

# **ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI**

10059 SUSA (TO)

Circolare interna n. 110

Dicembre 2004

---

## **8 GIUGNO 2004: TRANSITO DI VENERE SUL SOLE**



When we consider the ingenuity of the method employed in arriving at this determination [of the Astronomical Unit], and the refined nature of the process by which it is carried into effect, we cannot refrain from acknowledging it to be one of the noblest triumphs which the human mind has ever achieved in the study of physical science.

*Robert Grant (1852)*

Quando consideriamo l'ingenuità del metodo impiegato per arrivare alla determinazione dell'Unità Astronomica, e la complessa natura del processo dal quale scaturisce l'effetto, non possiamo evitare di riconoscerlo come uno dei più nobili trionfi che la mente umana abbia mai raggiunto nello studio della scienza fisica.

*Robert Grant (1852)*

*In copertina:*

Venere sul Sole fotografato da Susa l'8 giugno 2004, alle ore 05.49.00 TU (sopra) ed alle ore 11.12.27 TU, con fotocamera Contax 167MT e telescopio Meade Maksutov-Cassegrain, diam. 90 mm, f/13.8 (con filtro solare Black polimer Thousand Oaks Optical).

## PRESENTAZIONE

*Presentiamo, in questo numero speciale, i risultati delle osservazioni del transito di Venere sul Sole dell'8 giugno del corrente anno. E' stata, per i ragazzi delle Scuole coinvolte e per noi, un'occasione di grande collaborazione tra persone lontane tra loro e appartenenti a nazioni diverse.*

*Vogliamo che i risultati che qui presentiamo – pur estremamente positivi con i limiti delle semplificazioni adottate – siano intesi più che per se stessi come espressione di corretta metodologia scientifica.*

Предлагаем в спецвыпуске результаты наблюдения прохождения Планеты Венера перед Солнцем 8 июня этого года.

Этим представился особый случай сотрудничества для школьников данной школы и людьми различных наций и местоживаний.

Результаты, которые здесь представлены, являются крайне положительными, несмотря на некоторые принятые упрощения, и также являются сами по себе выражением правильного научного подхода.

.

در این شماره مخصوص، نتایج مشاهدات عبور ونوس بر روی خورشید را در تاریخ ۱۹ خرداد ۱۳۸۳ اعلام میکنیم،

برای ما و دانشورانی که با ما همکاری داشتند يك موقعیت بزرگ برای همکاری بین اشخاص مختلف از نقاط دور و از ملیتهای گوناگون بود.

نتایجی که در این شماره میاوریم با تمام سادگی خود نه فقط برای اخذ نتایج، بلکه برای شیوه به کار برده شده بسیار مهم هستند.

Dans ce numéro spécial on va présenter les résultats des observations du transit de Venus sur le Soleil le 8 juin 2004. Pour tous les étudiants des écoles qui ont participé et pour nous, l'observation a été une occasion de forte collaboration entre personnes de différentes nationalités qui se trouvent très loin entre eux

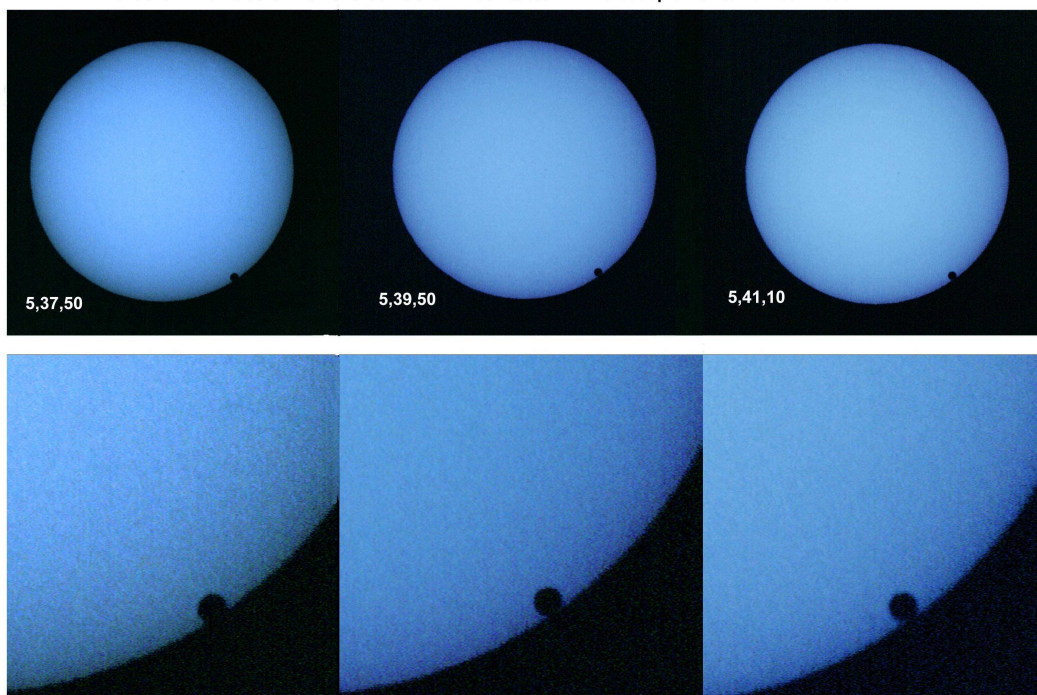
Nous voudrions que les résultats que nous sommes en train de vous présenter - très positifs même avec les limitations des exemplification adoptées – soient compris comme expression d'une correcte méthode scientifique.

