

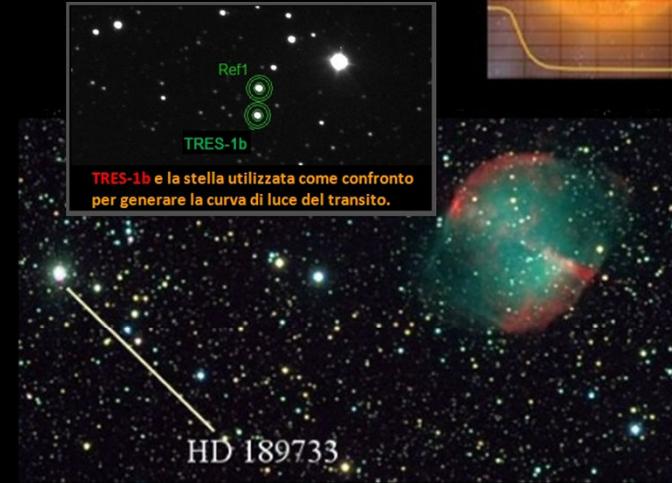


Associazione Astrofili
Alta Valdera
www.astrofilialtavaldera.it

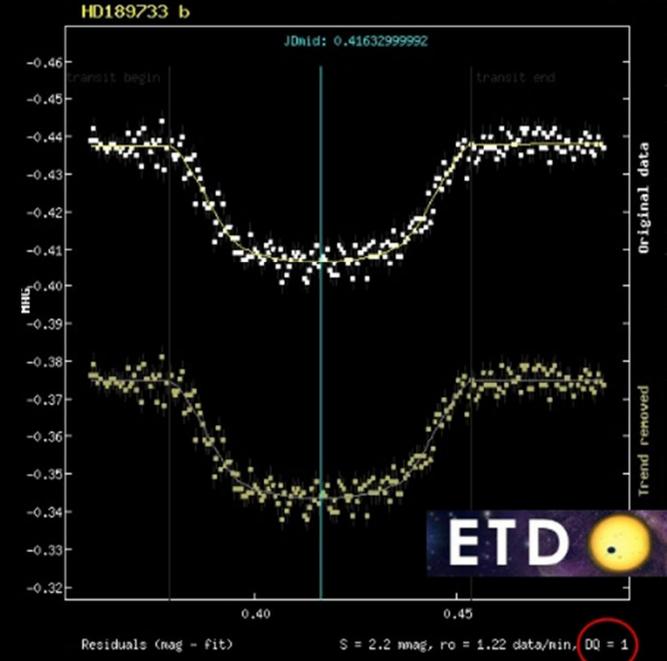
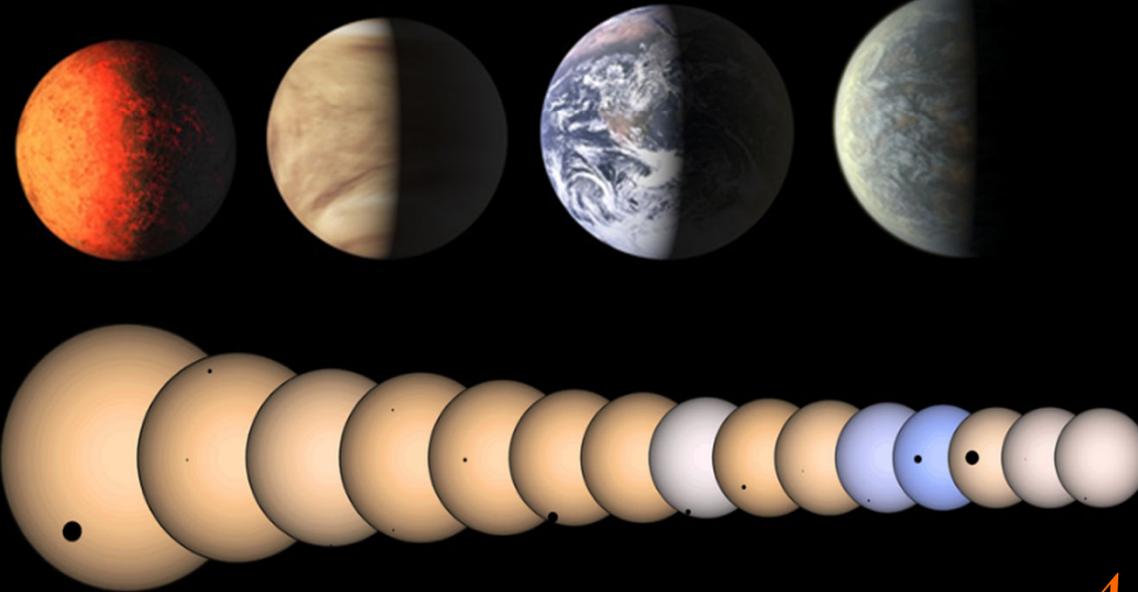
PECCIOLI...
E INTORNO L'UNIVERSO
UN MESE DI INIZIATIVE DEDICATE ALLE STELLE

Sez. Pianeti Extrasolari

Libbiano, 7 Dicembre 2014 Occhi di Libbiano su pianeti di stelle lontane.



Kepler-20e Venus Earth Kepler-20f

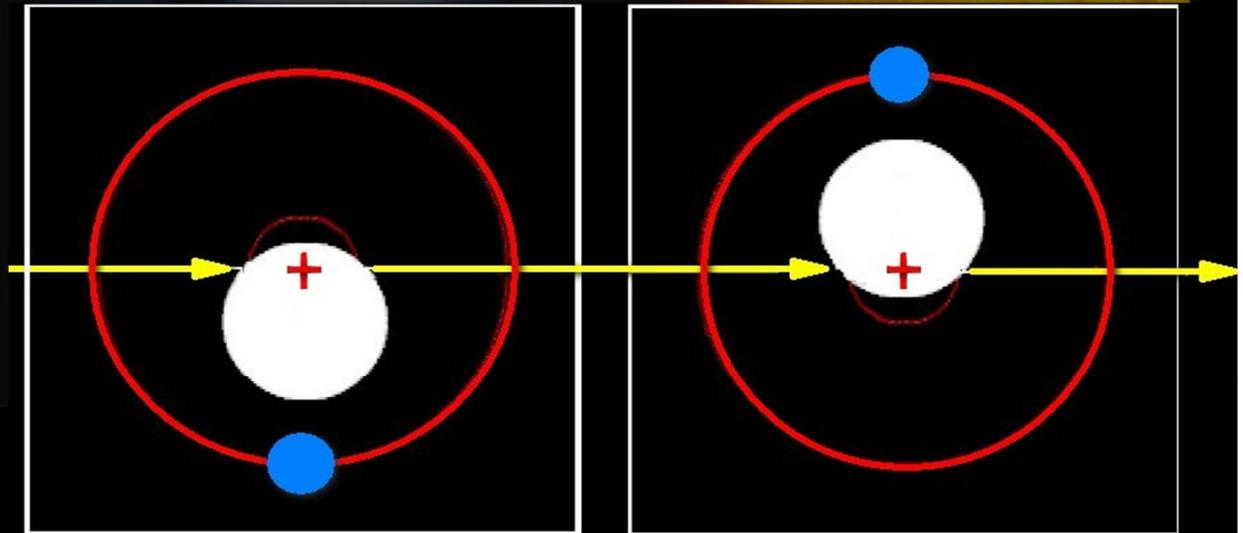


A cura di Alberto Villa

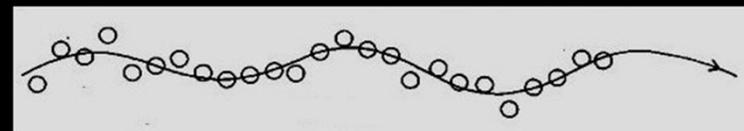


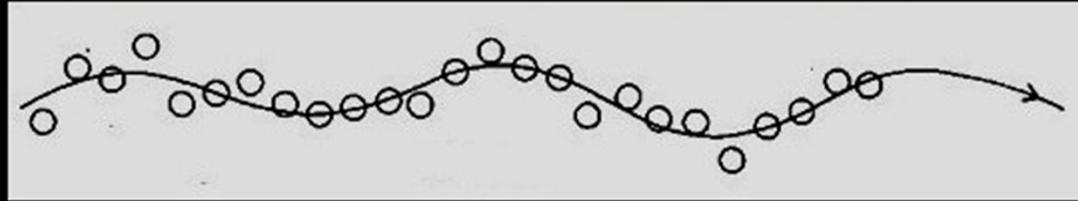
Peter Van de Kamp (1901 - 1995)

Pioniere nella ricerca dei pianeti extrasolari, nel 1963 ipotizzò che attorno alla "Stella di Barnard" si muovesse un pianeta gigante, a spiegarne il movimento "oscillante".



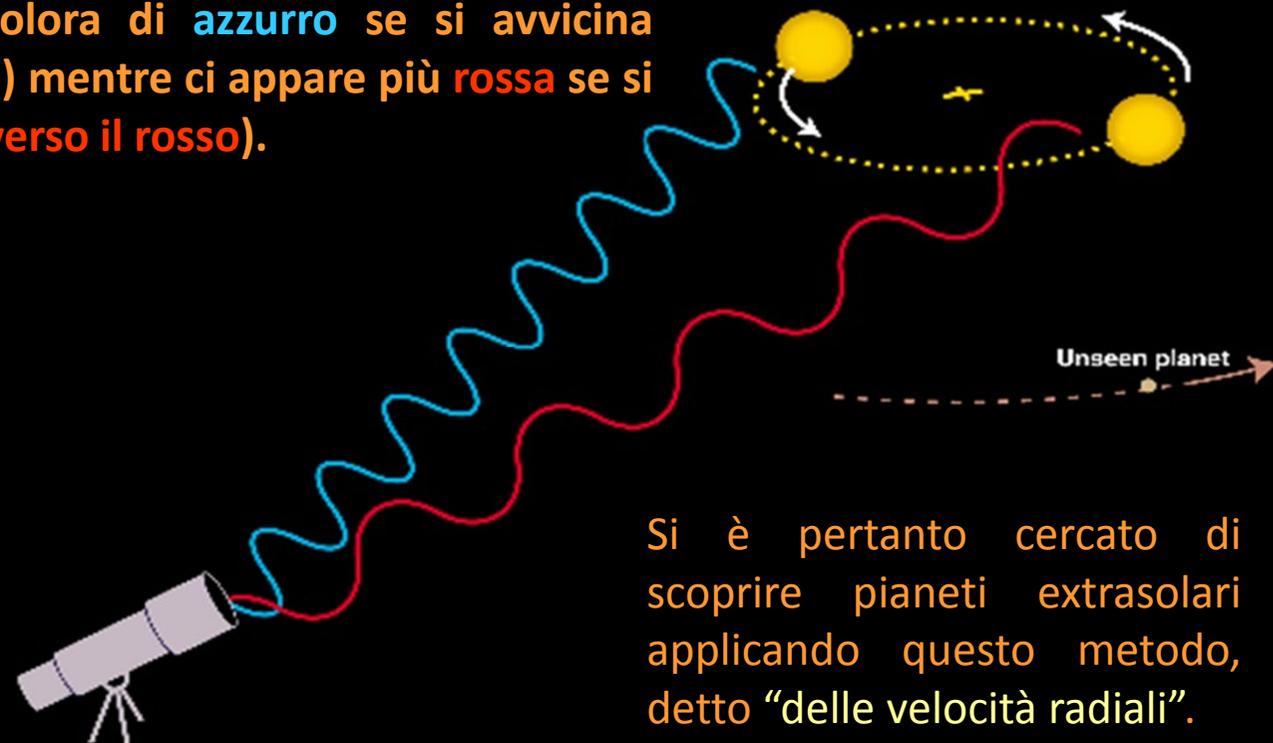
Pianeti extrasolari





Pianeti extrasolari

In conseguenza di questo effetto, se la disposizione geometrica è favorevole, la stella continua alternativamente ad allontanarsi e ad avvicinarsi alla Terra, dalla quale la osserviamo. L'effetto Doppler ci insegna che ove una sorgente ci appaia bianca essendo ferma, la sua luce si colora di **azzurro** se si avvicina (**spostamento verso il blu**) mentre ci appare più **rossa** se si allontana (**spostamento verso il rosso**).

