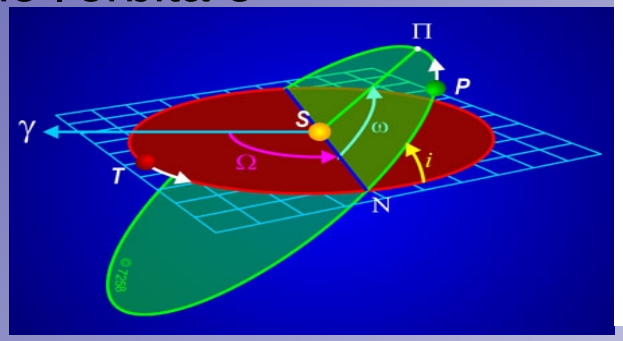
Successivamente MPC assegnerà una sigla provvisoria all'asteroide con le modalità precedentemente descritte.
Affinchè la scoperta dell'asteroide venga a noi attribuita dobbiamo fornire osservazioni utili per il completamento delle effemeridi, tanto da poterlo ritrovare nel tempo.
Questa procedura può durare alcuni anni.

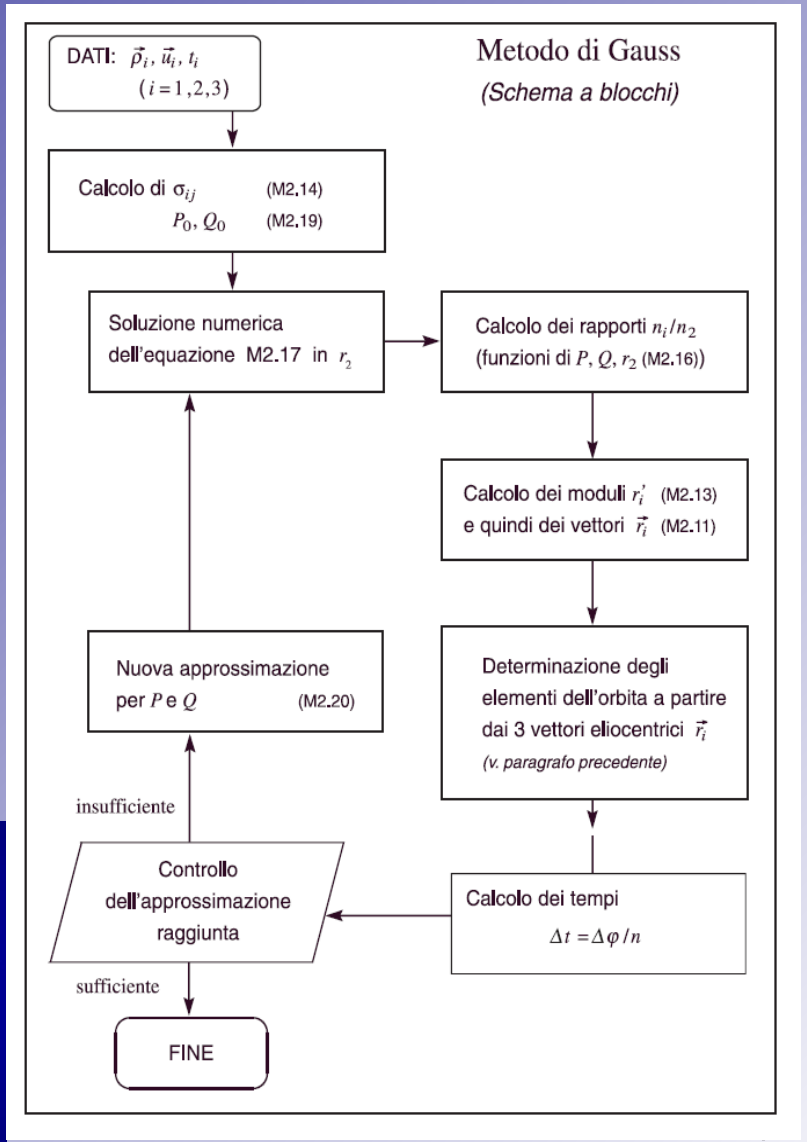
Molti se non la maggior parte di asteroidi scoperti vengono “persi”, cioè non si riesce ad avere sufficienti e precise misurazioni dell'oggetto da poter determinare la sua orbita.

Calcolo degli elementi orbitali

Teoricamente è possibile ricavare i **6** elementi orbitali di un astro dalle osservazioni con ***tre*** misurazioni.
Nella pratica si utilizza il teorema di LAPLACE, GAUSS-NEWTON, nel quale per ottenere risultati sufficientemente attendibili si devono considerare varie osservazioni effettuate, se possibile, da siti diversi.

Al momento della scoperta del pianetino viene assegnato dal MPC un valore da 1-9 che è relativo all'incertezza dell'orbita più alto è tale valore meno l'orbita è determinata.





a-Semiasse maggiore, **e**-eccentricità, **i**-inclinazione, **Ω**-long del nodo ascendente; **ώ**-argomento del perielio; **M**-anomalia media

Associazione Astrofili Alta Valdera

Scoperta di un nuovo asteroide

M.P.E.C. 1997-B02 Issued 1997 Jan. 17, 15:23 UT

1997 AQ18

Observations:

J97A18Q	C1997 01 15.98546	08 02 12.13	+20 06 25.5		595
J97A18Q*	C1997 01 15.99433	08 02 09.99	+20 06 18.0	17.2 V	595
J97A18Q	C1997 01 16.07429	08 01 50.54	+20 05 06.3		595
J97A18Q	C1997 01 16.15841	08 01 30.42	+20 03 50.0		595
J97A18Q	C1997 01 16.80451	07 59 00.65	+19 54 20.7	17.5 V	104
J97A18Q	C1997 01 16.81076	07 58 59.12	+19 54 15.0		104
J97A18Q	C1997 01 16.86117	07 58 47.21	+19 53 32.5		104
97A18Q	C1997 01 16.93300	07 58 30.15	+19 52 33.7	17.5 V	108
J97A18Q	C1997 01 16.94093	07 58 28.18	+19 52 22.0		595
J97A18Q	C1997 01 16.94584	07 58 27.00	+19 52 17.9		595
J97A18Q	C1997 01 16.97876	07 58 19.18	+19 51 49.5		595

Observer details:

104 **San Marcello Pistoiese.** Observers L. Tesi, A. Boattini, G. Cattani. Measurers G. Forti, L. Tesi. 0.40-m f/5 reflector + CCD.

108 **Montelupo**. Observers M. Tombelli, G. Forti. 0.30-m f/5.7 Schmidt-Cassegrain + CCD.

595 **Farra d'Isonzo.** Observers A. Toso, W. Boschin, L. Drigo, G. Lombardi, E. Pettarin. Measurers L. Drigo, E. Pettarin. 0.40-m f/4.5 reflector + CCD.

599 **Astronomical Observatory**, Campo Imperatore. Observers A. Boattini, S. Casulli, A. Di Paola. Measurers A. Boattini, G. Forti. 0.60-m f/3 Schmidt + CCD.

Orbital elements:

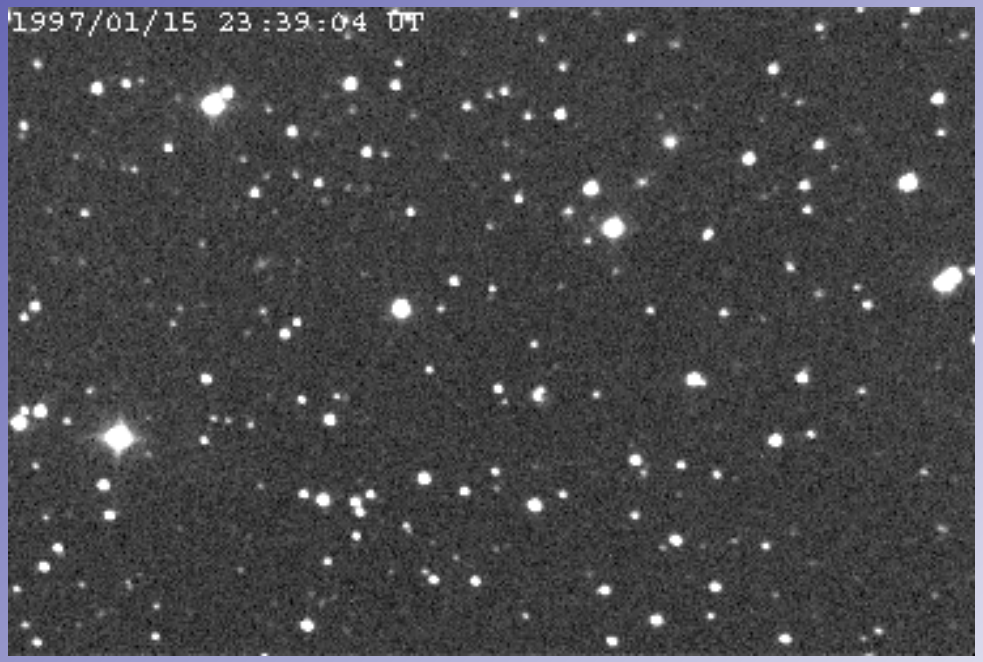
1997 AQ18

Epoch 1997 Jan. 12.0 TT = JDT 2450460.5 Williams

M	104.86496	(2000.0)	P	Q
n	0.83051078	Peri. 34.23673	+0.84992096	+0.45967530
a	1.1209146	Node 296.36111	-0.52442622	+0.69056729
e	0.4393745	Incl. 16.70488	-0.05110290	+0.55840437

P 1.19 H 18.5 G 0.15

From 24 observations 1996 Jan. 15-16.



Scoperto tra il 15 e il 16 gennaio 1997., denominato inizialmente CAF120. Si tratta del primo asteroide di tipo **Apollo** scoperto in Italia dal CCAF
Circolo Culturale Astronomico Farra D'isonzio (GO)
(immagine di posa di 2 minuti ciascuna - ST6)

Osservazioni Astrometriche

- Collaborare con altri osservatori alla ricerca di asteroidi al loro ritorno in opposizione
- Misurare i pianetini per migliorare le effemeridi
- Monitoraggio dei NEAR
- Ricerca di asteroide con caratteristiche peculiari
- Parallasse di asteroidi durante i passaggi ravvicinati

FOTOMETRIA

- La fotometria è la misurazione del flusso di energia proveniente da un oggetto celeste.
- Per definizione si utilizza un sistema in cui 5 magnitudini corrispondono esattamente ad un rapporto 100. Ogni magnitudine risulta esattamente 100^1/5 volte, circa 2.512 più luminosa della successiva.
- F flusso della stella, Fvega stella di riferimento, la mag. visuale è data da:

$$m_1 = -2{,}5 * \log_{10}\left\{\frac{F_1}{F_{vega}}\right\}$$

- Senza voler entrare nei dettagli della fotometria per poter effettuare misurazioni precise di deve calibrare la nostra immagine, conoscere le proprietà della nostra camera CCD effettuando appositi test con stelle di riferimento.
- Per i nostri studi utilizzeremo la fotometria differenziale, calcoleremo il valore di luminosità del nostro oggetto confrontandolo con stelle di magnitudine conosciuta.