We are glad to present, in this special issue, the results of observations during the Transit of Venus on the Sun which happened on the eighth of June of the current year.

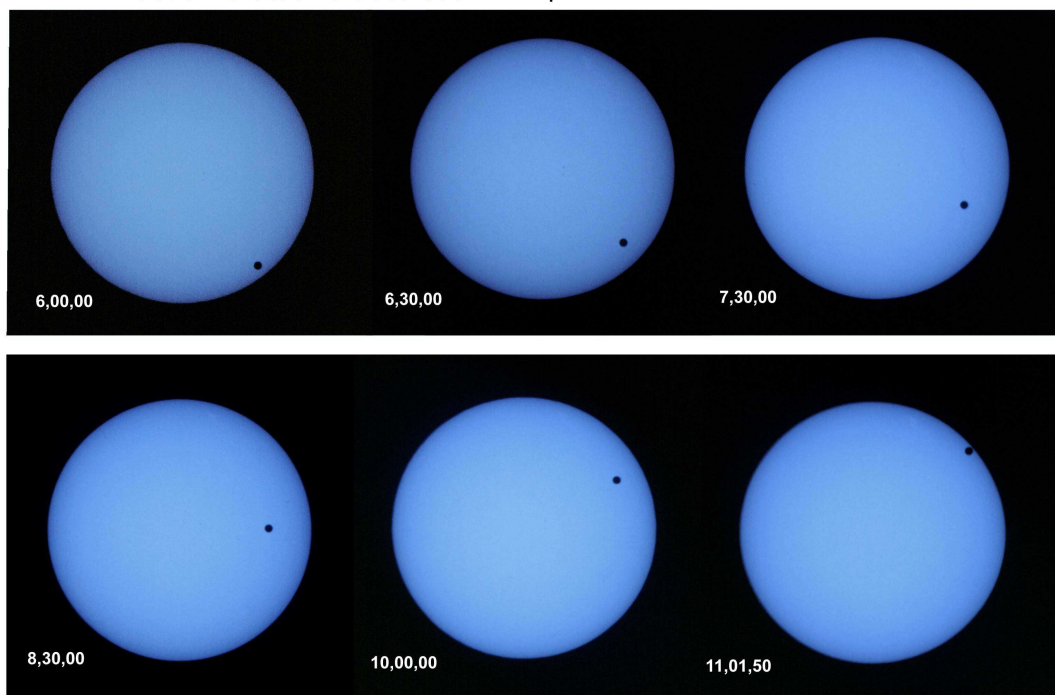
For the boys of Schools participating at the work and us, this occasion has been a great opportunity for people living in different countries to collaborate together.

We hope the results herein presented – very valuable considered the limits of the simplifications used – will be considered as the expression of a scientifically correct method.

8-06-04 Transito di Venere sul Sole 2° contatto      Telescopio newton d:150 f.1500