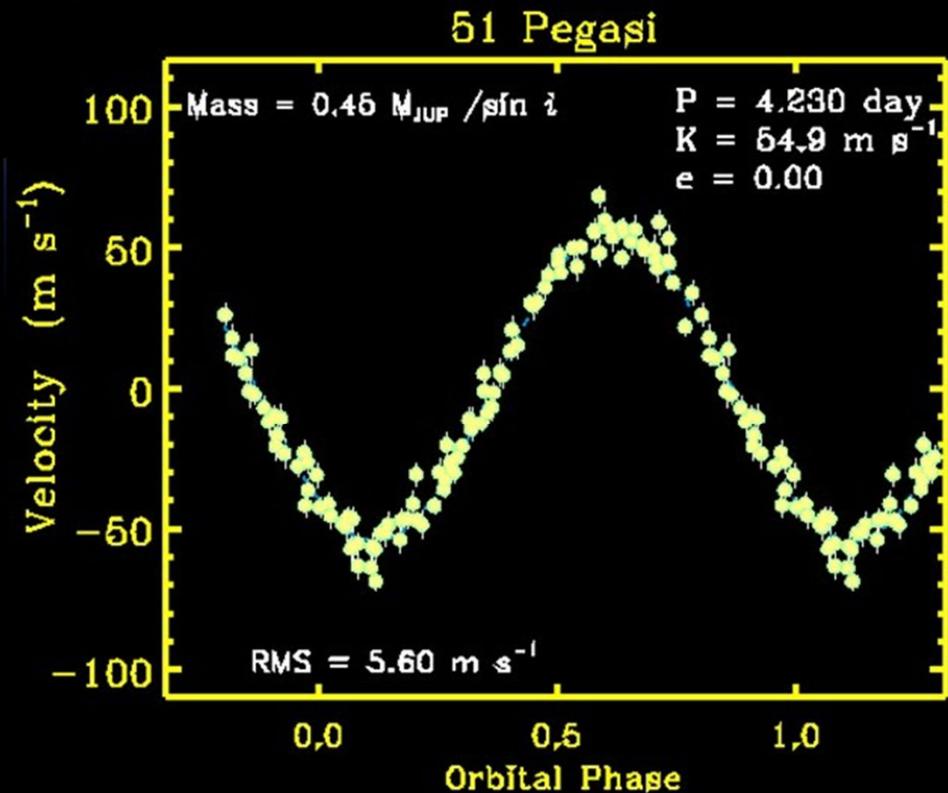


Si è pertanto cercato di scoprire pianeti extrasolari applicando questo metodo, detto "delle velocità radiali".

E' proprio con questo metodo viene scoperto il primo pianeta extrasolare: il 6 ottobre 1995, a Firenze, Michel Mayor e Didier Queloz annunciano la scoperta di un pianeta attorno alla stella 51 Pegasi (molto simile al Sole, distante 50 anni luce). Il pianeta è circa 160 volte più massiccio della Terra e orbita attorno alla sua stella in poco più di 4 giorni a 7,5 milioni di km. Molto recente quindi in astronomia la scoperta di esopianeti.

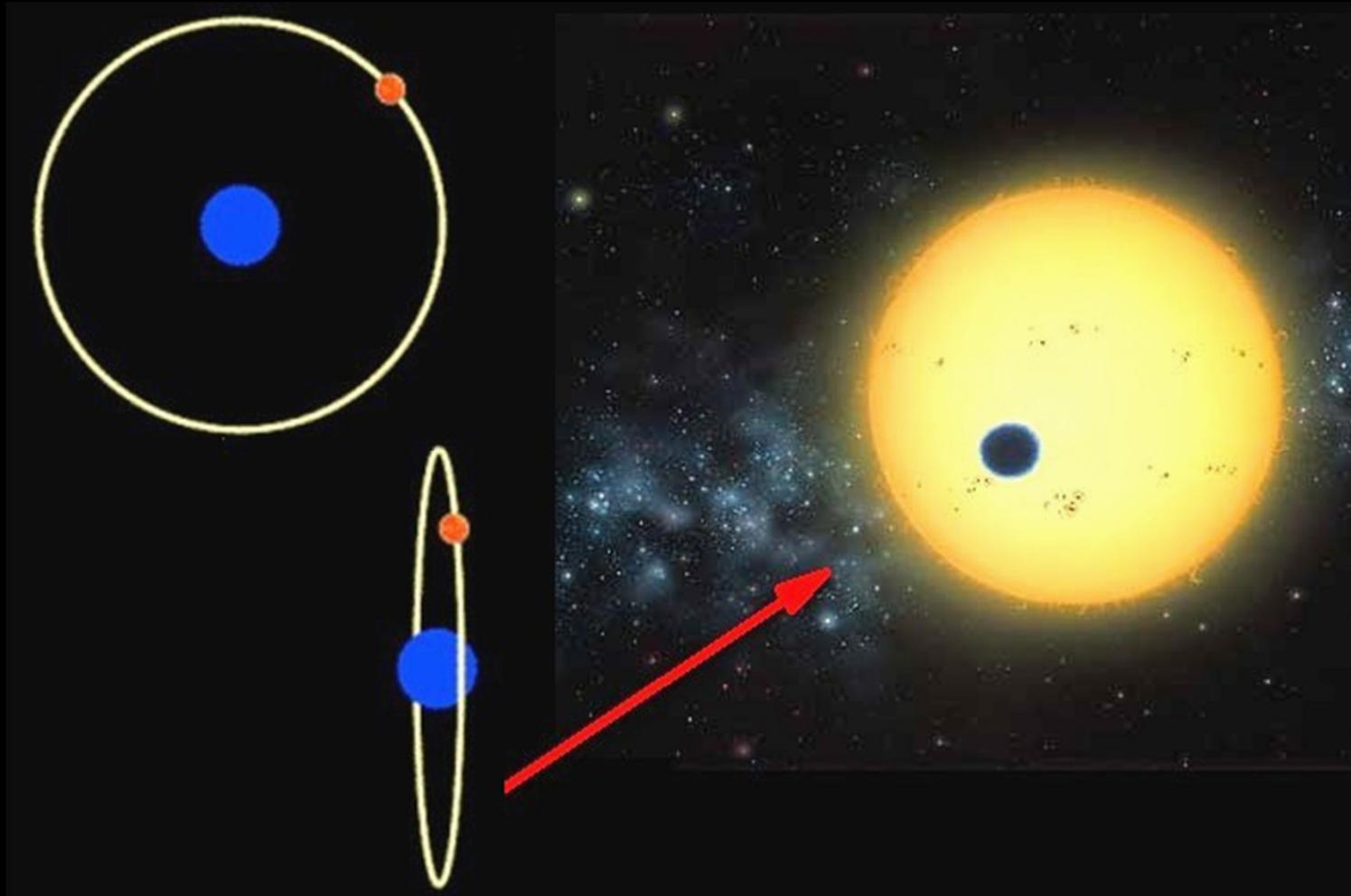


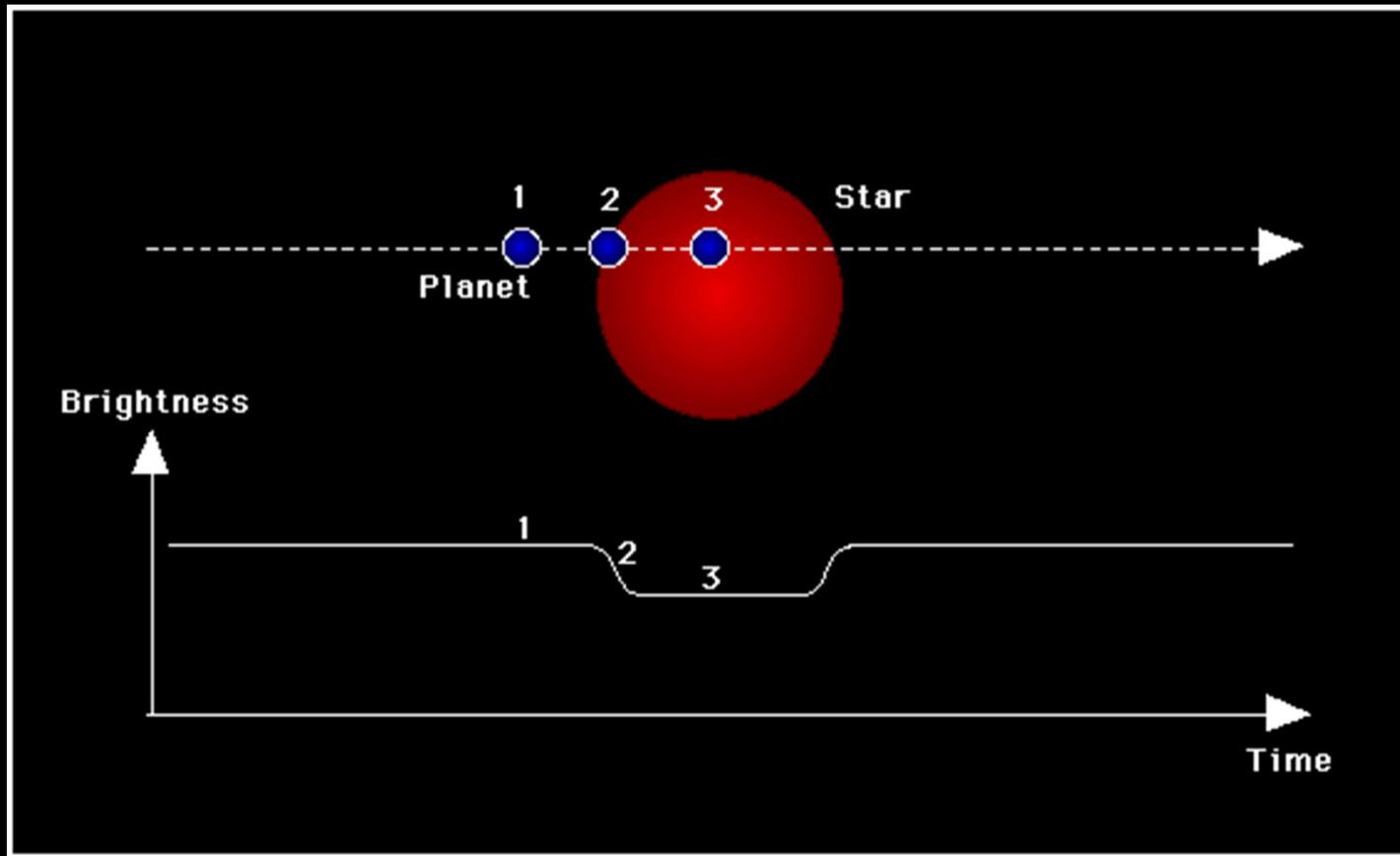
Gli scopritori: Michel Mayor e Didier Queloz dell'Osservatorio di Ginevra



Il metodo, detto “delle velocità radiali” non è però alla portata della strumentazione di un osservatorio amatoriale come quello di Libbiano.

Altro metodo utilizzato per cercare esopianeti è quello dei transiti, applicabile solo se le condizioni geometriche lo consentono. Se il pianeta osservato dalla Terra transita sul disco della propria stella, si genera una mini eclisse.





Durante il transito e a causa di questa mini eclisse, la luminosità della stella – seppure di poco – diminuisce. **Observare una periodica e regolare diminuzione di magnitudine in una stella significa avere buone probabilità di trovarci di fronte ad un pianeta extrasolare.**

La strumentazione del Centro Astronomico di Libbiano è in grado di rilevare la diminuzione di luminosità di una stella indotta dal transito del proprio pianeta.



Planetary Research Team

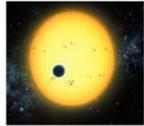


Associazione Astrofili
ALTA VALDERA



Centro Astronomico
di LIBBIANO

Web: www.astrofilialtavaldera.com



14 Febbraio 2008
Transito del pianeta extrasolare
XO-2b in diretta web (19:00 - 23:00)

A partire dal 2008, la AAV ha infatti preso parte a diverse campagne osservative di transiti di pianeti extrasolari, contribuendo così a determinare le curve di luce nei vari eventi .