Associazione Astrofili Alta Valdera

Asteroide 7 iris

FOTOMETRIA

Sei immagini, scattate con esposizione di 30” ciascuna in un intervallo di circa 34 minuti

Si apprezza lo spostamento del pianetino.
Nel grafico sono riportati i valori di luminosità.
Notare l'andamento dei valori di Iris e della stella di confronto.

```
backman@backman:~/FotoAstro/027> gethead -e "date-obs" A7*.fits
A7_G3110_01.fits  DATE-OBS=2006-10-31T00:01:10
A7_G3110_02.fits  DATE-OBS=2006-10-31T00:07:11
A7_G3110_03.fits  DATE-OBS=2006-10-31T00:11:10
A7_G3110_04.fits  DATE-OBS=2006-10-31T00:16:10
A7_G3110_05.fits  DATE-OBS=2006-10-31T00:27:10
A7_
```

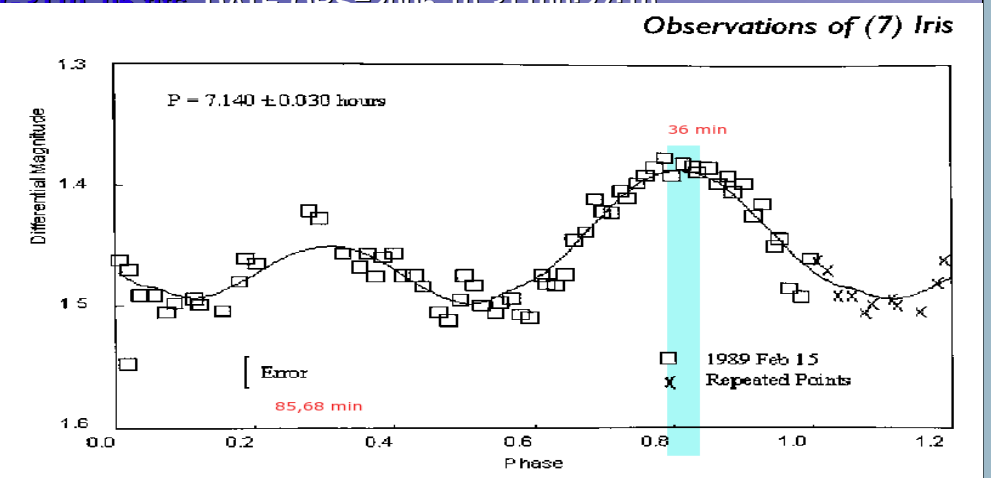
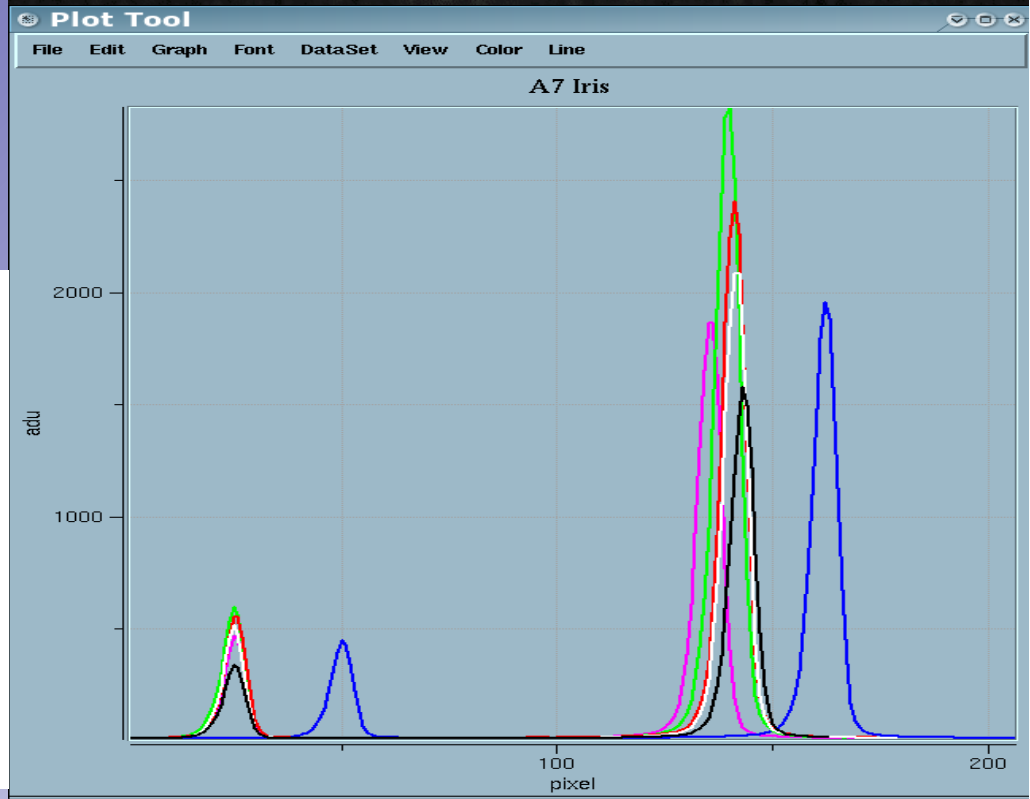


Figure 3. Photoelectric light curve, 1989 February 15 by J. W. Ells.



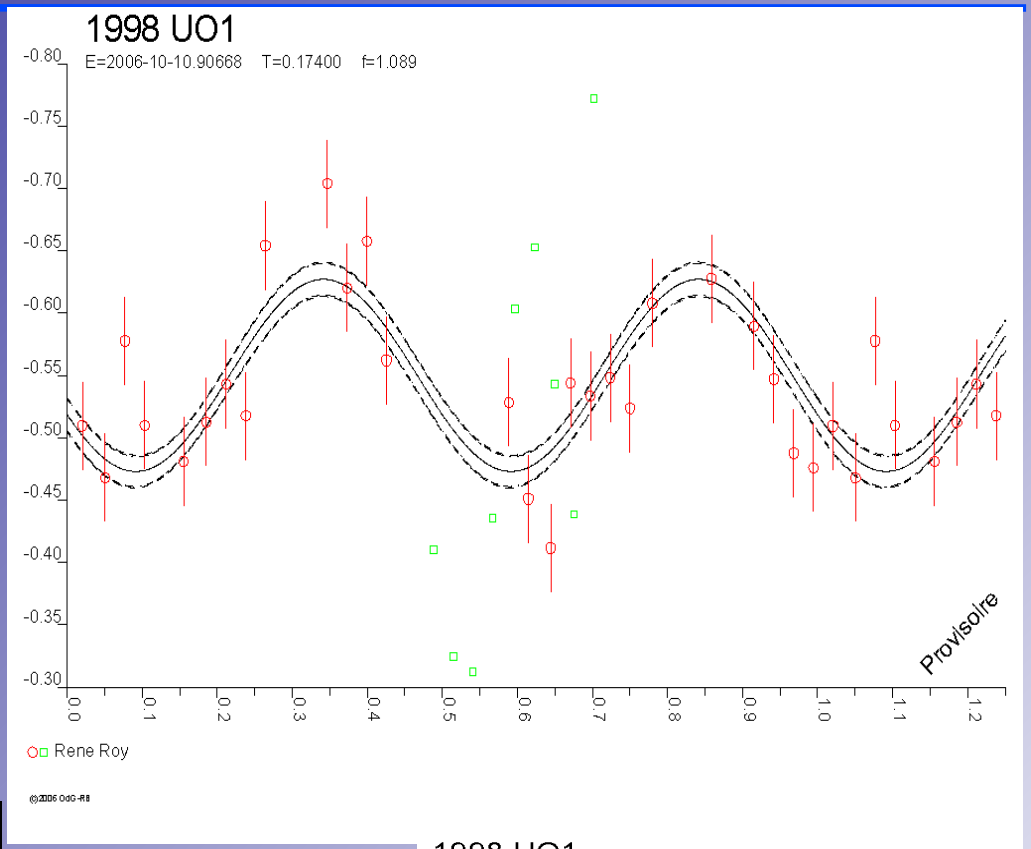
Associazione Astrofili Alta Valdera

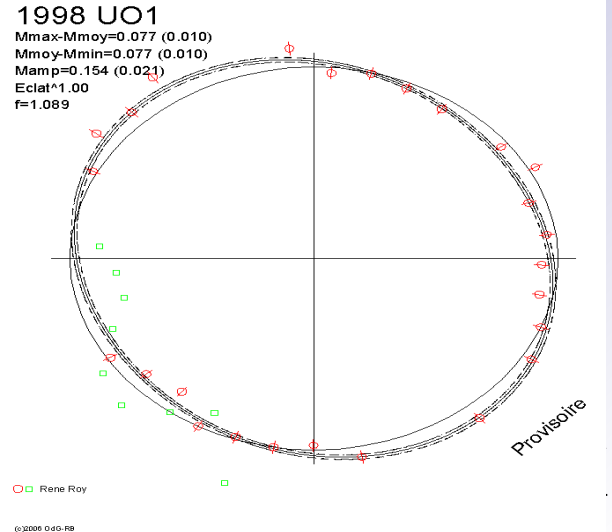
FOTOMETRIA

Asteroide 1998 UO1

Dalla curva di luce di un asteroide è possibile risalire in modo approssimativo alla sua forma.

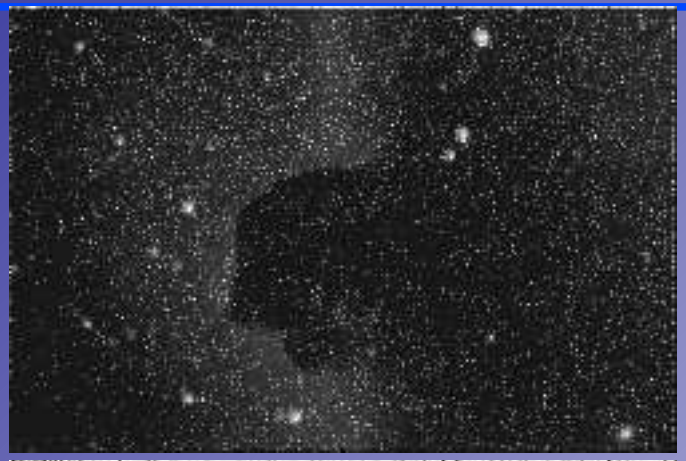
Utilizzando osservazioni fatte da siti diversi sono stai creati modelli tridimensionali relativi alla forma di alcuni asteroidi.