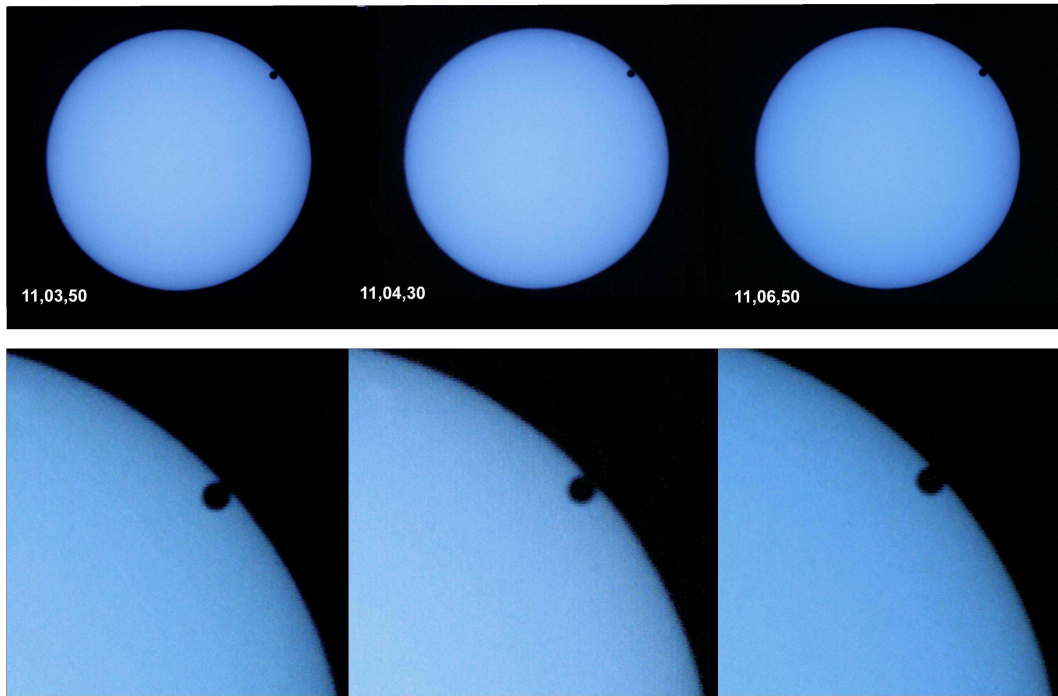


8-06-04 Transito di Venere sul Sole      Telescopio newton d:150 f.1500

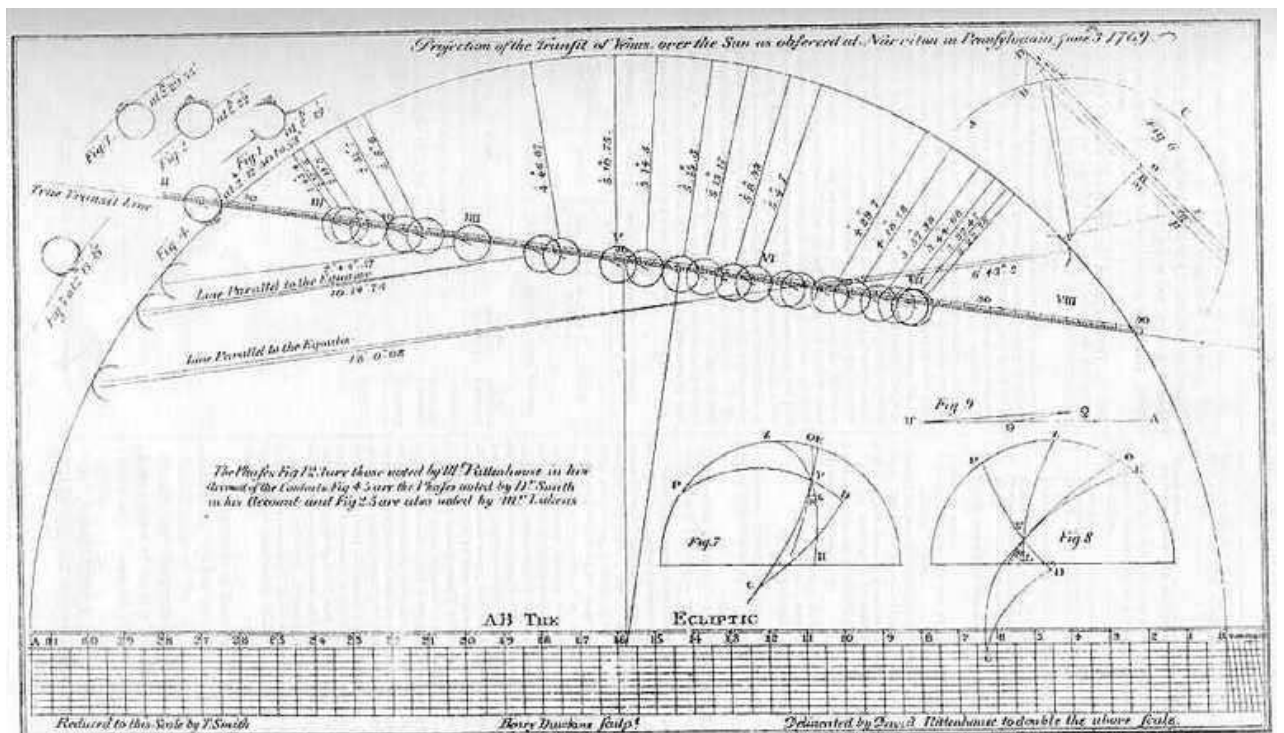




8-06-04 Transito di Venere sul Sole 3° contatto Telescopio newton d:150 f.1500



Osservazioni di Gino Zanella – S. Ambrogio di Torino



Disegni del transito di Venere sul Sole osservato a Norriton in Pennsylvania il 3 giugno 1769.

## OSSERVAZIONI

Le previsioni del tempo erano favorevoli, la giornata doveva essere limpida, dal mattino alla sera. Ma c'era chi temeva comunque la presenza anche solo di una nube proprio davanti al disco solare, che avrebbe rovinato irrimediabilmente l'osservazione. Ma la mattina conferma le previsioni e con grande speranza alle 6 e mezza stiamo già montando il telescopio di Sergio Nodelli, uno SC da otto pollici. Alle sette il Sole è nascosto dietro le montagne e Sergio cerca ancora di posizionare in modo ottimale il cavalletto e la montatura del suo bellissimo telescopio. E quando finalmente appare il Sole sopra le cime delle montagne di Borgone, Sergio ha solo dieci minuti per iniziare il corretto inseguimento della stella. Sono minuti di tensione, il Sole compare e scompare dall'oculare, il pannello dove è prevista la proiezione dell'immagine non si fissa subito nella posizione prevista, i minuti passano e vedo il nostro astrofilo sudare preoccupato. Ma tutto si risolve in cinque minuti. E per altri cinque minuti, soddisfatti della precisione con cui Sergio riesce a centrare il Sole, tutti noi guardiamo con grande attenzione il pannello sul quale è proiettata l'immagine