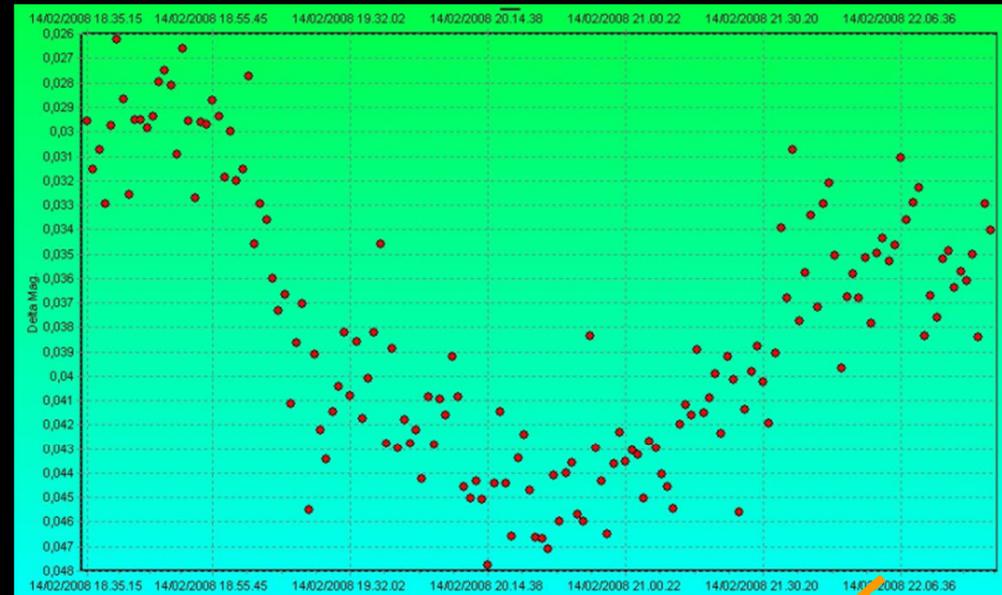
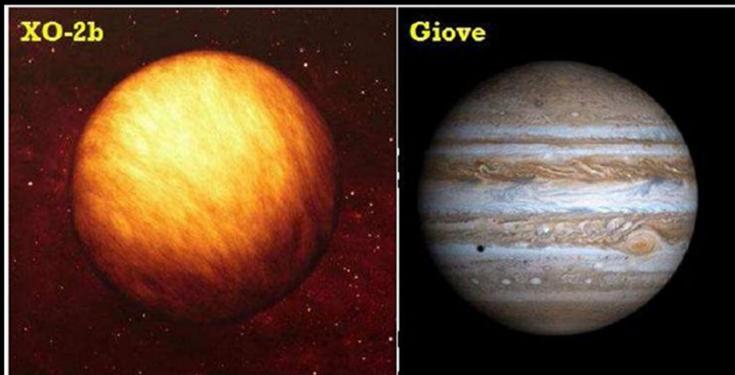
LE PRINCIPALI CARATTERISTICHE DI XO-2b

LA STELLA OSPITE:

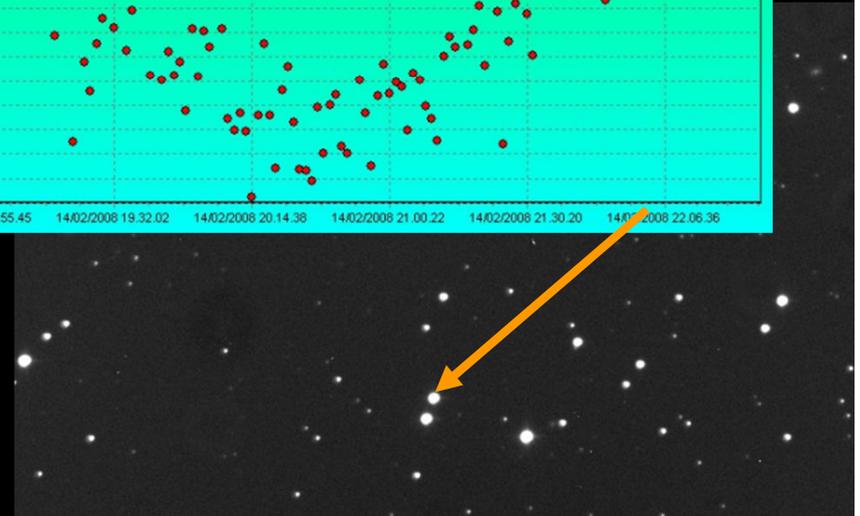
- E' di colore arancione
- Ha le dimensioni del Sole
- Dista da noi quasi 500 anni luce.

IL PIANETA:

- Ha le dimensioni di Giove
- Orbita a 5,5 milioni di Km dalla sua stella
- Percorre un'orbita completa in appena 2 giorni e 15 ore!

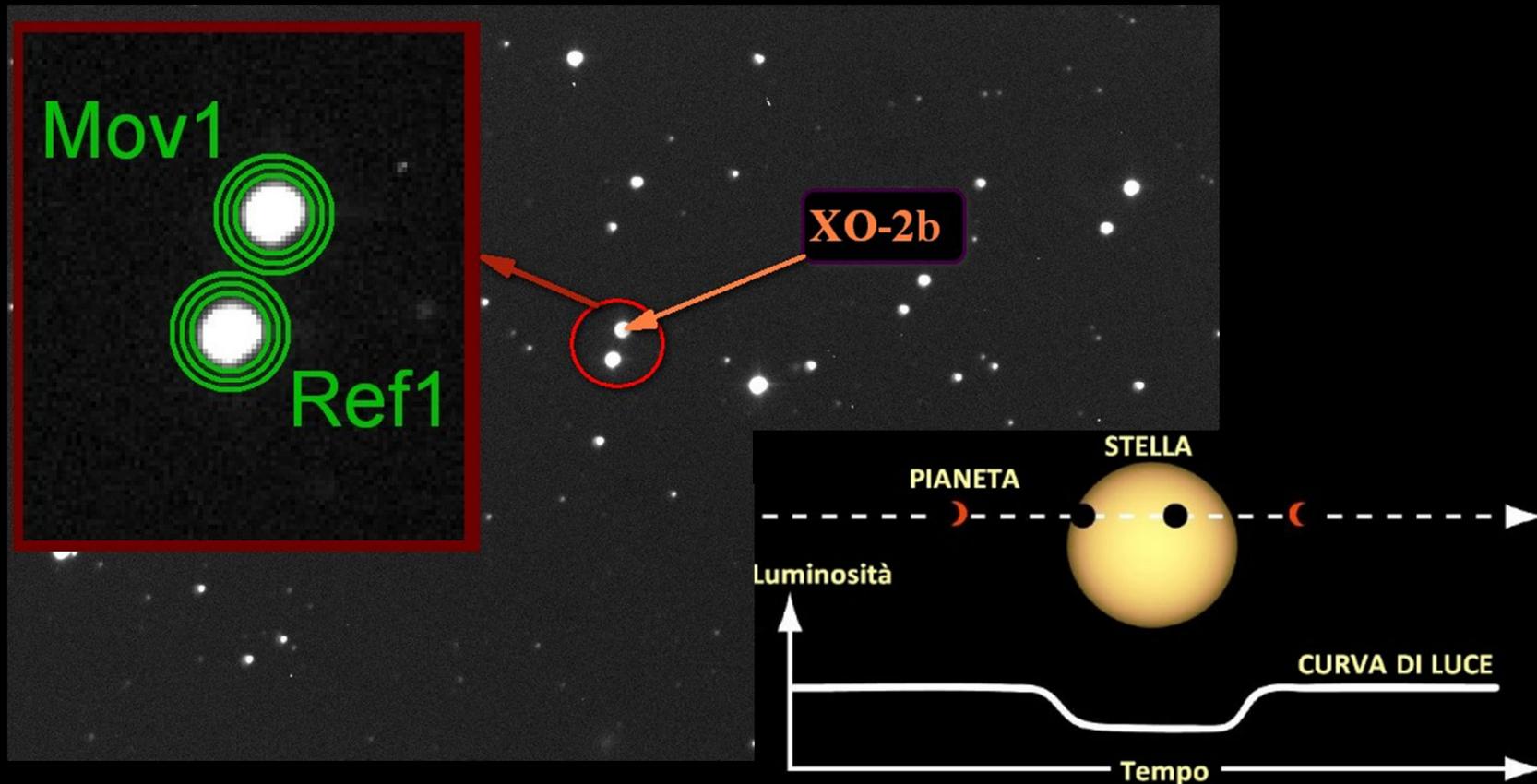


XO-2b
14 Feb. 2008



Come si riesce a misurare il transito di un esopianeta da Libbiano ?

Misurando la sola stella interessata dal transito si introdurrebbero molti elementi variabili che non ci consentirebbero di rilevare l'evento.



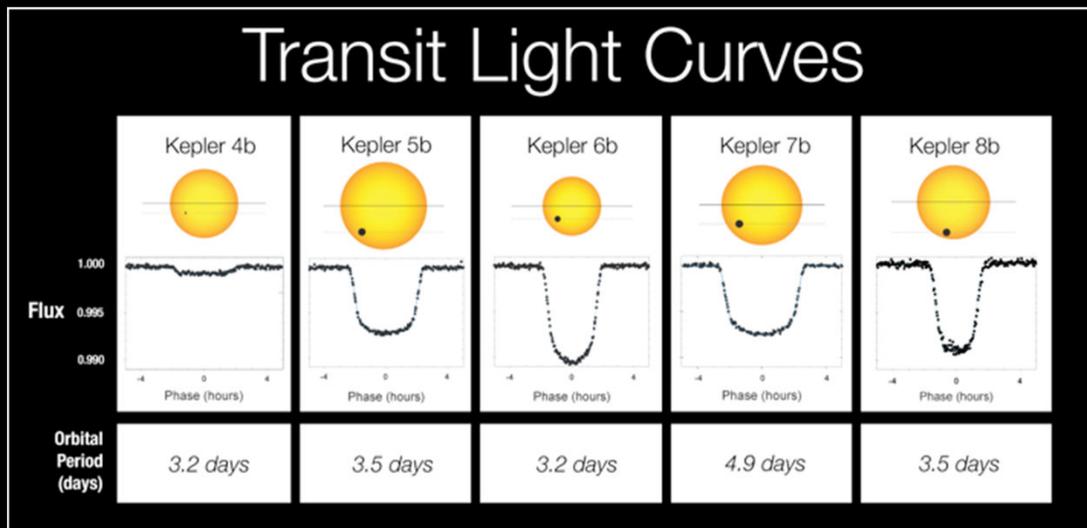
E' quindi molto importante utilizzare una stella di confronto, utilizzando la quale si possono rilevare le effettive variazioni di magnitudine della stella che ospita il pianeta.