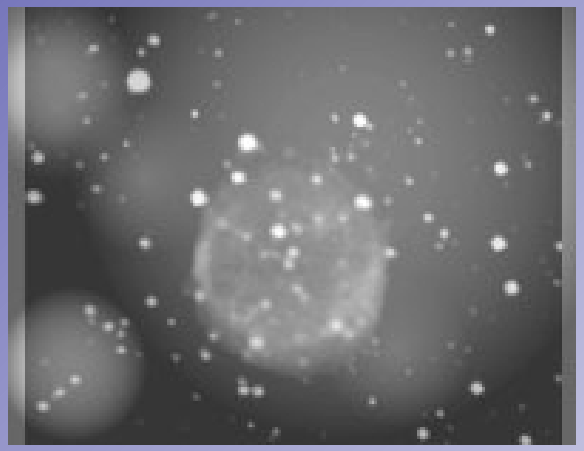


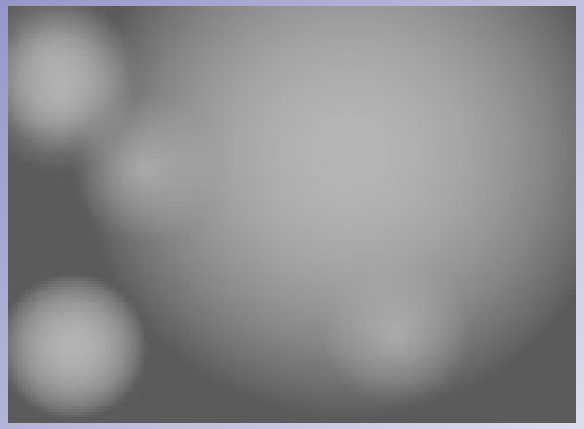


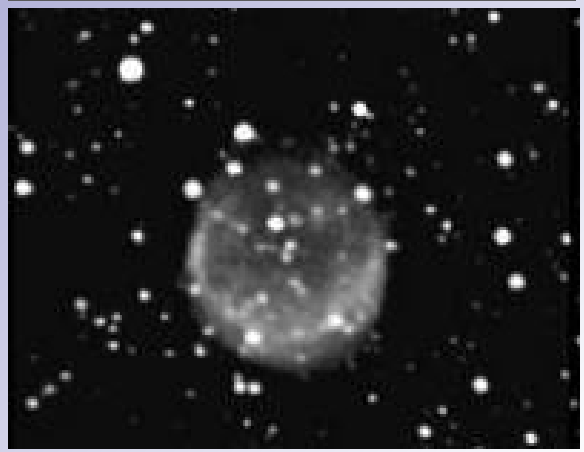
FOTOMETRIA

Prima di effettuare una misurazione di fotometria si deve calibrare l'immagine grezza - RAW - . Sottraendo il Dark Frame, e dividere per il Flat Field.







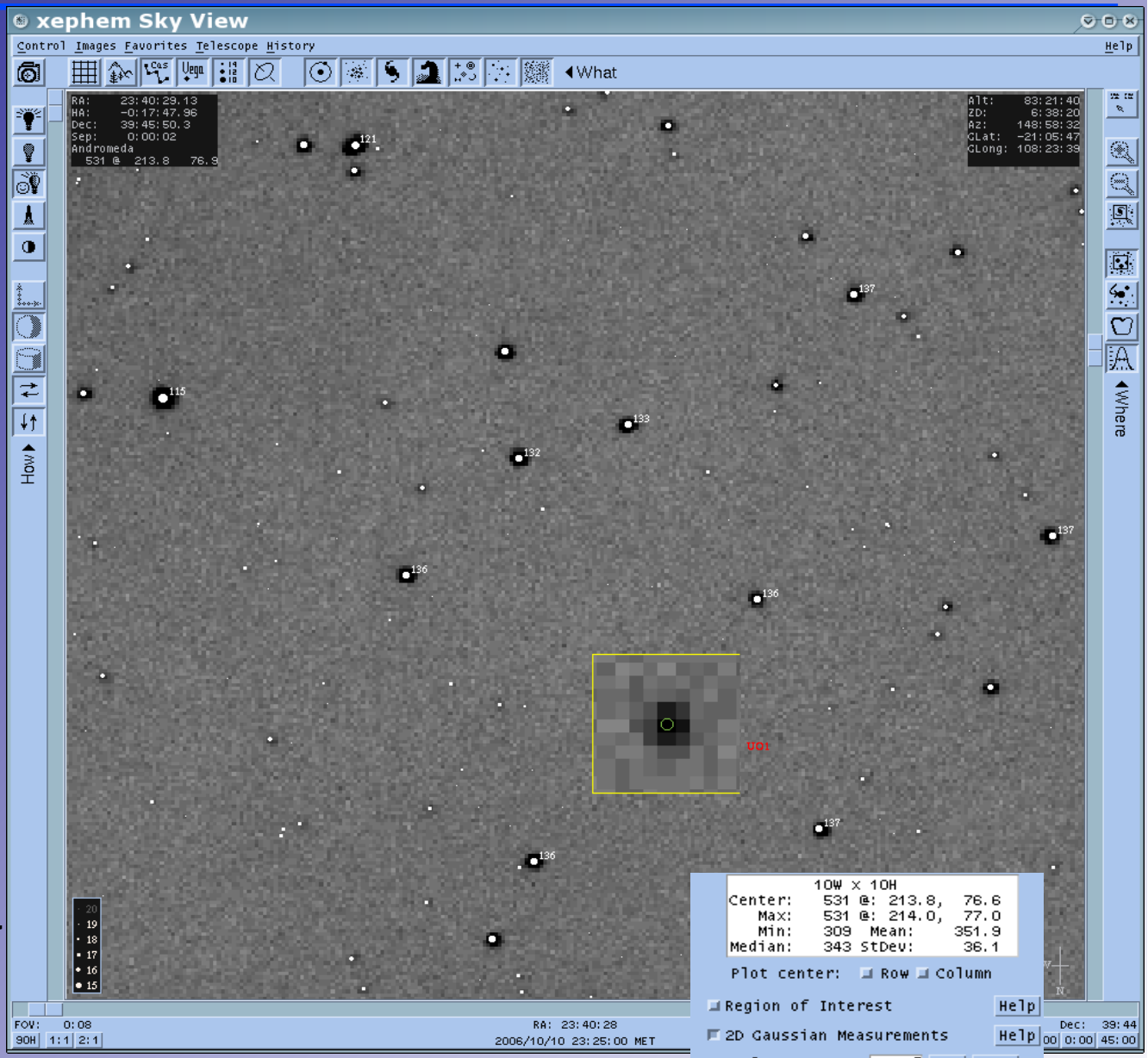


Associazione Astrofili Alta Valdera

FOTOMETRIA

Purtroppo la sola calibrazione non basta per effettuare misure di fotometria strumentali: si devono utilizzare specifici filtri UBV(RI), effettuare varie pose nel corso di una serata fotometricamente valida.

In alternativa si può utilizzare il sistema di fotometria differenziale. si misura la variazione di luminosità nel corso del tempo,e non la sua effettiva magnitudine, realizzando una curva di luce.

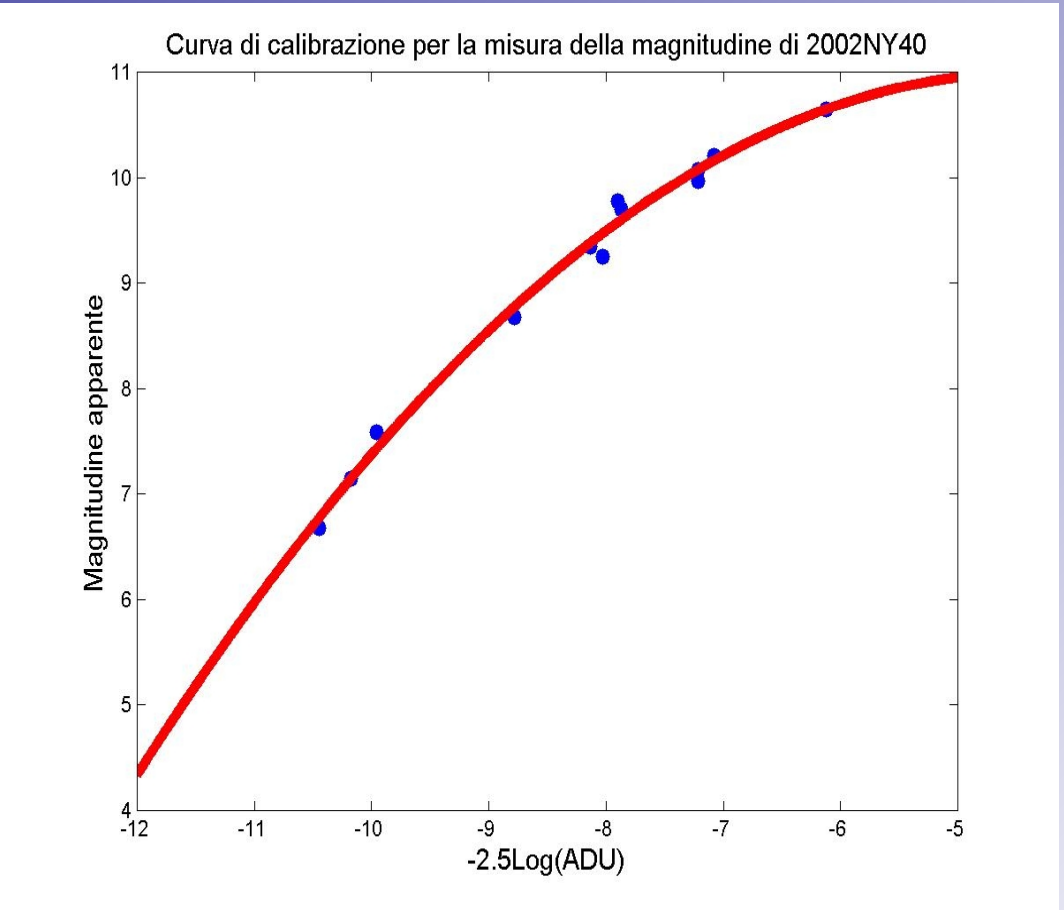


Associazione Astrofili Alta Valdera

Studio Fotometrico asteroide 2002 NY 40

Il 17 Agosto 2002 l'asteroide 2002 NY 40 è passato a soli 530,000 km dalla terra. E' stato effettuato un interessante studio fotometrico da astrofili italiani.

Sono state selezionate 12 stelle di riferimento ed è stata realizzata una curva di calibrazione.