dell'oculare. Ed è proprio Sergio che "avvista" per primo l'impercettibile arco di circonferenza del pianeta Venere che appare tangente alla circonferenza solare. Valter legge il tempo sul GPS ed io scatto la prima foto, Alessandro e Kirill segnano il tempo e il numero della foto su due fogli già predisposti. Siamo contenti, eccitati, parliamo con tono di voce alto. Alessandro, figlio di Sergio, ci prende in giro come al solito, sembriamo più bambini noi dei ragazzi di terza media. Kirill invece è serissimo con la matita in mano, l'occhio rivolto sul pannello e l'orecchio pronto a sentire l'ordine di segnare il tempo e il numero della foto.



I ragazzi della seconda E del liceo scientifico di Bussoleno, accompagnati dalla prof. Conti, assistono alle nostre operazioni a un metro di distanza, curiosi e interessati, ma anche sorridenti. È insolito passare l'ultimo giorno di scuola sul tetto delle medie che avevano frequentato solo due anni prima. E poi rivedere il loro prof. che scherza allegramente, legge una poesia di Giordano Bruno sul tempo e una altra di Tommaso Campanella sulla condizione degli intellettuali alla fine del '500, crea una atmosfera insolita, dove non vi è più distinzione di ruoli, dove gli adulti non si distinguono dai ragazzi se non per i capelli grigi.

Il tempo di "ingresso" di Venere è stato segnato, anche il secondo contatto, circa venti minuti dopo. Ora possiamo godere in pace l'osservazione, senza l'iniziale tensione. Sono ormai le otto del mattino, iniziano anche le lezioni e subito dopo le prime richieste da parte di docenti e