La missione KEPLER

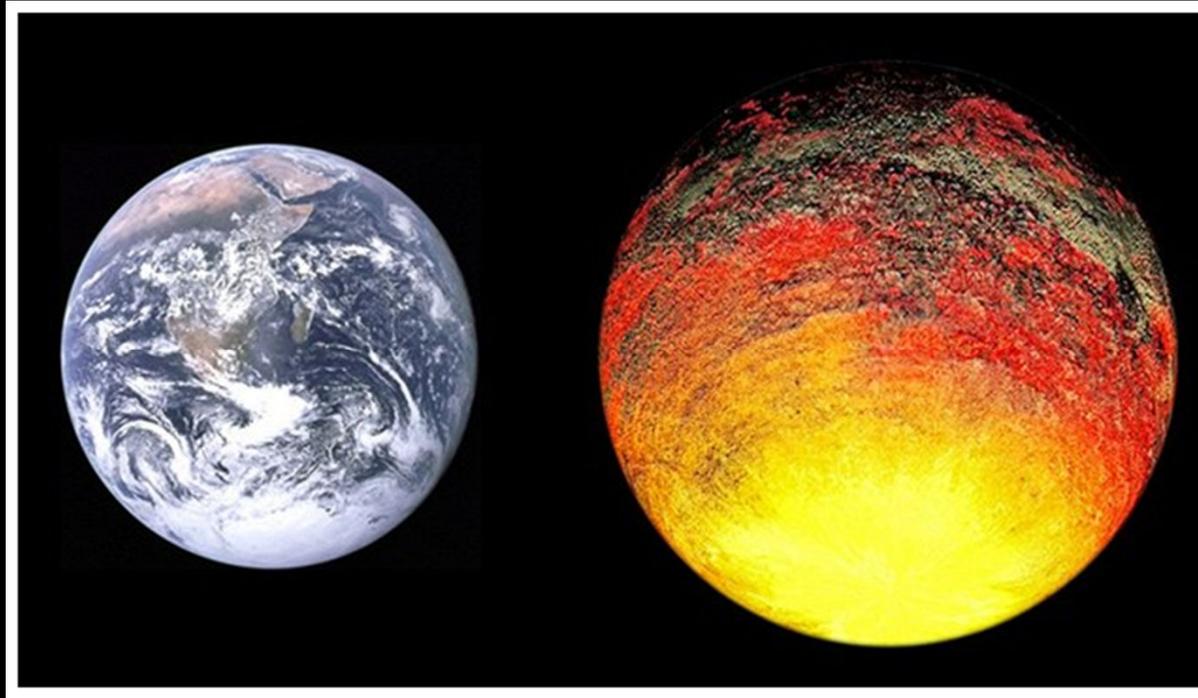


La Missione Kepler è un programma di ricerca astronomica sviluppato dalla NASA. Esso è costituito da un satellite artificiale, chiamato Kepler, costituito da un fotometro e messo in orbita eliocentrica parzialmente sovrapposta a quella terrestre. Sarà il primo strumento capace di cercare pianeti della dimensione della Terra e anche più piccoli al di fuori dei confini del nostro sistema solare. Esso infatti sarà in grado di osservare la luminosità di oltre 100.000 stelle per più di quattro anni. Secondo i ricercatori, tale missione potrà portare alla scoperta di molte centinaia di pianeti, come già sta attualmente accadendo.

La Il telescopio Kepler è stato correttamente lanciato in orbita da Cape Canaveral alle 3:49 UTC del 7 marzo 2009 (ora locale: 22:49 del 6 marzo). La sonda rileva eventuali pianeti extrasolari utilizzando la tecnica dei TRANSITI.

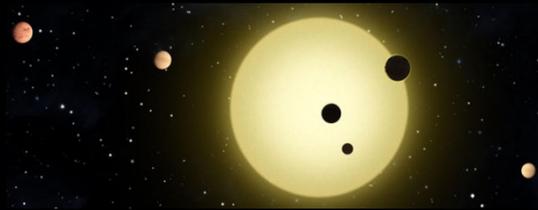


La missione KEPLER

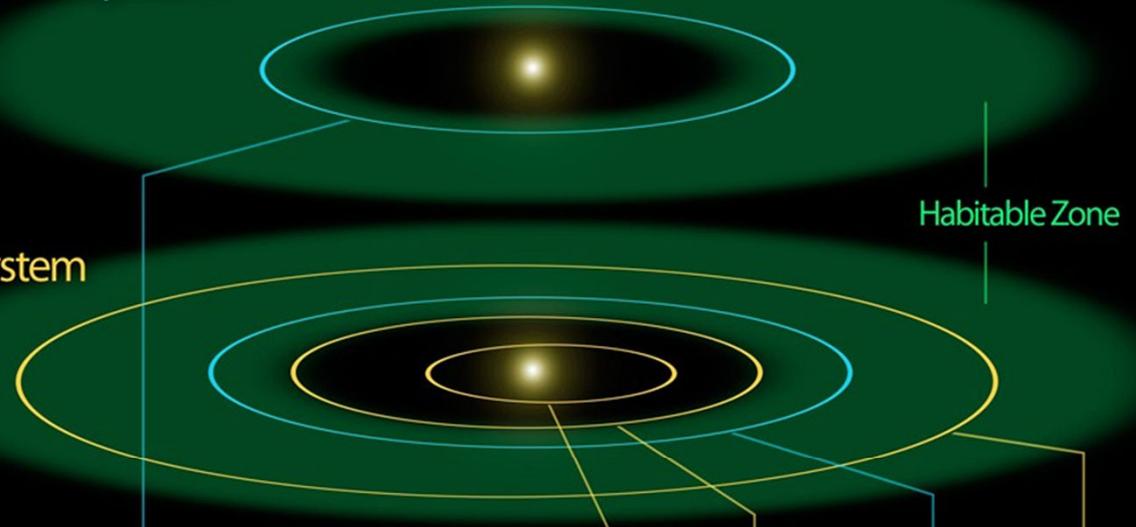


L'11 gennaio 2011 la NASA ha annunciato la scoperta, dopo otto mesi di osservazioni, del pianeta roccioso di tipo terrestre Kepler-10b, con diametro 1,4 volte quello della Terra. Orbita attorno al suo sole, la stella Kepler-10 (molto simile al Sole e distante 560 anni luce), ad una distanza di 1/20 quella di Mercurio dal Sole, per cui è del tutto improbabile che possa ospitare acqua allo stato liquido e quindi forme di vita.

Kepler-22 System



Solar System



Habitable Zone

La missione KEPLER



Kepler-22b



Mercury

Venus

Earth

Mars

Planets and orbits to scale

Il 5 dicembre 2011 la NASA annuncia la scoperta di Kepler-22 b, un esopianeta situato nella fascia abitabile dell'orbita di una stella simile al Sole, anche se leggermente più piccola, a 600 anni luce dalla Terra. Si tratta di un pianeta probabilmente roccioso con dimensioni 2.4 volte quelle terrestri ed un periodo di rivoluzione di 290 giorni.

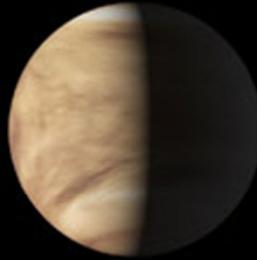
La missione KEPLER



Kepler-20e



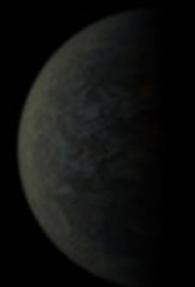
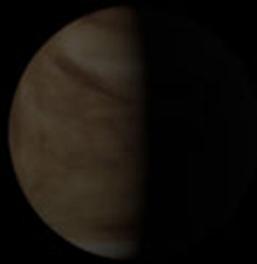
Venus



Earth

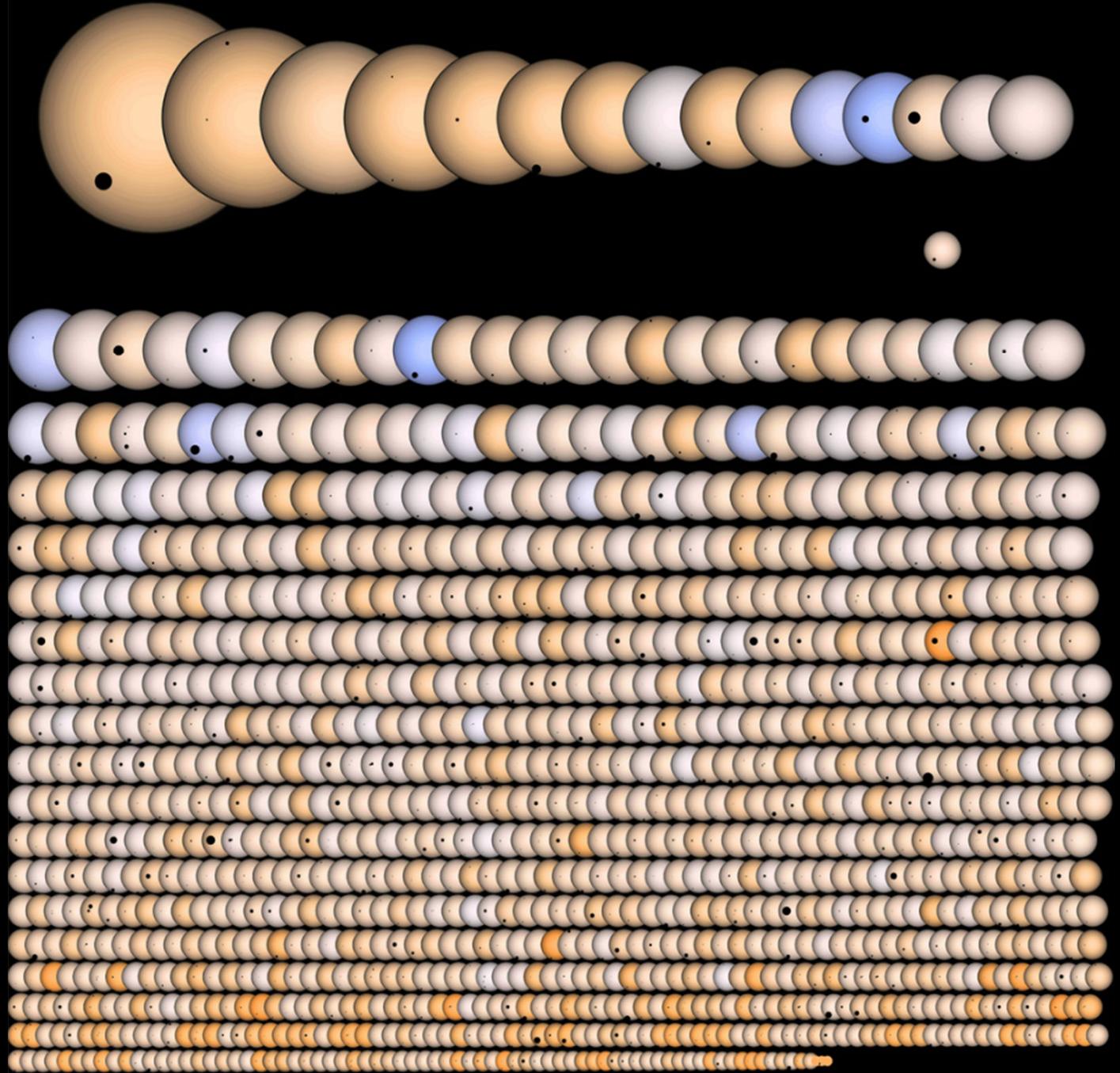


Kepler-20f



Il 21 dicembre 2011 vengono scoperti altri due pianeti, definiti gemelli della Terra: Kepler-20 f e Kepler-20 e.

La missione
KEPLER





Via Lattea



Fa sicuramente riflettere il fatto che – a causa dei limiti imposti dalla strumentazione a bordo di Kepler - gli oltre 3600 pianeti candidati sono stati scoperti in un raggio di soli 1.000 a.l. dal Sole, e sono sicuramente una minima parte di quelli esistenti, dato che possiamo rilevare solo quelli che – grazie ad una prospettiva favorevole – vediamo transitare davanti alla loro stella! E' già pertanto enorme il numero di pianeti ipotizzabile per la nostra galassia. Inimmaginabile il numero di pianeti che popolano un universo dove già è inimmaginabile la quantità di galassie esistenti. (Il cerchietto bianco indica – nell'ambito della Via Lattea - l'area centrata sul Sole avente un raggio di 1.000 anni luce!)

Sez. Pianeti Extrasolari



Negli ultimi due anni la AAHV ha intensificato l'attività sui transiti di pianeti extrasolari, pubblicando diverse curve di luce sul sito <http://var2.astro.cz/ETD> (Exoplanet Transit Database) dedicato alla raccolta dati a livello universale. L'astronomo Eugene Sokov (**Oss. Astronomico di San Pietroburgo / Russia**) ha apprezzato la qualità del lavoro svolto e ci ha invitato ad aderire ad un programma di ricerca di respiro internazionale da lui coordinato e teso ad evidenziare eventuali variazioni nei tempi / dati attesi per alcuni esopianeti "sospetti": variazioni che - se rilevate e confermate - porterebbero probabilmente alla scoperta di nuovi pianeti extrasolari che, con la loro presenza e con il loro campo gravitazionale, sarebbero quindi i "responsabili" delle anomalie nel comportamento di quelli già noti. La AAHV fa attualmente parte di questo gruppo di ricerca e sta anche iniziando una collaborazione dello stesso tipo con l'Unione Astrofili Italiani (UAI).