Associazione Astrofili Alta Valdera

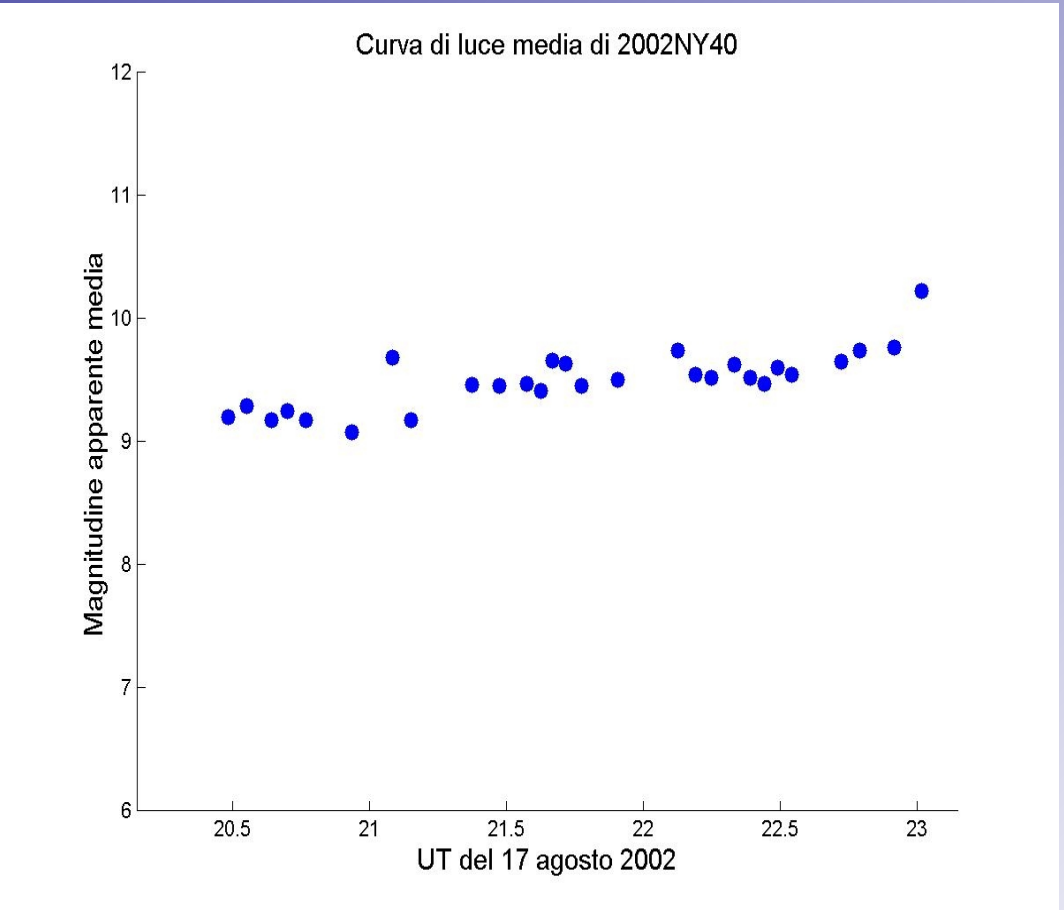
Studio Fotometrico asteroide 2002 NY 40

Sono state fatte delle stime di magnitudine dell'asteroide confrontando la sua luminosità con le stelle di riferimento. Nel grafico i valori sono mediati a coppie.

La magnitudine apparente di un asteroide e data dalla seguente formula:

$$m = m_0 + 5 * \log(r * d) + k * y$$

M0 mag. Assoluta, R distanza dal sole; D distanza dalla terra K coefficiente di fase y angolo di fase (Sole-Asteroide-terra)



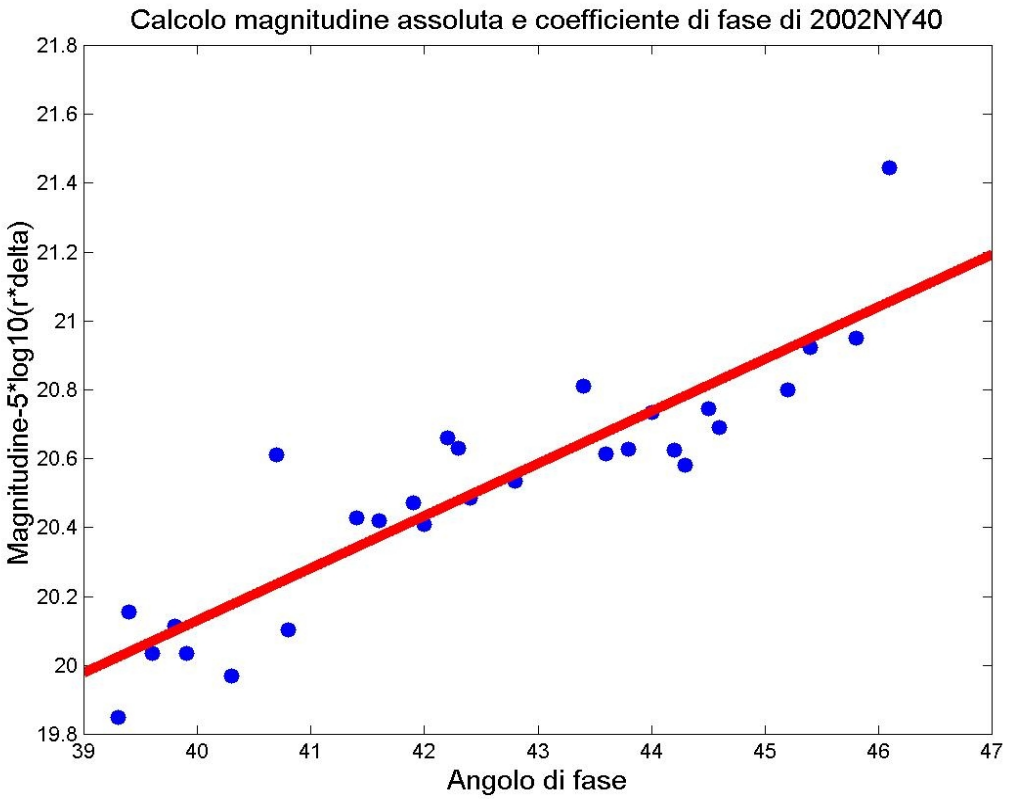
Associazione Astrofili Alta Valdera

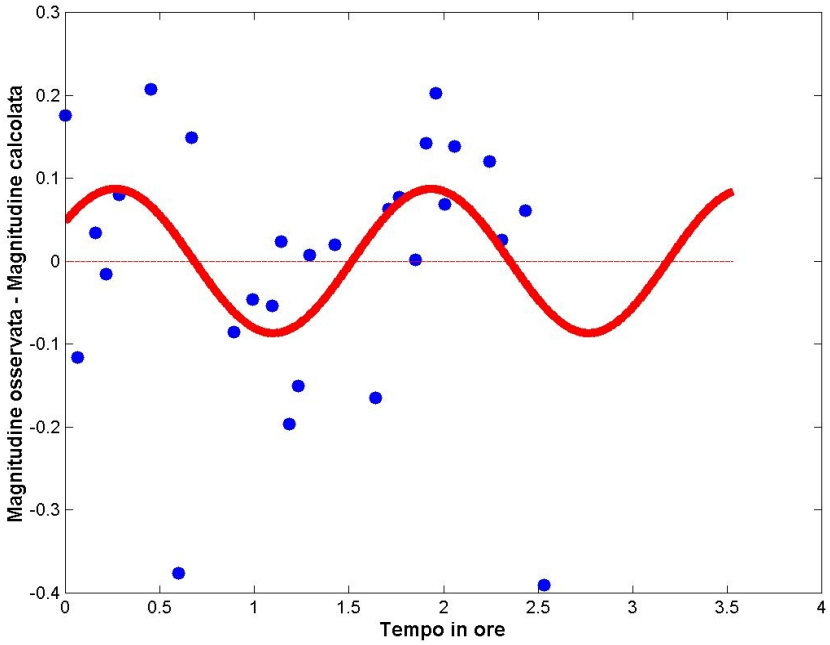
Studio Fotometrico asteroide 2002 NY 40

I dati sono facilmente ricavabili dalle effemeridi dell'asteroide, sostituendoli nella formula:

$$m = 14{,}06 + 5 * \log(r * d) + 0{,}15 * y$$

Si realizza il grafico a dx





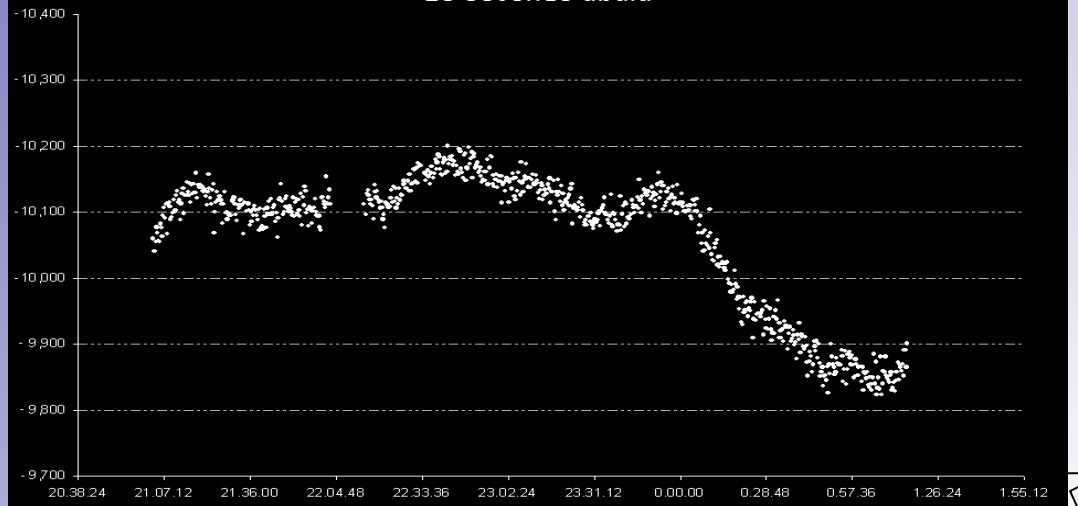
Dal quale è possibile ricavare la curva di luce

Asteroidi doppi

Un ottimo campo di applicazione della fotometria per lo studio degli asteroidi è nella individuazione di asteroidi doppi!

Dalla curva di luce si può provare a risalire alla presenza di un corpo minore che ruota intorno al nostro asteroide

Asteroid 1999 KW4, imaged on May 27 2001. 37*6 sec exposures, each of them 20 seconds apart.