alunni di osservare il fenomeno. Valter, Sergio ed io diventiamo a turno ciceroni stacanovisti. Sergio, sempre vicino al telescopio per regolare l'inseguimento, modificare le dimensioni della proiezione, cambiare oculare, spostare il pannello in seguito alla diversa orientazione del tubo del telescopio, è instancabile. Alessandro lo aiuta sempre con battute ironiche, ma si capisce che è contento di essere presente. Fino alle 12 e trenta siamo impegnati quasi senza sosta nell'illustrare il fenomeno e il progetto di misura dell'Unità Astronomica. Tutti gli alunni della scuola media e oltre la metà delle classi del vicino liceo riescono a salire sul tetto e vedere il fenomeno proiettato sul pannello. Alle dieci ci raggiunge Andrea Ainardi, presidente dell'Associazione Astrofili Segusini, e ci sostituisce per quasi due ore nell'illustrare il fenomeno, nella descrizione dello strumento, nella spiegazione del progetto di misura della distanza Terra-Sole che prevede la collaborazione con altre scuole, tra le quali quella di Tehran in Iran e di Pskov in Russia. Possiamo così brindare al successo con vino e champagne; non mancano i pasticcini della classe terza E, che ha tenuto i contatti con le scuole estere via Internet. Il giornalista Piero Bianucci de "La Stampa", responsabile delle pagine del mercoledì di "Tutto Scienze", si complimenta più volte per il nostro lavoro divulgativo e l'entusiasmo dei ragazzi, riportando anche la nostra iniziativa sul giornale. Anche il settimanale locale "La Valsusa", informato dell'iniziativa, ne dà ampio spazio, invitato all'osservazione dalla preside Susanna Tittonel.



È l'una e mezza, siamo contenti, il Sole non ci ha lasciato neppure per un minuto. Abbiamo preso la misura di tutti i tempi che avevamo previsto. Certo, sappiamo che la precisione non è stata elevata, ma il metodo sperimentale è stato rispettato, un tributo a Galileo Galilei, a Giordano Bruno da parte di semplici ragazzi piccoli e grandi.

Ora ricordo quanto scrisse Galileo a Sarpi riguardo le difficoltà che incontrava nell'esporre la nuova teoria copernicana e la comparsa della Stella nova nell'ottobre 1604: "Al presente non provo altri contrari che i Peripatetici, più parziali di Aristotele che egli medesimo non sarebbe, e sopra gli altri quelli di Padova, sopra i quali io veramente non spero vittoria". Ebbene Galileo perse in vita contro l'ottusità delle gerarchie dell'epoca, ma vinse in seguito, diventando il simbolo della forza della Ragione, oltre che il fondatore del metodo sperimentale. Galileo era un uomo con tutte le debolezze che può avere un essere umano, non volle sacrificare la propria vita per le Verità che aveva scoperto, preferì continuare le sue ricerche rinchiuso in casa, piuttosto che morire sul rogo. Fu una scelta intelligente, libera, come lo fu anche quella di Giordano Bruno, anche lui spirito libero. Due destini diversi e insieme uguali.

b.b.

## DEDICA A GIORDANO BRUNO

*La Scuola Media di Bussoleno ha voluto dedicare a Giordano Bruno, vissuto quattro secoli fa, l'iniziativa della misura dell'Unità Astronomica.*

Subito dopo la registrazione del tempo del primo contatto interno, per sottolineare la mia soddisfazione nel celebrare un metodo scientifico utilizzato da uomini che hanno cambiato il mondo lottando con grande umanità, determinazione e con la forza della Ragione, ho letto, ai ragazzi presenti, i versi di Tommaso Campanella dedicati ai tanti intellettuali rinchiusi in carcere, tra i quali Giordano Bruno. È il mese di luglio del 1597, Campanella vuole esprimere la sua condanna a un mondo feroce e folle, gli è concesso di scrivere, caso rarissimo - a Bruno venne negato tutto per otto anni, e affida a questa poesia la descrizione della tragica condizione del pensiero forte, come scrive Gino Ditali nella presentazione del libro "Apologia di Galileo" dello stesso Campanella.

### AL CARCERE

Come va al centro ogni cosa pesante  
dalla circonferenza, e come ancora  
in bocca al mostro che poi la devora,  
donnola incorre temente e scherzante;  
così di gran scienza ognuno amante,  
che audace passa dalla mora gora  
al mar del vero, di cui s'innamora,

nel nostro ospizio alfin ferma le piante.  
Ch'altri l'appella antro di Poliremo,  
palazzo altri d'Atlante, e chi di Creta  
il laberinto, e chi l'Inferno estremo;  
che qui non val favor, saper, né piéta,  
io ti so dir; del resto, tutto tremo,  
ch'è ròcca sacra a tirannia segreta.

Di Bruno ho letto subito dopo "Al Tempo" da "De la Causa, Principio et Uno"

### AL TEMPO

O vecchio, lento ed insieme celere,  
che chiudi e riapri,  
che si deve dire di te,  
che sei buono o cattivo?

Sei ampio e tenace;  
i doni che porgi li asporti;  
di ciò che partorisci,  
sei lo stesso assassino;

Le cose generate dal tuo ventre,  
nel tuo ventre divori,  
tu a cui è lecito carpire con le tue fauci  
i frutti del tuo seno.