ETD



... complete ... worldwide ... continuously growing ...

Exoplanet Transit Database

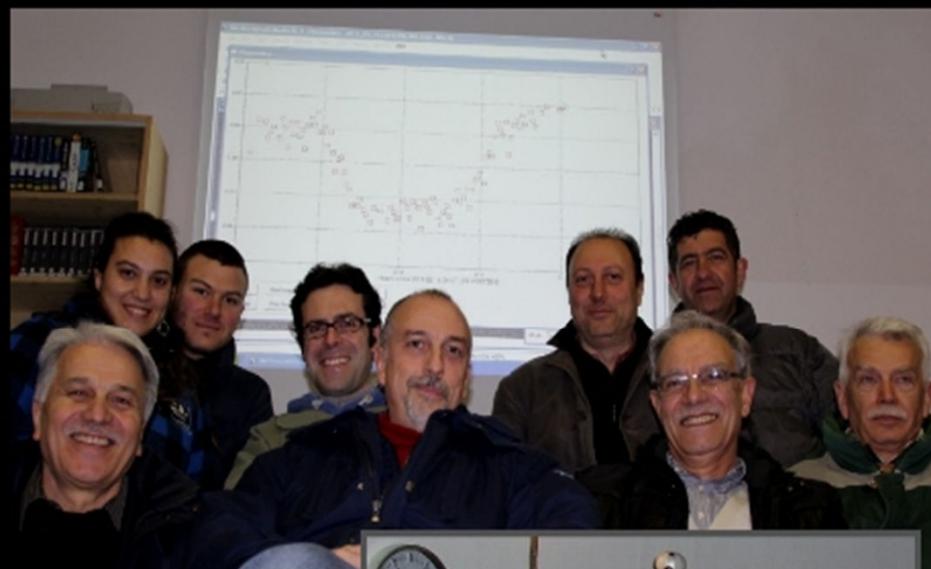
<http://var.astro.cz/ETD>

TTV (transit timing variations) and TDV (time duration variations)

Sez. Pianeti Extrasolari
Team AAAV



Da sin.: Emilio Rossi, Silvia Gingillo, Lorenzo Bigazzi,
Valerio Menichini, Alberto Villa, Carlo Buscemi, Paolo
Piludu, Fabio Marzioli e Maurizio Feraboli



Da sin.: Francesco Biasci, Paolo Piludu, Alberto Villa, Maurizio Feraboli,
Valerio Menichini, Emilio Rossi, Carlo Buscemi e Fabio Marzioli



Paolo Bacci – Emilio Rossi



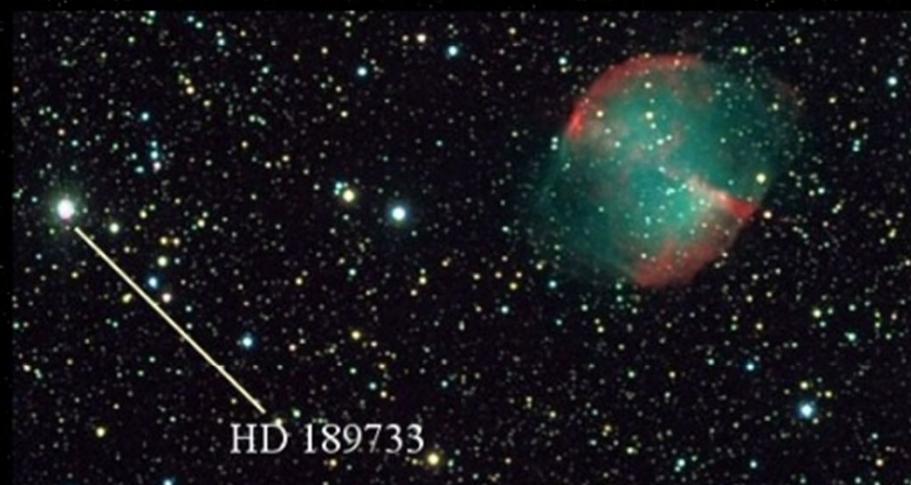
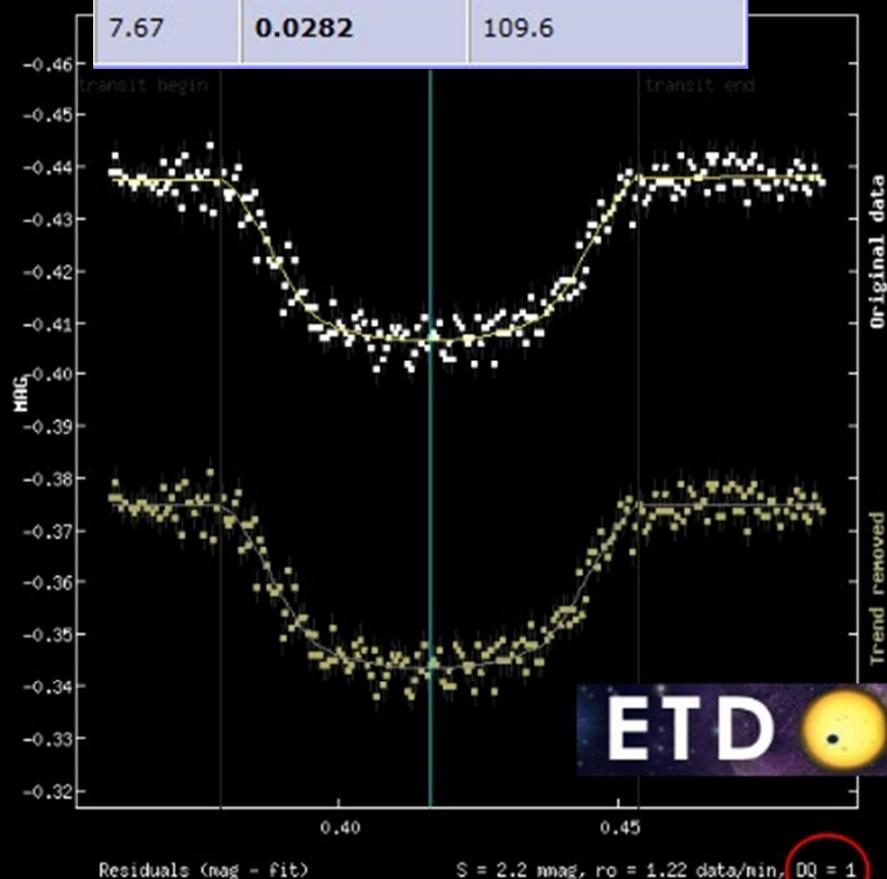
Associazione Astrofili
Alta Valdera
www.astrofilialtavaldera.it

Sez. Pianeti Extrasolari

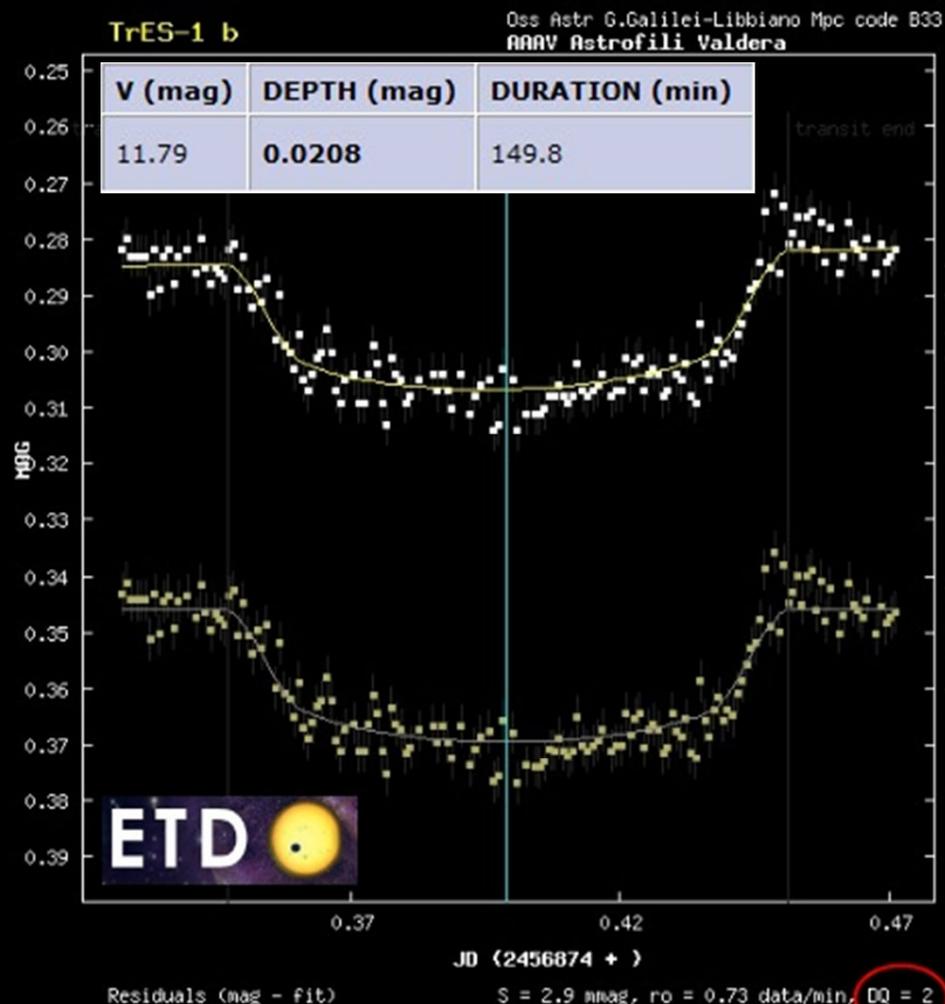
Transito di HD 189733b 18 Luglio 2014



V (mag)	DEPTH (mag)	DURATION (min)
7.67	0.0282	109.6



HD 189733 è una stella nana arancione (classe spettrale K) di magnitudine 7,67 che dista circa 63 anni luce dalla Terra ed è visibile nella costellazione della Vulpecola (Volpetta), a soli 0,3° dalla bellissima M 27 (nebulosa Dumbell / Manubrio). Il **pianeta extrasolare HD 189733b** ad essa associato fu scoperto nel 2005: ha massa appena più grande di quella di Giove e ruota con un periodo orbitale di 2,219 giorni.



Il pianeta extrasolare **TRES-1b** fu scoperto il 24 agosto 2004, utilizzando il metodo dei transiti, nell'ambito del programma "Trans-Atlantic Exoplanet Survey". È il primo scoperto da tale programma. TrES-1b orbita attorno a GSC 02652-01324, una stella nana arancione, più piccola e fredda del Sole, posta a circa 500 anni luce nella costellazione della Lira. Il pianeta orbita con una traiettoria marcatamente ellittica attorno alla stella madre con un periodo di circa 3 giorni eclissandola parzialmente nell'osservazione dalla Terra.