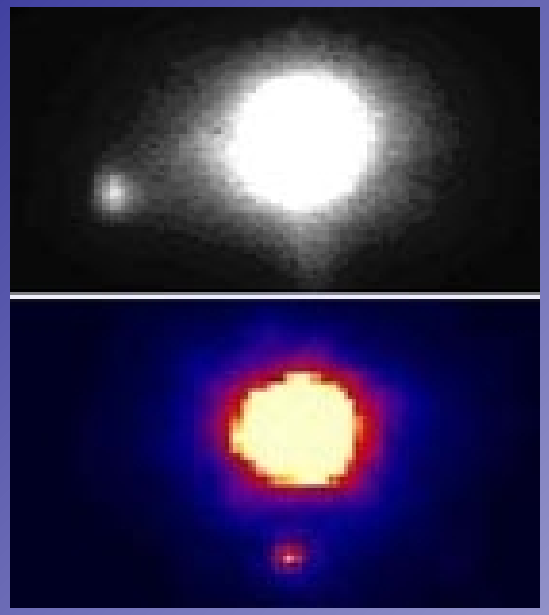


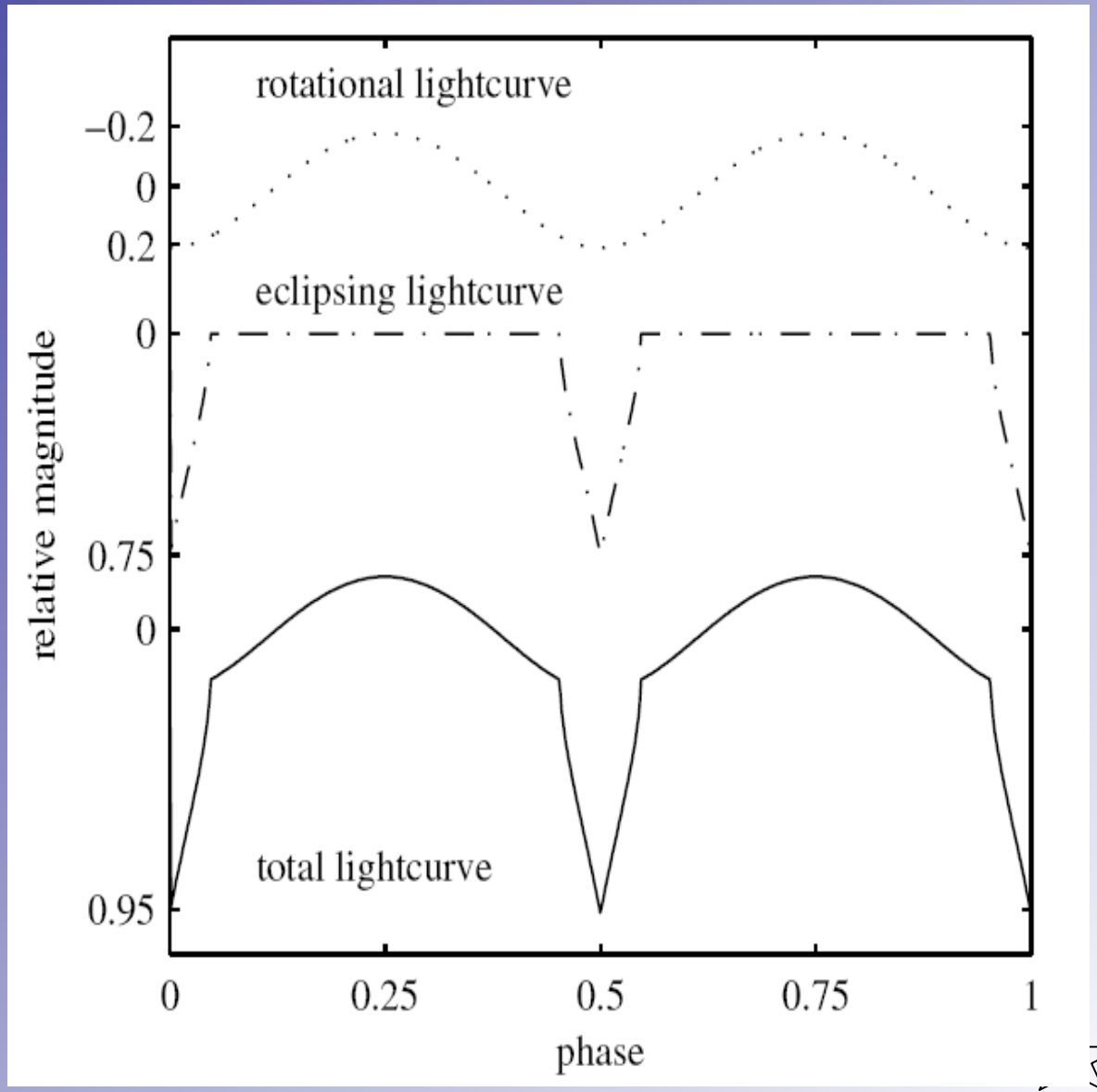
1999 KW4 lightcurve, as from a four hours long run, grabbed on May 27. The run started at 21.03 UT. A better analysis is under way, in order to understand better this curve.
Gianluca Masi, Bellatrix Astronomical Observatory. Ceccano - Italy

Asteroidi doppi

Vediamo un esempio di curva di luce di un asteroide che viene eclissato da sul binario.

Sotto asteroide 22 Calliope e il suo compagno ripresi dal telescopio Keck II

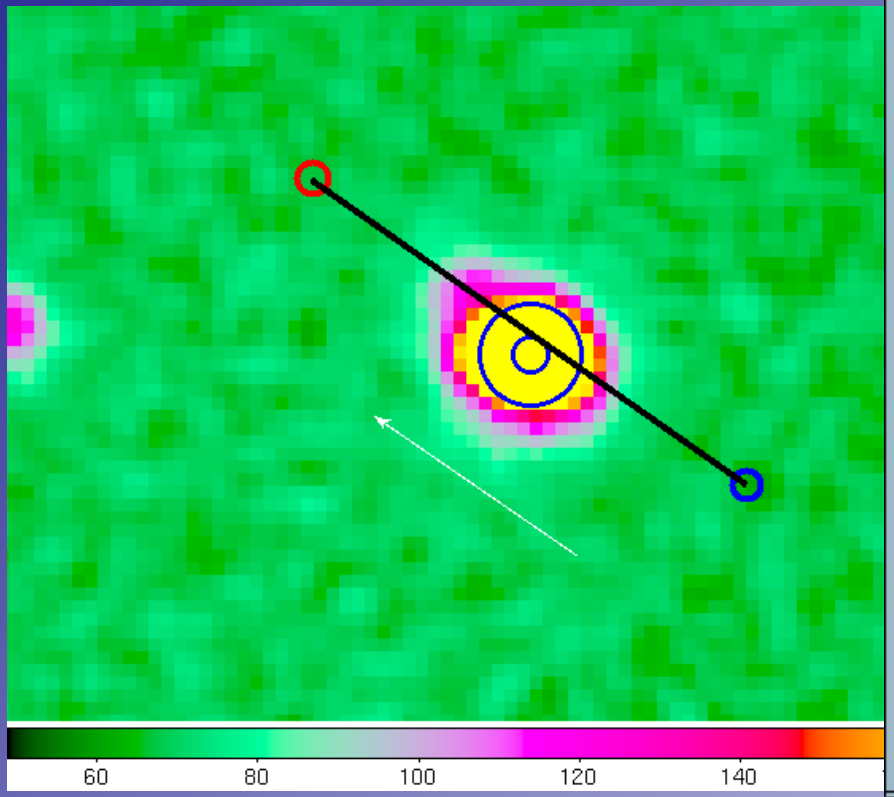


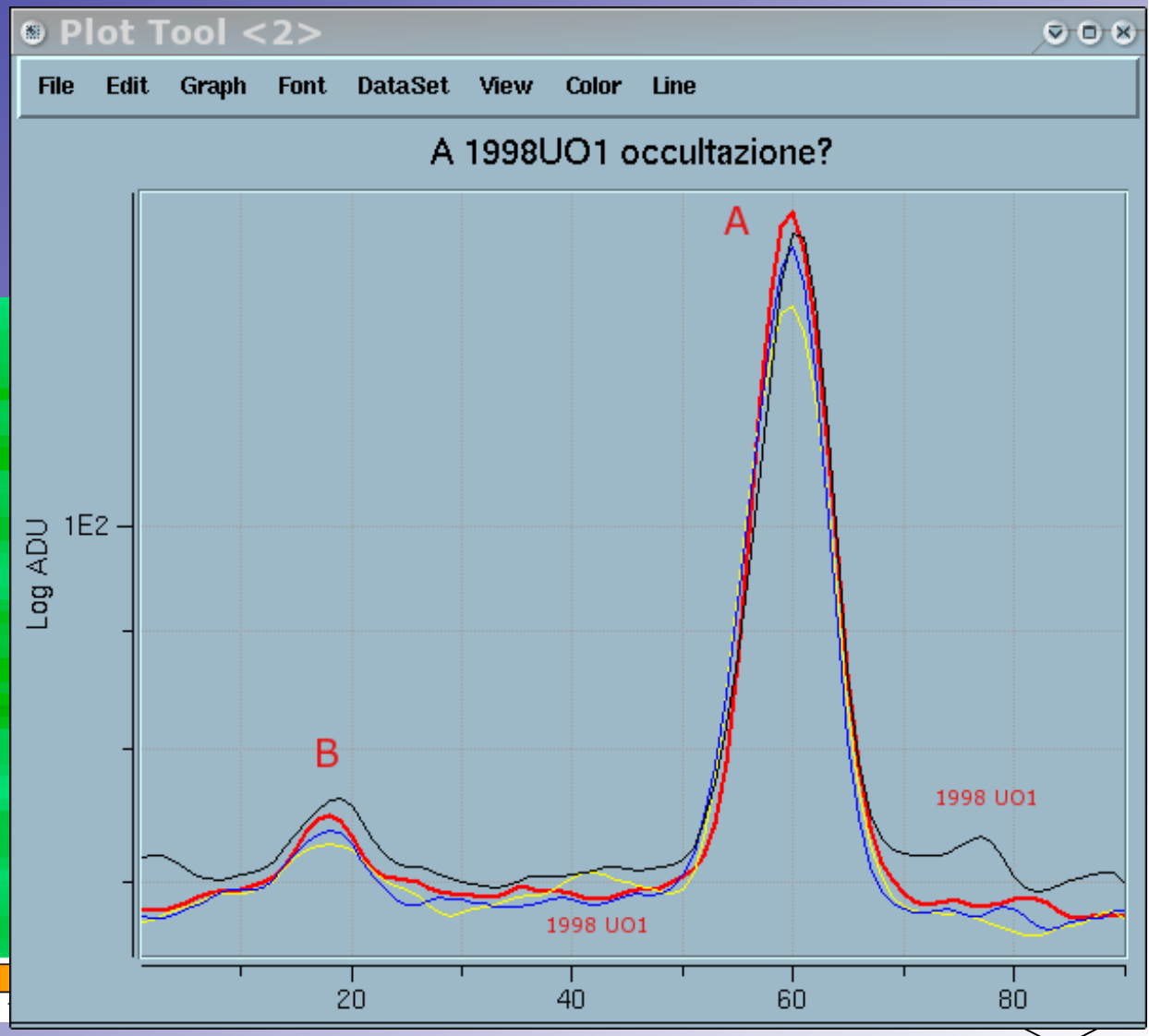


Associazione Astrofili Alta Valdera

Occultazioni asteroidali

Quando un asteroide transita sopra una stella si parla di occultazione asteroidale.