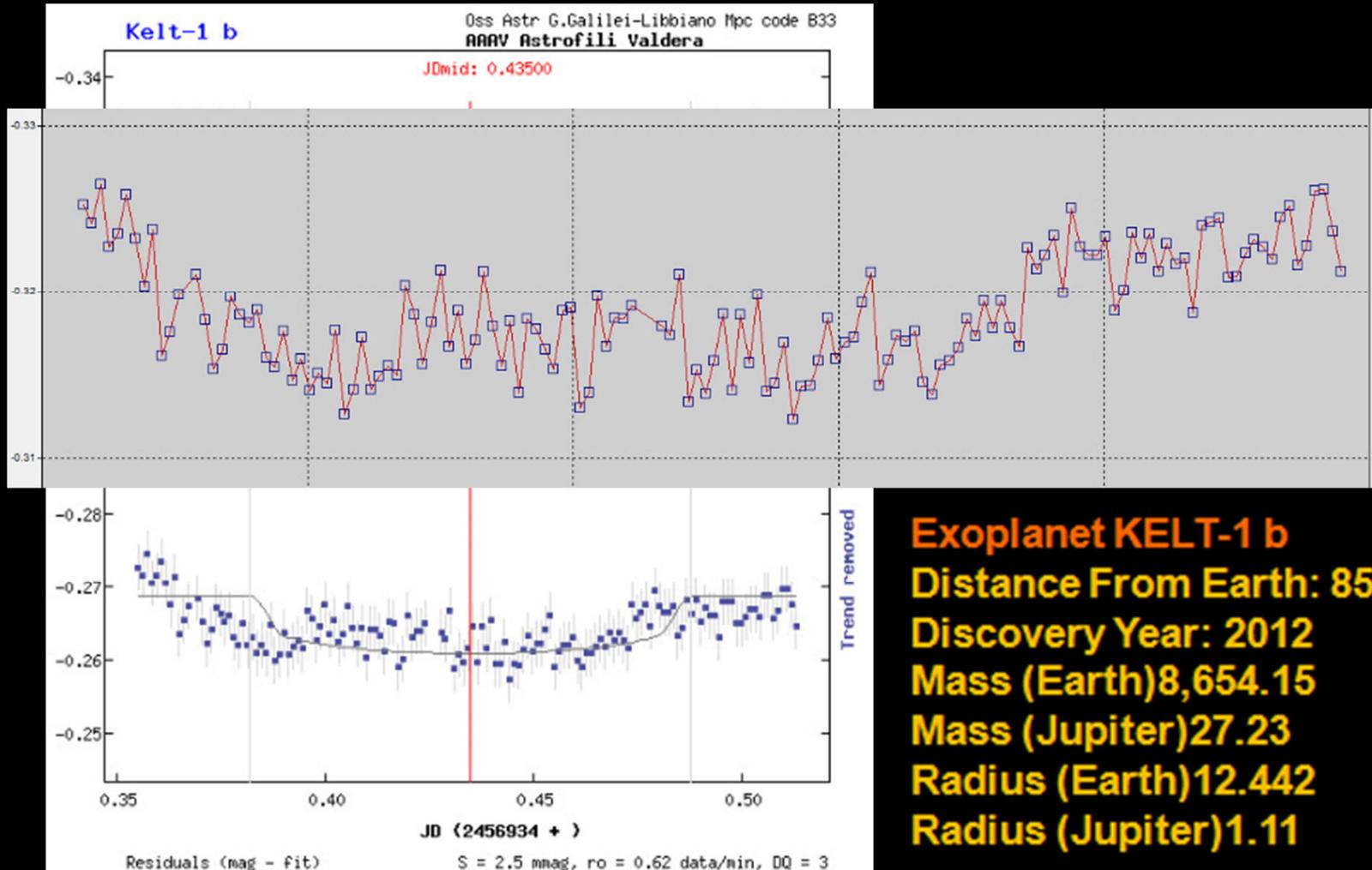
Associazione Astrofili
Alta Valdera
www.astrofilialtavaldera.it

Sez. Pianeti Extrasolari



Transito di Kelt-1b – 3 Ottobre 2014

V (mag)	DEPTH (mag)	DURATION (min)
10.7	0.0066	153.245



Exoplanet KELT-1 b
Distance From Earth: 854.12 ly
Discovery Year: 2012
Mass (Earth) 8,654.15
Mass (Jupiter) 27.23
Radius (Earth) 12.442
Radius (Jupiter) 1.11

Exoplanet Live!

OSSERVAZIONE PUBBLICA, IN SIMULTANEA
SULL'INTERO TERRITORIO EUROPEO,
DEL TRANSITO DEL PIANETA XO-2b

XO-2b
14 Feb. 2008



Associazione Astrofili
Alta Valdera
www.astrofilialtavaldera.it

Sez. Pianeti Extrasolari



σ_S dovuto dalla scintillazione atmosferica in funzione del diametro del telescopio e del tempo d'esposizione per $A = 1$ (altezza della stella tra 45° e lo zenit)

t (secondi)	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm
10	0,0028	0,0024	0,0021	0,0018	0,0015
20	0,0020	0,0017	0,0015	0,0012	0,0011
30	0,0016	0,0014	0,0012	0,0010	0,0009
40	0,0014	0,0012	0,0011	0,0009	0,0008
50	0,0012	0,0011	0,0010	0,0008	0,0007
60	0,0011	0,0010	0,0009	0,0007	0,0006

σ_S dovuto dalla scintillazione atmosferica in funzione del diametro del telescopio e del tempo d'esposizione per $A = 2$ (altezza della stella tra 25° e 45°)

t (secondi)	20 cm	25 cm	30 cm	40 cm	50 cm
10	0,0083	0,0071	0,0063	0,0052	0,0045
20	0,0058	0,0050	0,0045	0,0037	0,0032
30	0,0048	0,0041	0,0037	0,0030	0,0026
40	0,0041	0,0036	0,0032	0,0026	0,0023
50	0,0037	0,0032	0,0028	0,0023	0,0020
60	0,0034	0,0029	0,0026	0,0021	0,0018



Per il calcolo della massa d'aria possiamo utilizzare la formula: $A = \frac{1}{\sin h}$, h è l'altezza sull'orizzonte della stella.

Exoplanet Live!

OSSERVAZIONE PUBBLICA, IN SIMULTANEA
SULL'INTERO TERRITORIO EUROPEO,
DEL TRANSITO DEL PIANETA XO-2b

XO-2b
14 Feb. 2008

Associazione Astrofili
Alta Valdera
www.astrofilialtavaldera.it

Sez. Pianeti Extrasolari



Planetary Research
T E A M



FONDAMENTALE: LA STELLA CON IL PIANETA IN TRANSITO NON DEVE AVERE PIXEL SATURI! Anzi, una delle condizioni chiave affinché la precisione fotometrica necessaria per rilevare con chiarezza il transito è che il livello ADU del pixel più luminoso della stella con pianeta in transito sia intorno a **25000-30000** (per una camera CCD a 16 bit). Per ottenere questo risultato si potrà interporre un filtro (R oppure V), per attenuare il flusso luminoso e raggiungere quindi almeno il tempo MINIMO di integrazione. Invece del filtro, si sfoccherà l'immagine stellare di 2 o 3 volte la FWHM. **UN ECCELLENTE TEMPO DI ESPOSIZIONE, PER UN TELESCOPIO DI 20-30 cm, E' COMPRESO TRA I 90 E I 180 SECONDI. RICORDATE: AL TEMPO DI ESPOSIZIONE SCELTO DOVRA' CORRISPONDERE UN LIVELLO DI 25000-30000 ADU DEL PIXEL PIU' LUMINOSO!** Questo valore lo si trova con i software soliti (IRIS, MAXIM, ASTROART).

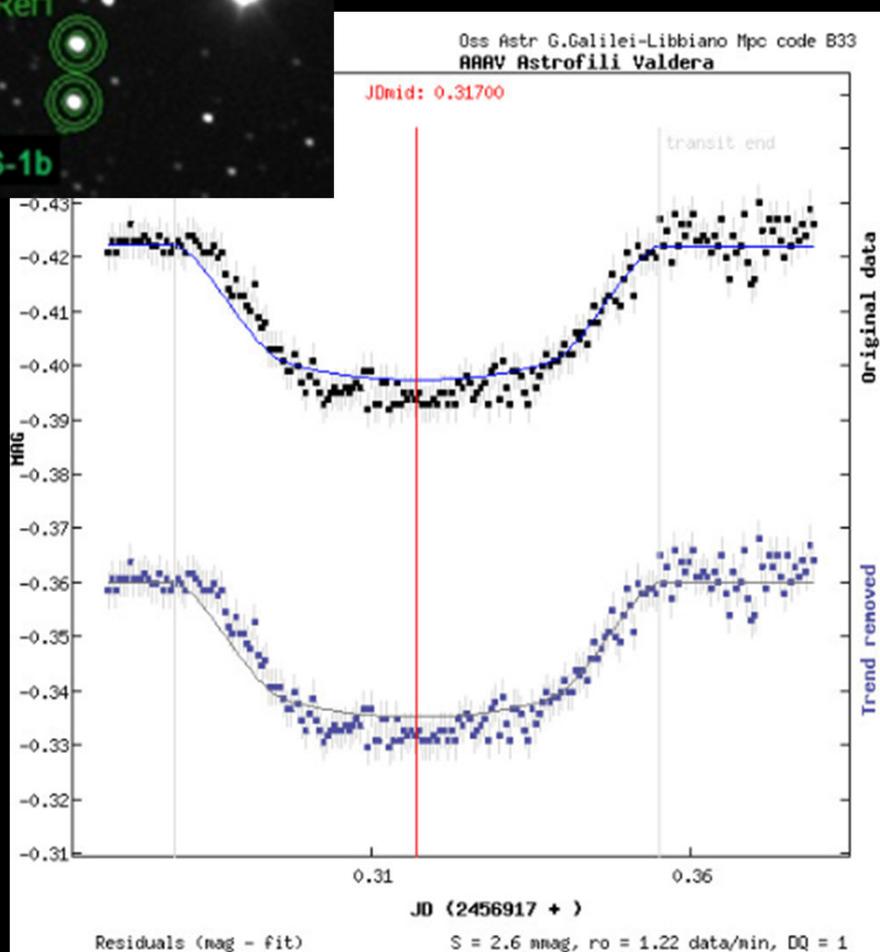
Realizziamo i bias (almeno una ventina), i dark (tra 20 e 40) ed i flat field (il loro numero deve essere di diverse decine). La qualità del FLAT FIELD incide in modo determinante sull'accuratezza delle misure fotometriche. **REALIZZATENE MOLTI, ALMENO UNA VENTINA (MA ANCHE MOLTI DI PIU').**



Associazione Astrofili
Alta Valdera

www.astrofilialtavaldera.it

Sez. Pianeti Extrasolari

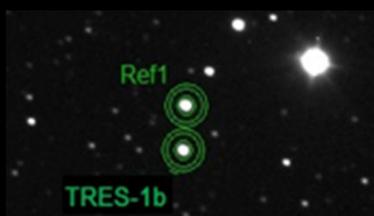


2456917.2686747685	-0.421	0.000
2456917.2692418983	-0.423	0.000
2456917.2698206021	-0.421	0.000
2456917.2703877315	-0.423	0.000
2456917.2709664353	-0.423	0.000
2456917.2715335647	-0.423	0.000
2456917.2721122685	-0.426	0.000
2456917.2726793983	-0.423	0.000
2456917.2732581021	-0.423	0.000
2456917.2738252315	-0.423	0.000
2456917.2743923613	-0.424	0.000
2456917.2749710651	-0.423	0.000
2456917.2755381945	-0.422	0.000
2456917.2761168983	-0.422	0.000
2456917.2766840276	-0.424	0.000
2456917.2772511574	-0.421	0.000
2456917.2778298613	-0.423	0.000
2456917.2783969906	-0.421	0.000
2456917.2789641204	-0.422	0.000
2456917.2795428243	-0.423	0.000
2456917.2801099536	-0.422	0.000
2456917.2806886574	-0.421	0.000
2456917.2812557872	-0.424	0.000
2456917.2818229166	-0.424	0.000
2456917.2824016204	-0.423	0.000
2456917.2829687502	-0.422	0.000
2456917.2835358796	-0.421	0.000
2456917.2841145834	-0.421	0.000
2456917.2846817132	-0.421	0.000
2456917.2852604166	-0.422	0.000
2456917.2858275464	-0.420	0.000
2456917.2864062502	-0.421	0.000
2456917.2869733796	-0.417	0.000
2456917.2875405094	-0.414	0.000

```

2456917.2686747685 -0.421 0.000
2456917.2692418983 -0.423 0.000
2456917.2698206021 -0.421 0.000
2456917.2703877315 -0.423 0.000
2456917.2709664353 -0.423 0.000
2456917.2715335647 -0.423 0.000
2456917.2721122685 -0.426 0.000
2456917.2726793983 -0.423 0.000
2456917.2732581021 -0.423 0.000
2456917.2738252315 -0.423 0.000
2456917.2743923613 -0.424 0.000
2456917.2749710651 -0.423 0.000
2456917.2755381945 -0.422 0.000
2456917.2761168983 -0.422 0.000
2456917.2766840276 -0.424 0.000
2456917.2772511574 -0.421 0.000
2456917.2778298613 -0.423 0.000
2456917.2783969906 -0.421 0.000
2456917.2789641204 -0.422 0.000
2456917.2795428243 -0.423 0.000
2456917.2801099536 -0.422 0.000
2456917.2806886574 -0.421 0.000
2456917.2812557872 -0.424 0.000
2456917.2818229166 -0.424 0.000
2456917.2824016204 -0.423 0.000
2456917.2829687502 -0.422 0.000
2456917.2835358796 -0.421 0.000
2456917.2841145834 -0.421 0.000
2456917.2846817132 -0.421 0.000
2456917.2852604166 -0.422 0.000
2456917.2858275464 -0.420 0.000
2456917.2864062502 -0.421 0.000
2456917.2869733796 -0.417 0.000
2456917.2875405094 -0.414 0.000

```

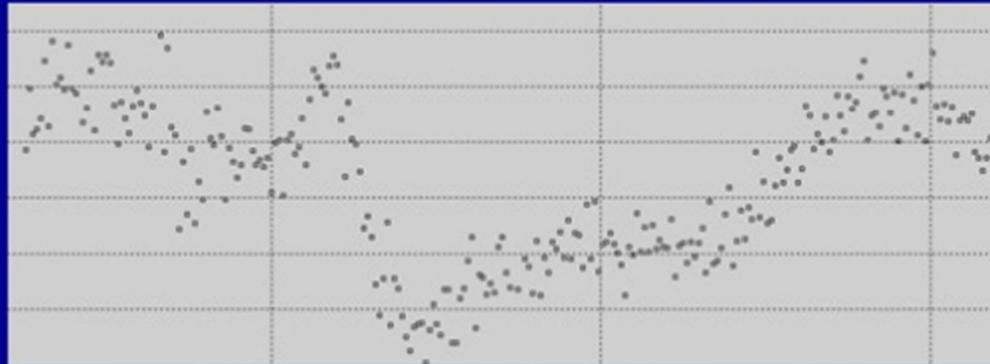


Information			
Cursor	(X= 544, Y= 390), Rad= 5, Rad2= 23		
Pixel	47257.242	Magnitude	16.495
Maximum	47257.242	Intensity	803118.250
Minimum	8418.614	SNR	246.334
Median	13329.323		
Average	18187.074	Bgd Avg	8272.033
Std Dev	10347.456	Bgd Dev	401.461
Centroid	(X= 543.669, Y= 390.178)		
FWHM	7.487"	Flatness	0.016

```

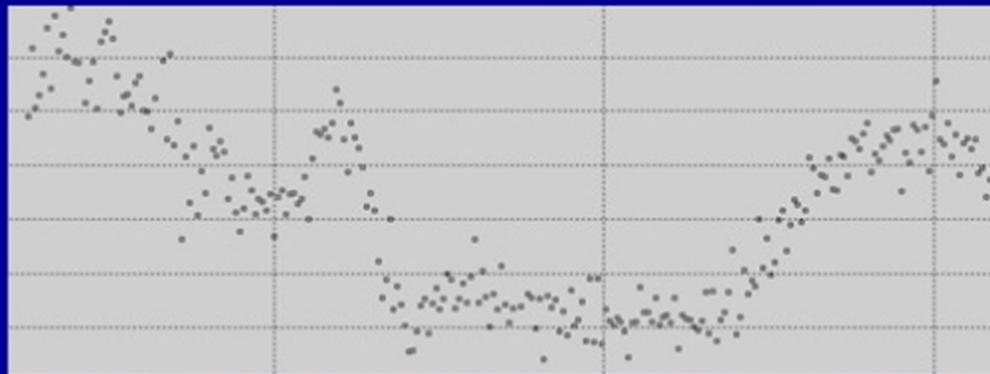
SIMPLE = T
BITPIX = 16 /8 unsigned int, 16 & 32 int, -32 & -64 real
NAXIS = 2 /number of axes
NAXIS1 = 1023 /fastest changing axis
NAXIS2 = 1027 /next to fastest changing axis
BSCALE = 1.0000000000000000 /physical = BZERO + BSCALE*array_value
BZERO = 32768.000000000000 /physical = BZERO + BSCALE*array_value
INSTRUME = 'FLI ' / instrument or camera used
DATE-OBS = '2014-11-23T17:47:09' /YYYY-MM-DDThh:mm:ss observation star
EXPTIME = 60.0000000000000000 /Exposure time in seconds
EXPOSURE = 60.0000000000000000 /Exposure time in seconds
SET-TEMP = -30.0000000000000000 /CCD temperature setpoint in C
CCD-TEMP = -30.3750000000000000 /CCD temperature at start of exposure in C
XPIXSZ = 13.0000000000000002 /Pixel Width in microns (after binning)
YPIXSZ = 13.0000000000000002 /Pixel Height in microns (after binning)
XBINNING = 1 /Binning factor in width
YBINNING = 1 /Binning factor in height
XORGSUBF = 1 /Subframe X position in binned pixels
YORGSUBF = 0 /Subframe Y position in binned pixels
IMAGETYP = 'Light Frame' / Type of image

```

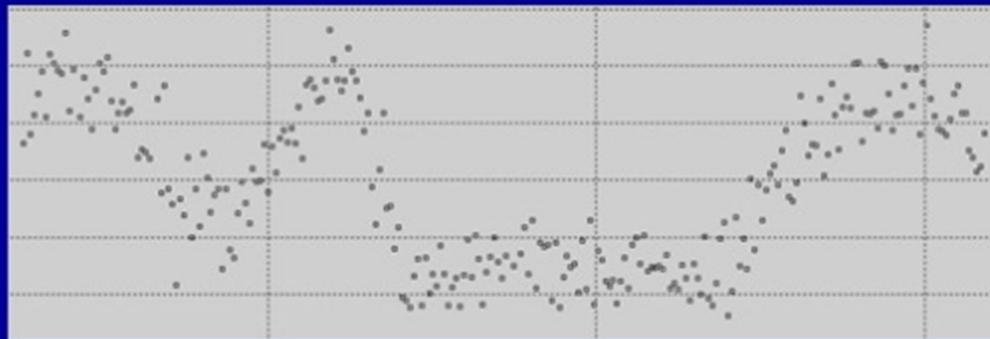


**Curve ottenute per il
transito di HAT P 36b
del 10.3.2012**

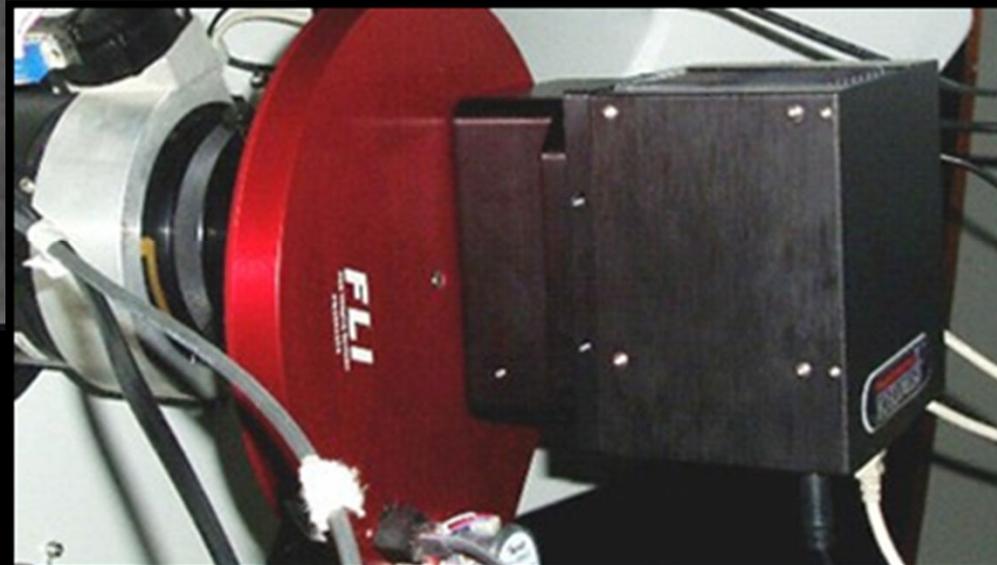
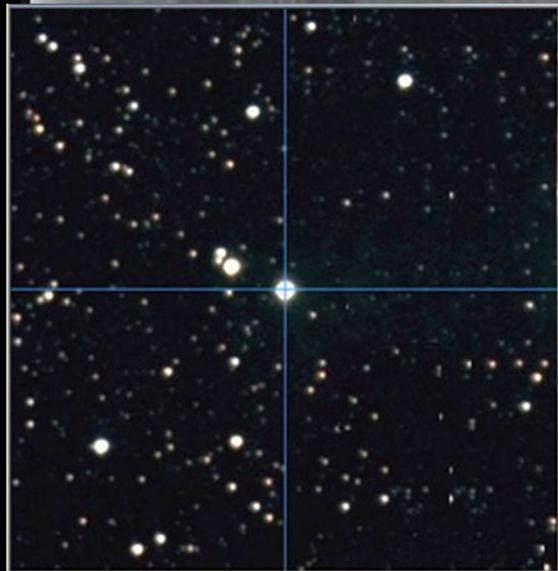
Nessuna calibrazione



Calibrazione Dark



Calibrazione Dark + Flat

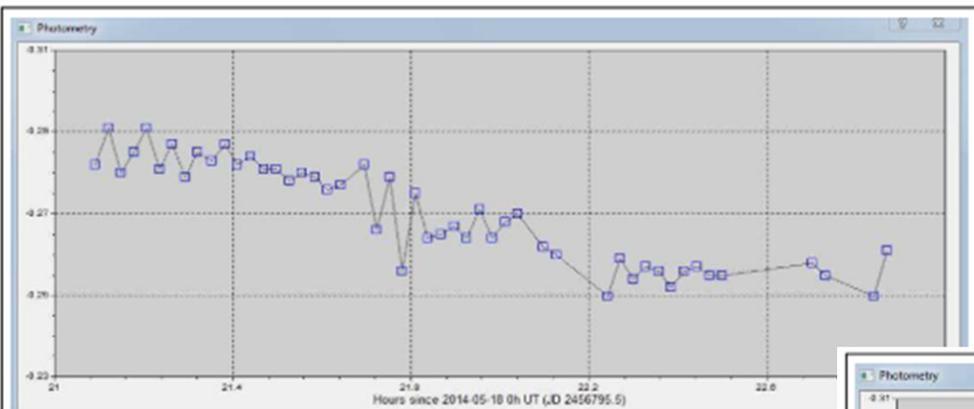


- Chi dispone di autoguida la **utilizzi senza alcuna esitazione!** Tenendo la stella nella stessa posizione per tutta la durata del transito si diminuisce l'influenza di eventuali errori del flat field.