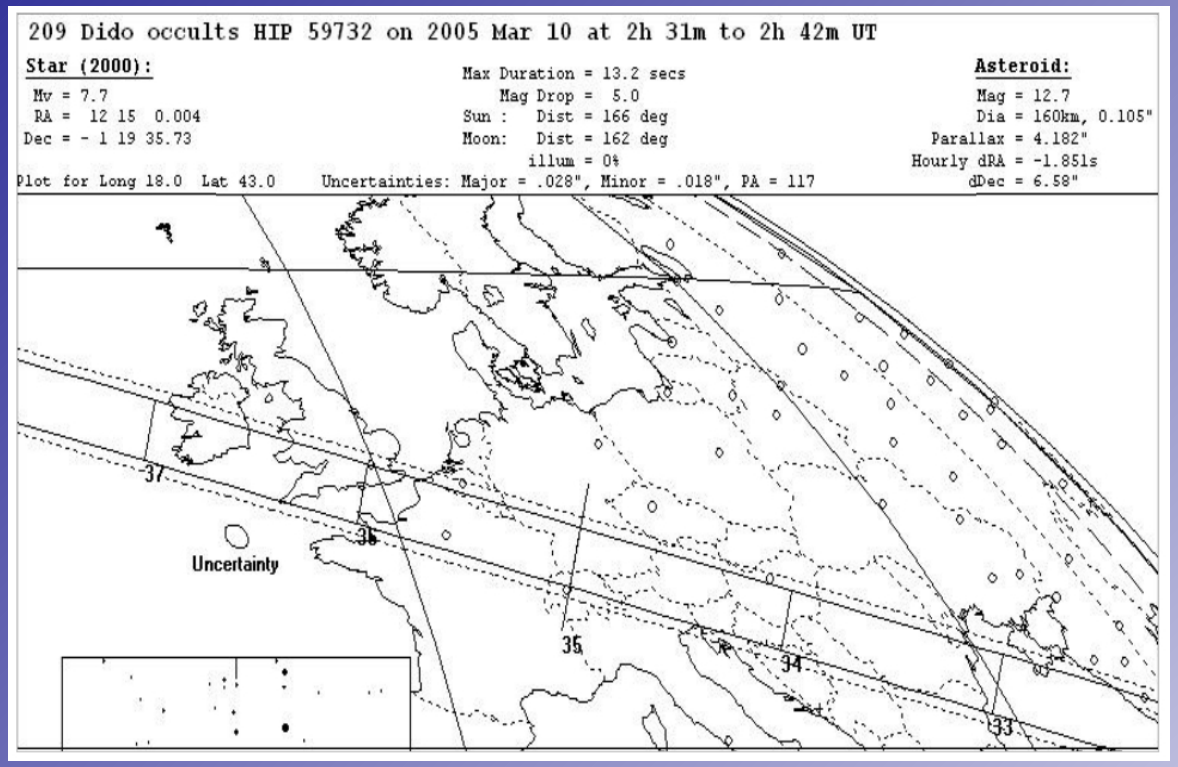


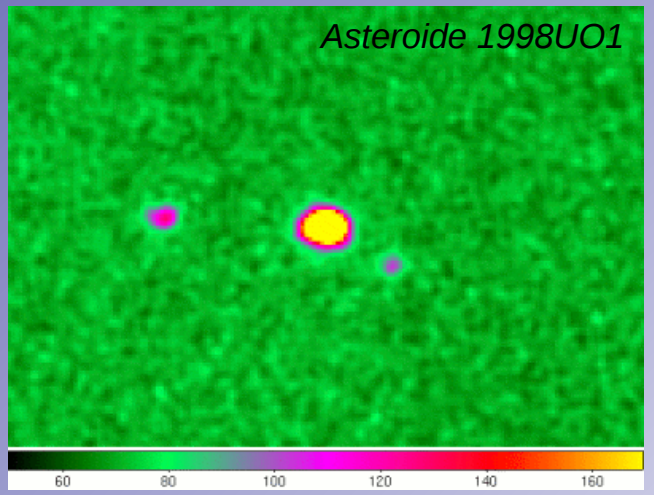
Associazione Astrofili Alta Valdera

Occultazioni asteroidali

Le occultazioni asteroidali sono molto importanti per lo studio dell'orbita, della forma e per la scoperta o conferma di un satellite binario.

E' uno studio di astrometria e fotometria



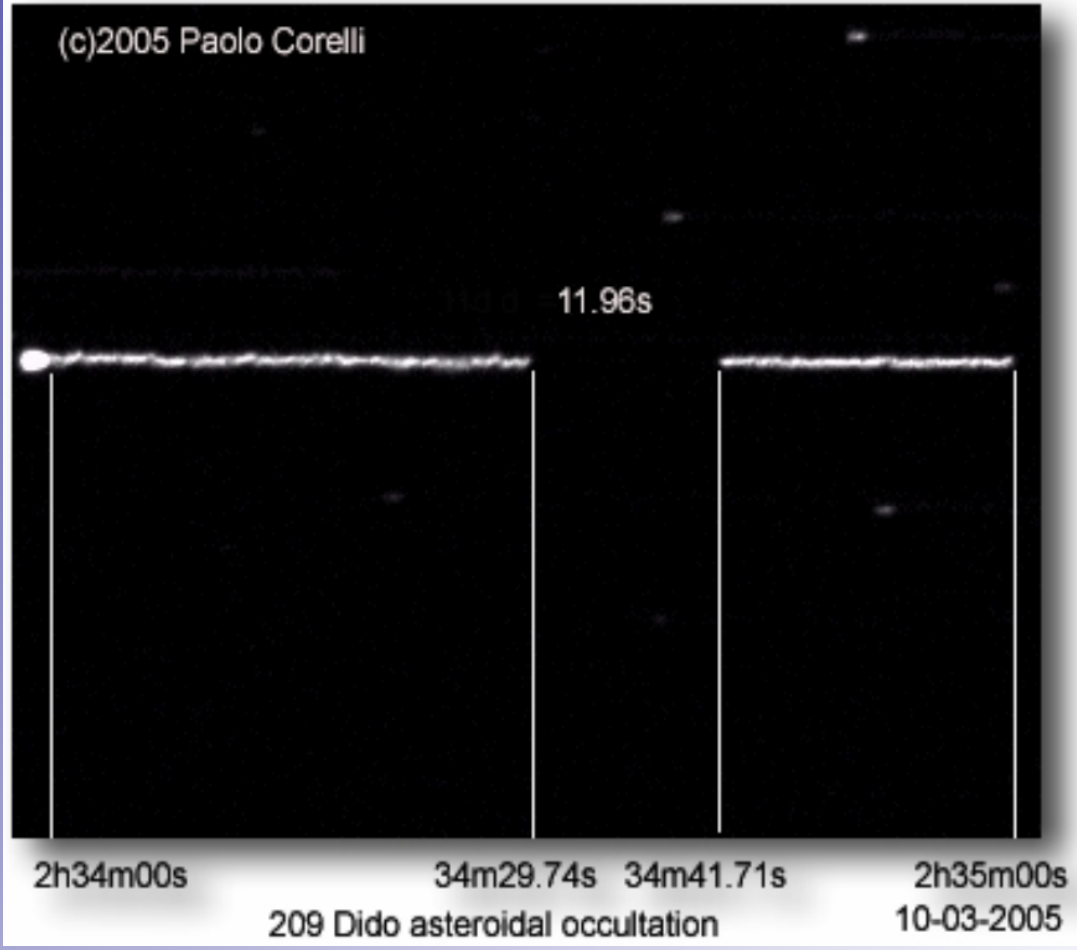


La fascia di occultazione è simile a quella delle eclissi di sole ma con una linea centrale notevolmente ridotta.
Fattore fondamentale delle occultazioni è la registrazione del tempo che non ammette errori superiori a ±0,3 secondi.

Occultazioni asteroidali

Un esempio di occultazione con il metodo detto star-drift. Si inquadra sul lato sinistro del sensore la stella che verra occultata, si fermano i motori di RA. Se lsi verifica l'occultazione si vedre la “linea” stisciata della stella interrotta.

In questo modo è possibile calcolare l'esatta durata dell'evento e l'ora di inizio e fine del fenomeno



Associazione Astrofili Alta Valdera

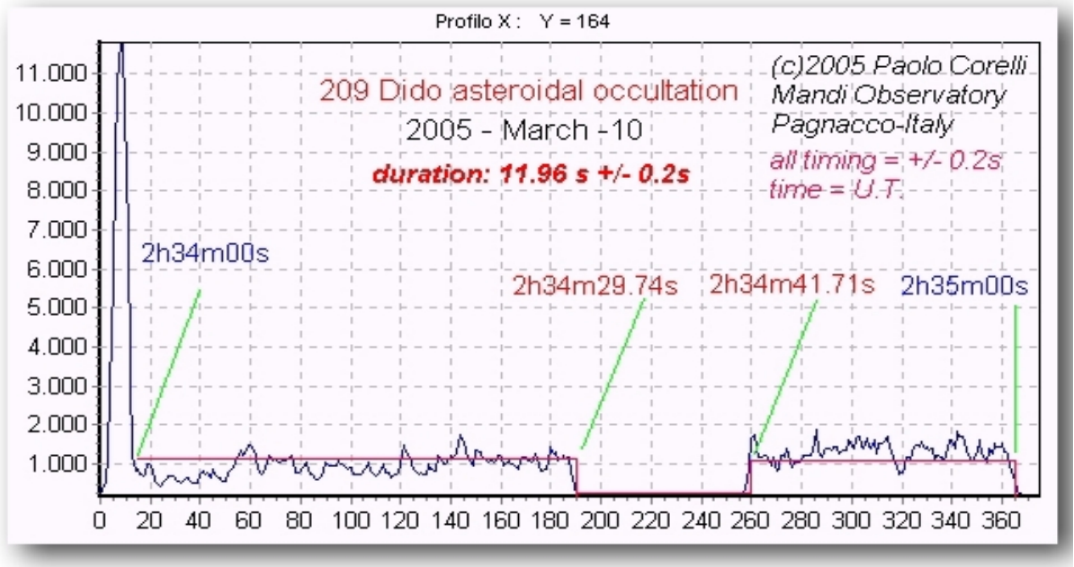
Occultazioni asteroidali

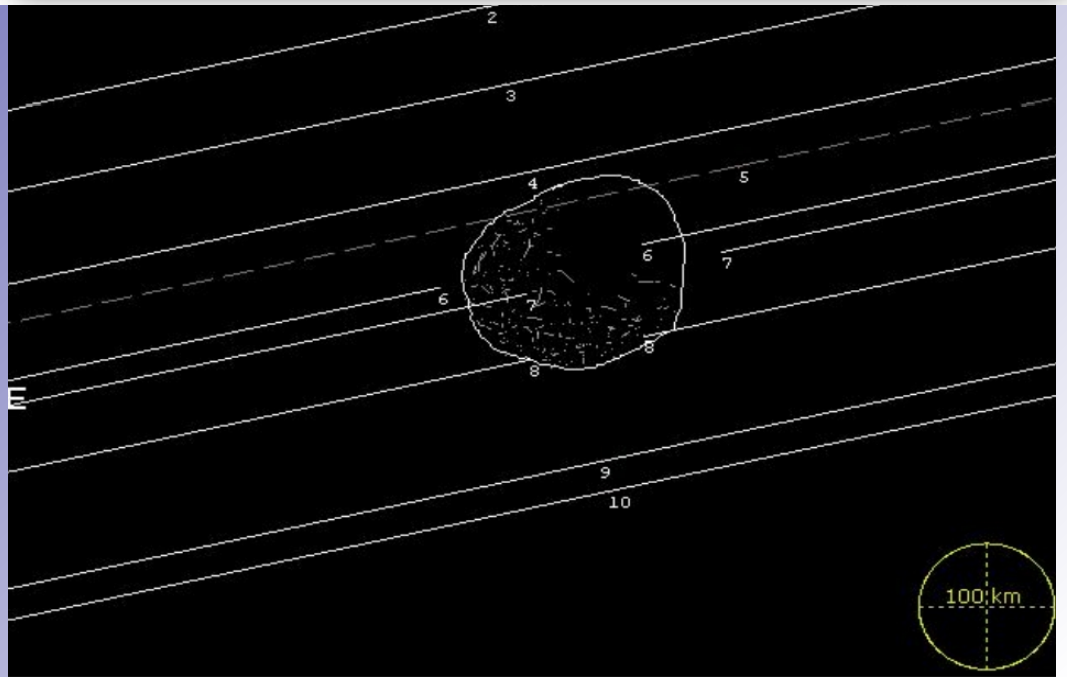
Si analizza la reigistrazione dell'immagine, ricavanmdo le informazioni relative all'evento

Grazie all'osservazione del fenomeno da parte di più osservatori dislocati nella varie località della linea di occultazione e possibile risalire al profilo del'asteroide.