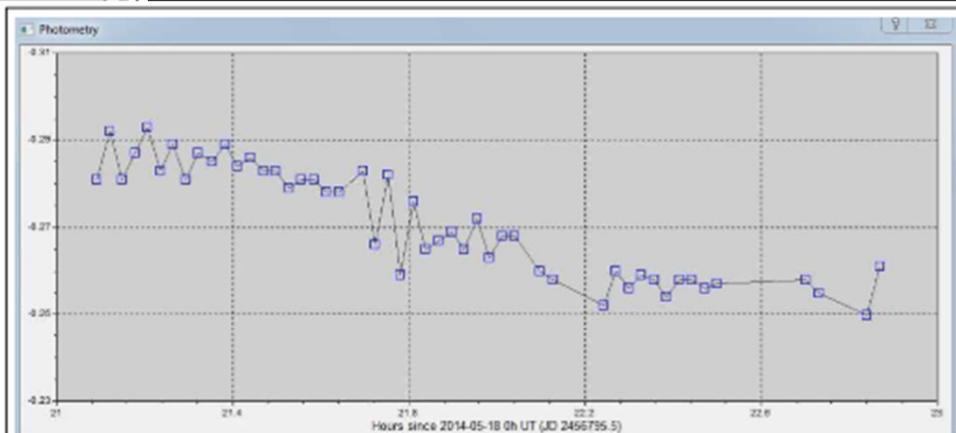


Associazione Astrofili
Alta Valdera
www.astrofilialtavaldera.it

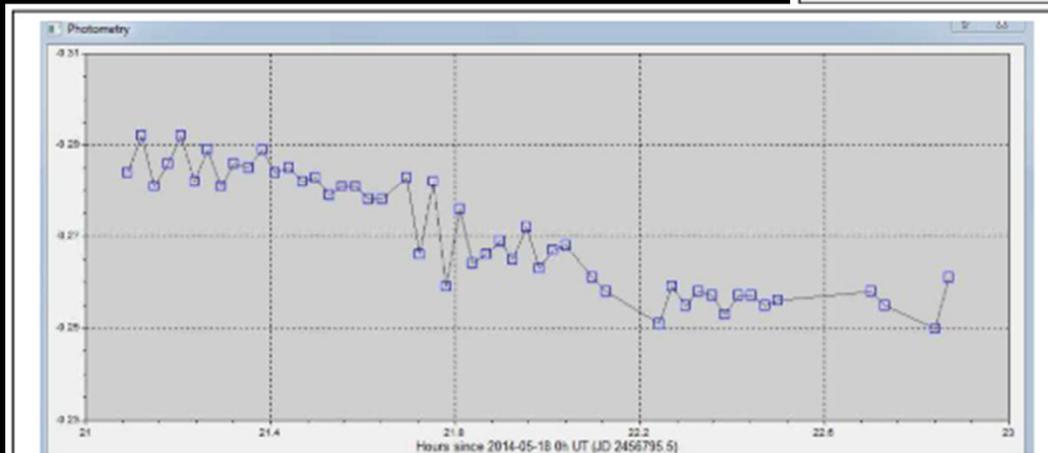
Sez. Pianeti Extrasolari



Curva ricavata dalla Seq. 01 (Nessuna calibrazione)



Curva ricavata dalla Seq. 02 (Calibrazione con una sola immagine Dark)



Curva ricavata dalla Seq. 03 (Calibrazione con MastrBias + Masterdark)





4638

4650

QATAR-1b	Max Pixel / SNR values		
	Nessuna Calibrazione	Calibrazione con 1 Dark	Calibrazione MD + MB
Immagine 22	19426/1122	14788/1180	14785/1223
Immagine 47	22025/1234	17375/1284	17385/1300

4643

4640

Ref. 1	Max Pixel / SNR values		
	Nessuna Calibrazione	Calibrazione con 1 Dark	Calibrazione MD + MB
Immagine 22	16363/499	11720/482	11721/512
Immagine 47	18446/550	13806/551	13808/563

4680

4642

Ref. 2	Max Pixel / SNR values		
	Nessuna Calibrazione	Calibrazione con 1 Dark	Calibrazione MD + MB
Immagine 22	41403/2132	36720/2100	36765/2020
Immagine 47	46554/1826	41912/1860	41917/1880

$$S_{es} = 1.09 / (S/N)$$

Rapporto S/N	Errore stocast. Std. Magn.
10	0.109
50	0.022
100	0.011
200	0.005
300	0.004
400	0.003

Differenza tra il valore MaxPixel misurato nelle immagini non calibrate e quelle calibrate con 1 Dark (poi praticamente identico a quelle calibrate con MB + MD).

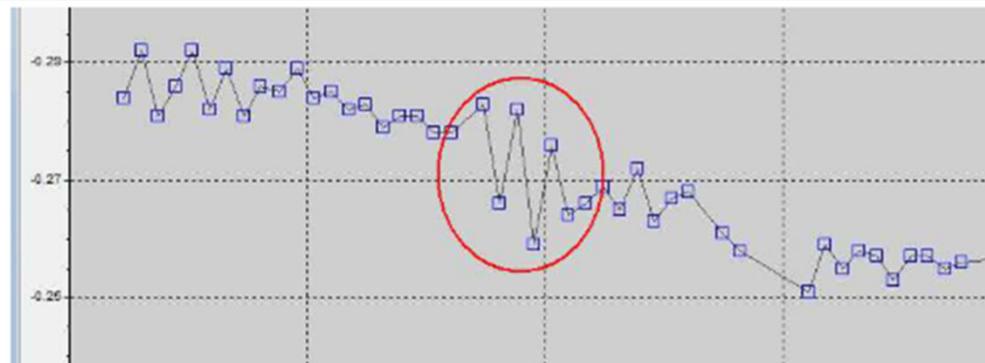


Fig. 3 – Effetto di un temporaneo disallineamento tra l'apertura del telescopio ed il vano portelloni: evidente l'aumento dell'errore strumentale.

Gestire la ripresa di un transito

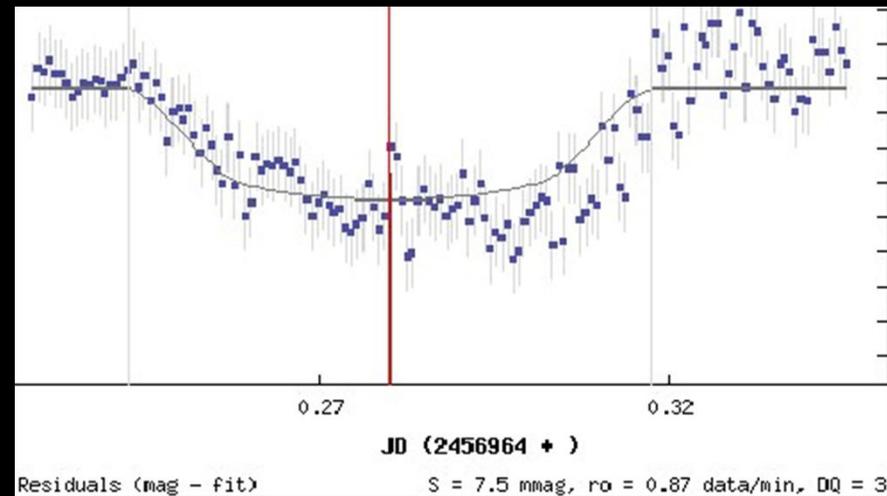
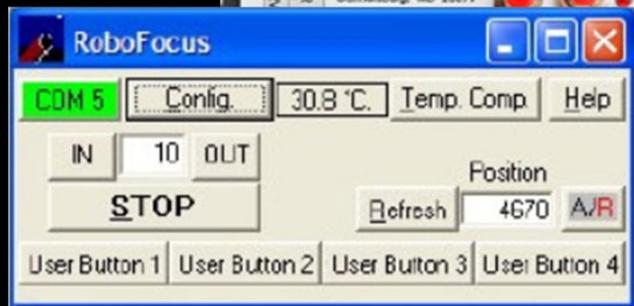
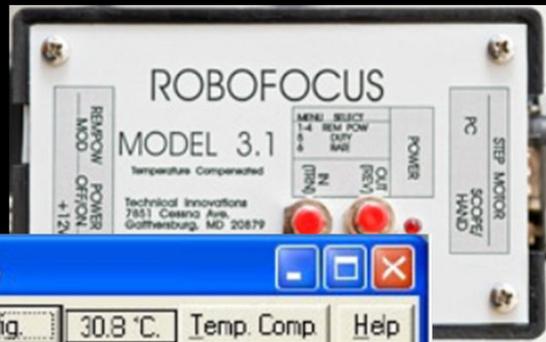


Information			
Cursor	(X= 544, Y= 390), Rad= 5, Rad2= 23		
Pixel	47257.242	Magnitude	16.495
Maximum	47257.242	Intensity	803118.250
Minimum	8418.614	SNR	246.334
Median	13329.323		
Average	18187.074	Bgd Avg	8272.033
Std Dev	10347.456	Bgd Dev	401.461
Centroid	(X= 543.669, Y= 390.178)		
FWHM	7.487"	Flatness	0.016



I filtri

Il controllo del fuoco



I valori di "max pixel"

Gestire la ripresa di un transito



Information			
Cursor	(X= 544, Y= 390), Rad= 5, Rad2= 23		
Pixel	47257.242	Magnitude	16.495
Maximum	47257.242	Intensity	802118.250
Minimum	8418.614	SNR	246.334
Median	13329.323		
Average	18187.074	Bgd Avg	8272.033
Std Dev	10347.456	Bgd Dev	401.461
Centroid	(X= 543.669, Y= 390.178)		
FWHM	7.487"	Flatness	0.016

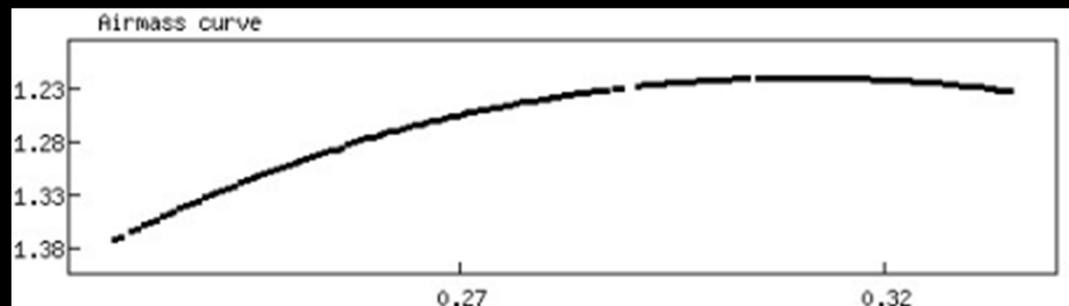
L'ostruzione



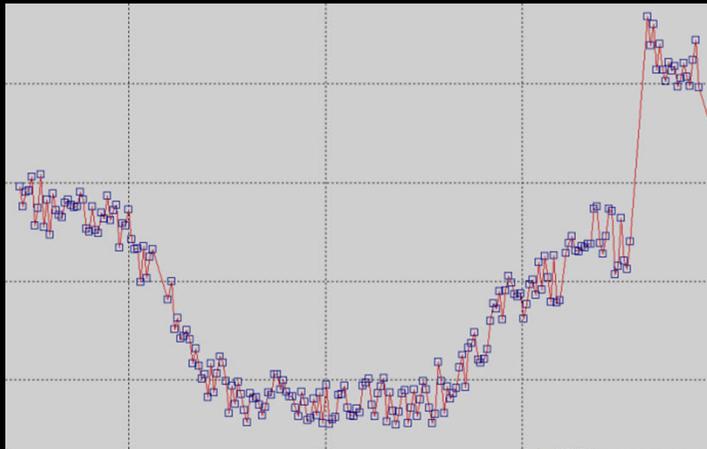
Il tempo di integrazione



La "massa d'aria"

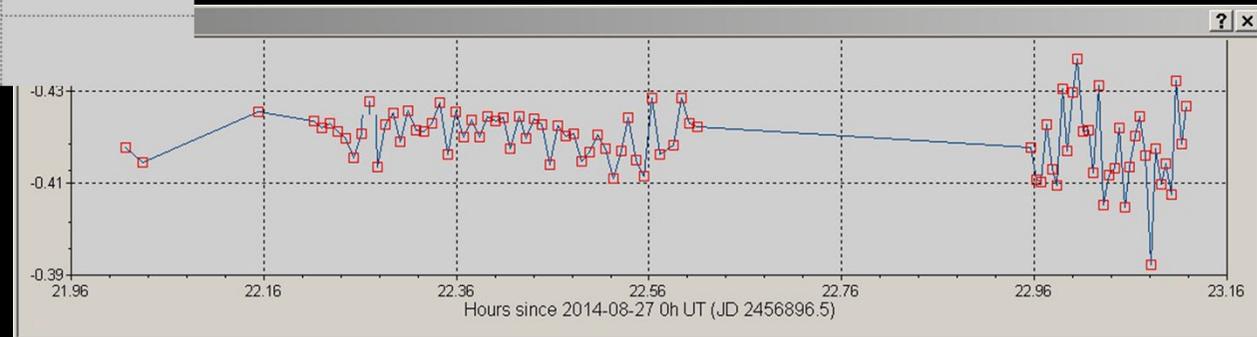


Nell'ambito delle possibilità alla portata degli astrofili, la AAV sta anche sperimentando in proprio tecniche alternative (a volte sicuramente originali, ma sempre efficaci) che consentano di migliorare qualità e precisione dei transiti ripresi a Libbiano.



Precisione

Fotometrica o Temporale ??



**Quando è possibile, impostare le riprese lasciandosi
margine operativo in ogni direzione.**