In qualche caso è possibile notare la presenza dell'asteroide binario.

Anche un osservazione negativa è molto utile.

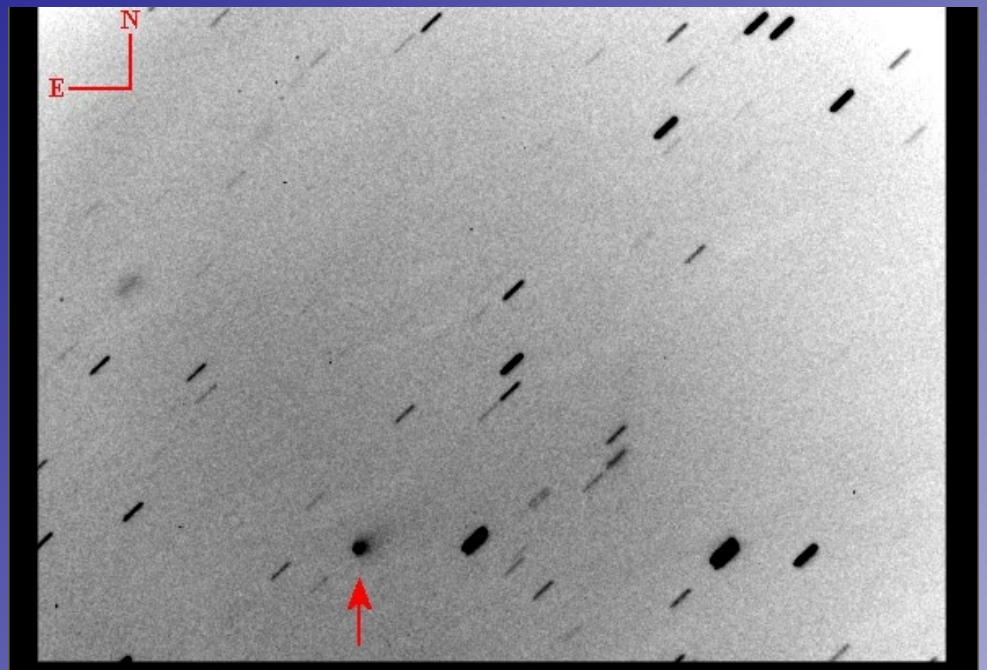




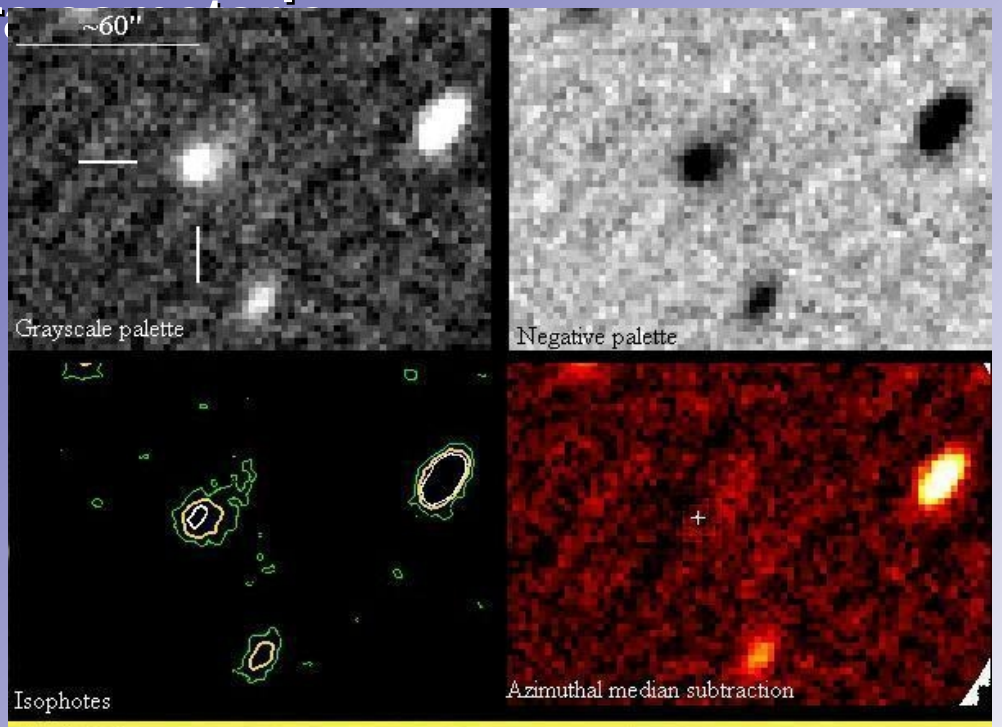
Associazione Astrofili Alta Valdera

Asteroidi o Comete

Alcuni asteroidi hanno elementi orbitali unusuali, tanto fa far pensare che si tratti di comete. Solo di recente e nato il progetto T3 nato dalla nostra UAI che consiste nel tenere sotto controllo un certo numero di oggetti asteroidali dalle caratteristiche orbitali peculiari, che fanno sospettare una loro possibile natura



C/2005 YW (LINEAR) - 2006/10/11 h. 04.08.17 UT
Sum of 50 x 15 seconds exp. stacked on the motion of the comet (1,54"/min in P.A. 133,6°).
Newton "Marcon" telescope f/4.64 + CCD SBIG ST10-XME, binned 3x3, R filtered.
FOV: 14,0 x 9,8 arcminutes, 1,5"/pixel resolution.
Sun distance: 2,111 AU, Earth distance: 2,796 AU, Mag.: 15.0 N - Constellation: Sextans
Luca Buzzi - Astron. Obs. "G.V.Schiaparelli" - Varese - Italy (MPC 204)



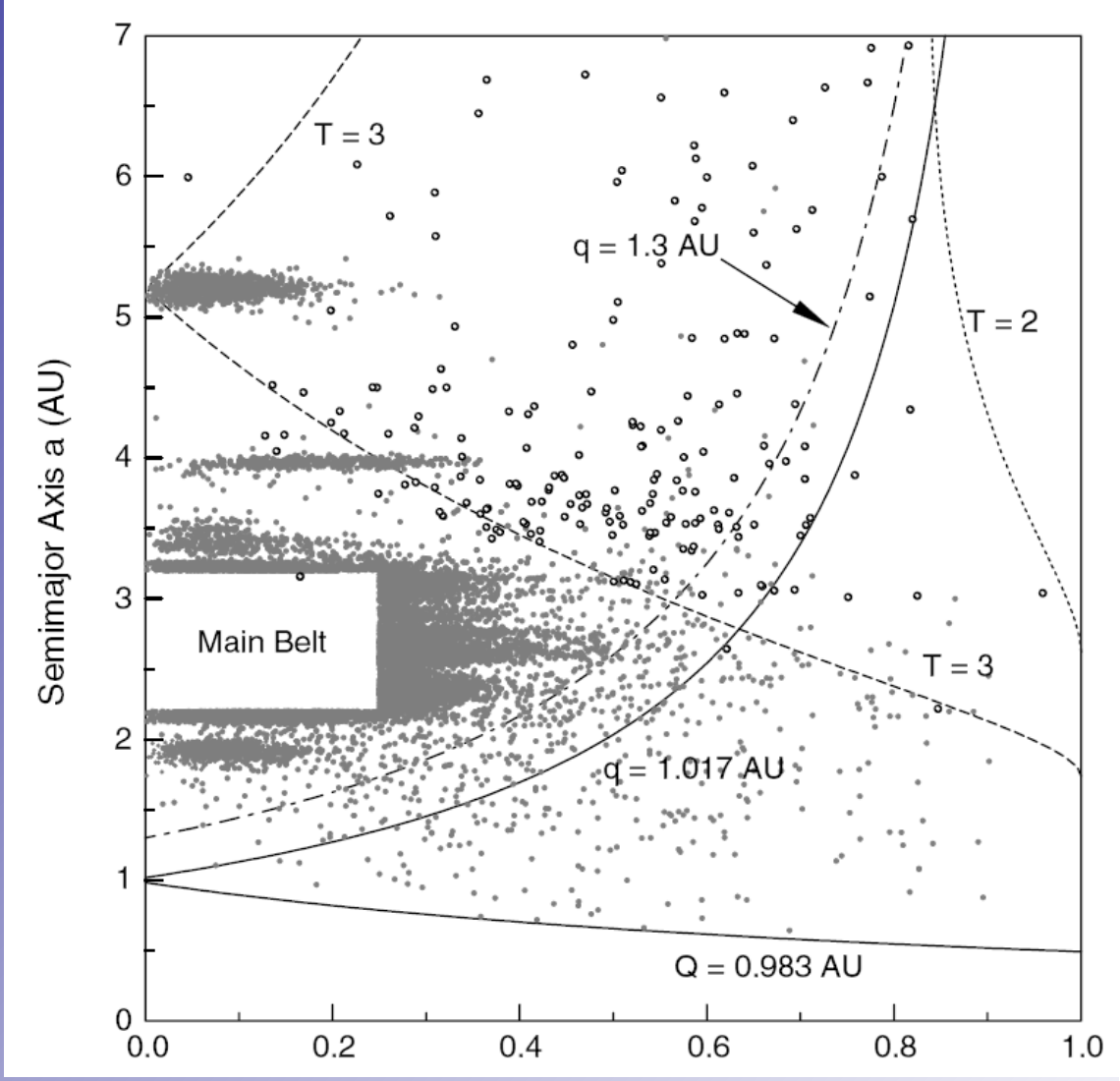
C/2005 YW (LINEAR) 2006, October 11.49
Average of 10 unfiltered exposures, 60 seconds each
Takahashi Epsilon, D=0.25m, f/3.4 + SBIG ST8XE
Remotely from the R.A.S. Observatory (NM)
E. Guido & G. Sostero (AFAM-Remanzacco, Italy)
http://www.afamweb.com http://cara.uai.it

N
E

Associazione Astrofili Alta Valdera

Asteroidi o Comete

Le comete sono divisi i due gruppi: Lungo periodo - corto periodo >200 anni.
Queste a suo volta hanno due sottogruppi:
Jupiter comet perido > 20 e i ~11° Halley Comet >200 e <20 I ~45°
Una parametro di differenziazione è stato introdotto da Carusi e Valsecchi (1987) basato sul parametro Tisserand
le comete di tipo Jupiter hanno un valore T >2 e T<3; le Halley T<2



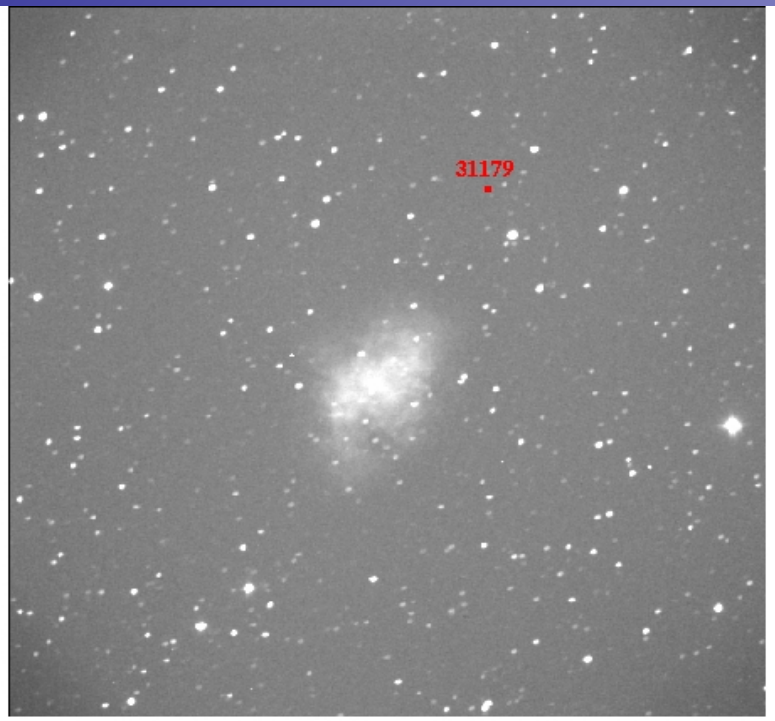
$$T = a_j/a + 2*\sqrt{(a/a_j)*(1-e^2)*\cos(i)}$$

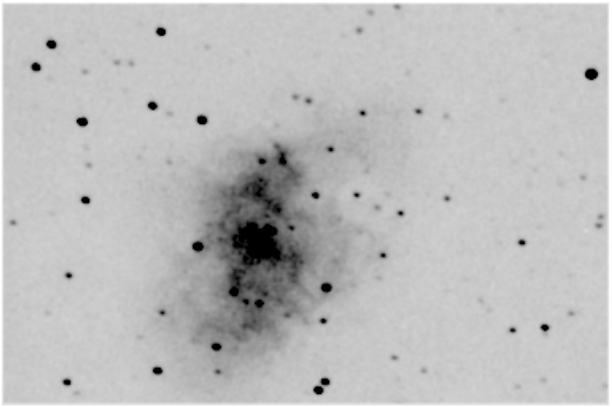
o comete; Linea solida q<1.017 e Q>=0.983
Tratteggiata q=1.3 Armor

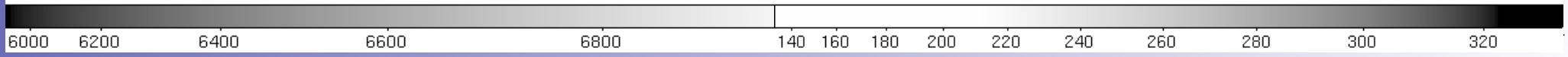
Associazione Astrofili Alta Valdera

Centro Astronomico Libbiano

Prima luce al *C.A.L.*
03/11/2006 23:38 UT
500mm F8
FLI IMG posa di 9”
Oggetto: M1... e non solo...

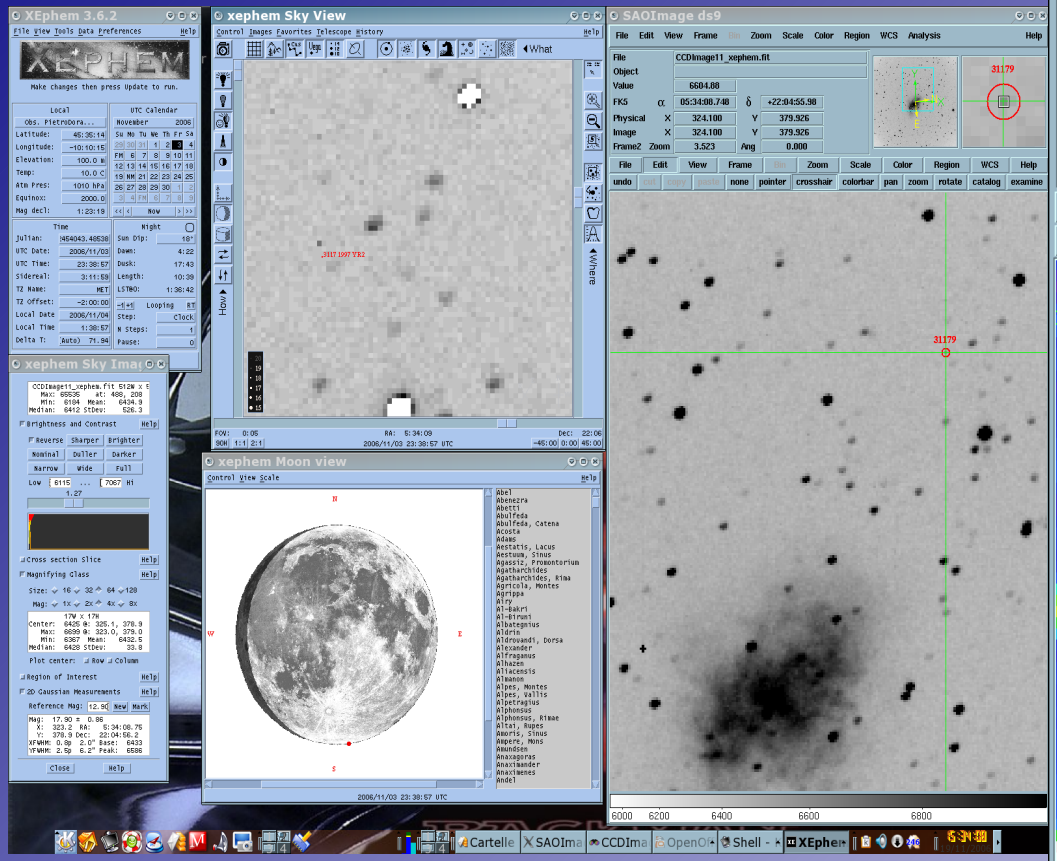


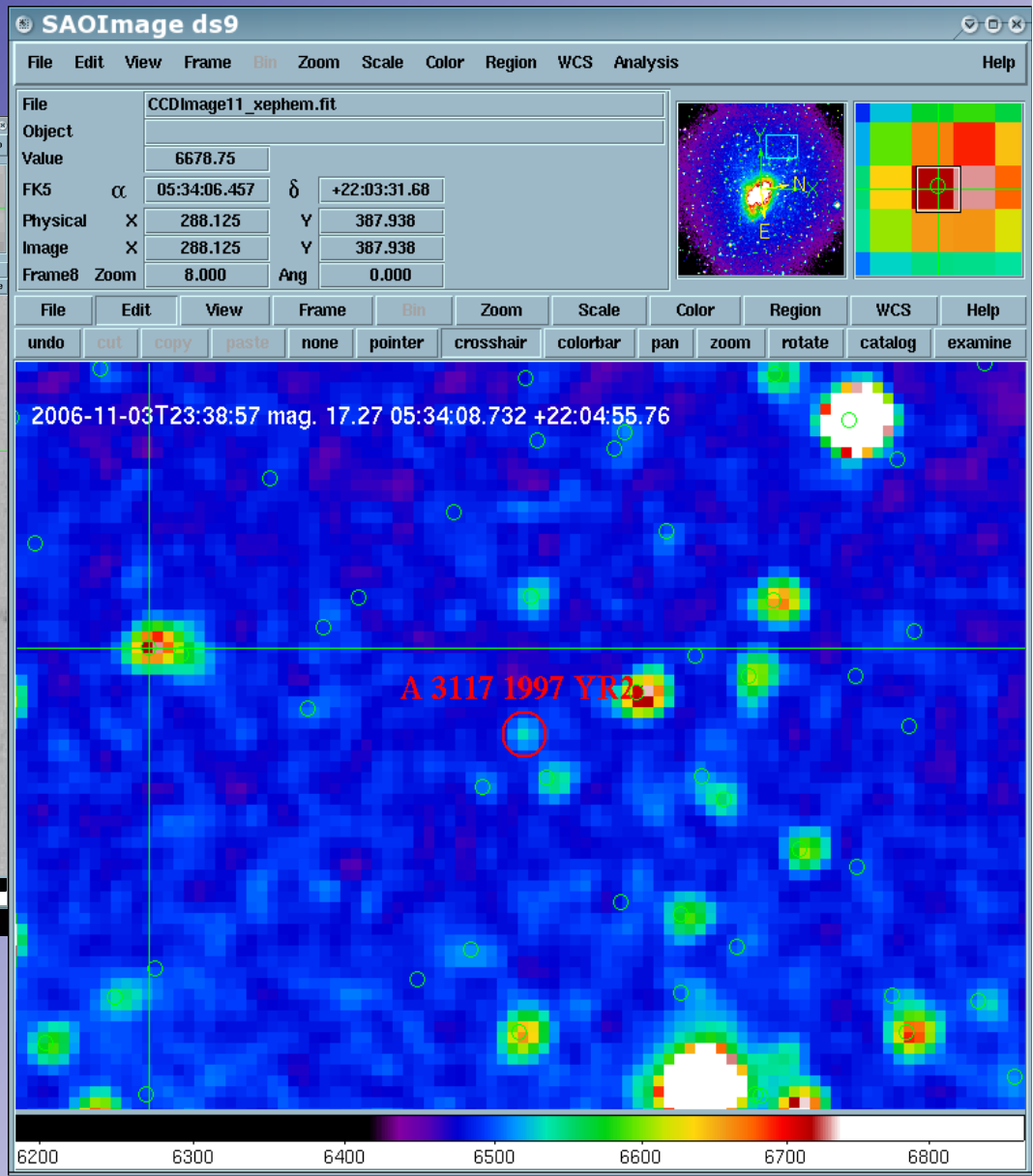




Associazione Astrofili Alta Valdera

1° Asteroide identificato: 31179 – 1997 YR2





(2006-11-03T23:38:57 mag. 17.27 05:34:08.732 +22:04:55.76)

scoperto il December 21, 1997 da N. Sato

Centro Astronomico di Libbiano

FINE

Associazione Astrofili Alta Valdera

Breve Bibliografia

Asteroidi di Federico Tosi (A.R.A.)

Asteroidi Sergio Foglia (UAI)

Oss.ni fotometriche 2002 NY40 Di Albino Carbognani

Minor Planets Book (G.A.N.)

- Introduzione alla fotometria astronomica usando i CCD W. Romanishin

Evolution of coment into asteroid P.W. Weissman

- A survay of dynamics of main belt asteroid ll. P Muller
- Finding asteroid D. Bowdley
- Lezioni di Astronomia C. Barbieri
- Minor Planet Center site
- www.uai.it

Questa presentazione è stata realizzata con software free: OpenOffice,Gimp, Xephem, DS,Ksnapshot

Linux
Registered User # 226592