Tutto, comunque lo fai, tutto,  
comunque lo distruggi;  
quindi come potrei dire di te  
se sei buono o se sei cattivo?

Più oltre ove tu improvviso  
Sorprenderai con il colpo mortale,  
minacciando con la falce,  
c'è da tendere umilmente le mani  
verso là ove non appaiono  
così vicino le vestigia del buio Caos,  
non apparirai buono, non apparirai  
cattivo.

E ho concluso leggendo una dichiarazione di Bruno sui mondi infiniti durante uno degli interrogatori dell'Inquisizione romana, negli otto lunghi anni di dura prigionia:

"Sì che ho dichiarato infiniti mondi particolari simili a questo della Terra; la quale con Pittagora intendo uno astro, simile alla quale è la Luna, altri pianeti ed altre stelle, le quali sono infinite; e che tutti questi corpi sono mondi e senza numero, li quali costituiscono poi la università infinita in uno spazio infinito; e questo se chiama universo infinito, nel quale sono mondi innumerabili"

b.b.



## PARTECIPANTI ALL'OSSERVAZIONE

### **BUSSOLENO (TO) - STUDENTI DELLA SCUOLA MEDIA "ENRICO FERMI"**

Alex Ainardi, Patrik Gallo, Fabio Semeraro, Annalisa Marcellino, Federica Sottemano, Tiziano Masoero, Alessandro Nodelli, Cristina Bellando, Elena Vigna, Andrea Rubattu, Elvio Tattoli, Andrea Barini, Kirill Kouzmine, Raul Pesando, Francesco Nuvolose, Simona Rosa Cardinale, Serena Rosa Cardinale, Simone Vueric, Luca Guiffre, Federica Cribri, Stefania Viola, Edoardo Fossati, Matteo Combetto, Valentina Russo, Elisabetta Tagliaferro, Souad Moubtassim.



### **VALSUSA (TO) - VARIE POSTAZIONI A.A.S.**

Alessandro Ainardi, Andrea Ainardi, Boris Bellone, Oreste Bertoli, Paolo Bertoli, Andrea Bologna, Valter Crespi, Luca Giunti, Sergio Nodelli, Matteo Perdoncin, Roberto Perdoncin, Gino Zanella.

### **BUSSOLENO (TO) - LICEO SCIENTIFICO**

Anna Conti e *Studenti della III E*

### **TEHRAN - SCUOLA "PIETRO DELLA VALLE"**

M. Arezoomand, F. Hakamizadeh, S. Salehi e *Studenti*



## **PSKOV**

*Non sono state possibili osservazioni, a causa del maltempo.*

## **FAENZA (RA) - SCUOLA MEDIA “D. STROCCHI” E SCUOLA MEDIA “EUROPA”**

Casadio, Martelli e *Studenti* in collaborazione con

## **ASSOCIAZIONE ASTROFILI LACCHINI - FAENZA (RA)**

M. Bombardini *et al.*



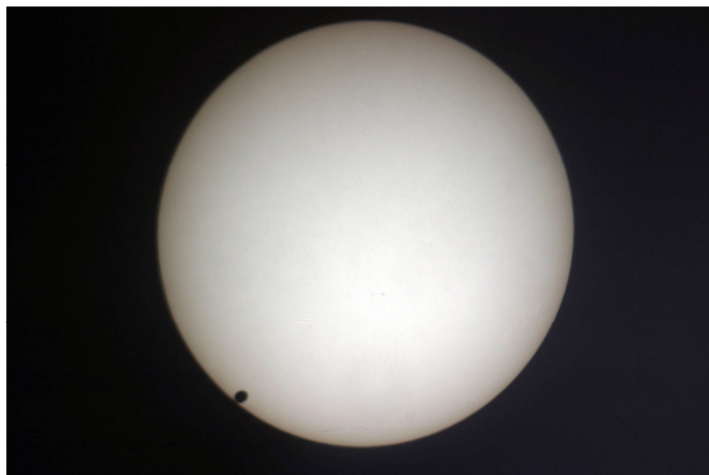
## **SASSARI - LICEO SCIENTIFICO “G. SPANO” – OSSERVATORIO DI SILIGO (SS)**

Gian Nicola Cabizza e *Studenti*



## VIBO VALENTIA - LICEO CLASSICO “MORELLI”

Toni Scarmato e *Studenti II E*



Secondo contatto, ore 7:39:32 (ora locale)

## VENEZIA LIDO

Nicola Scarpel e *Studenti*

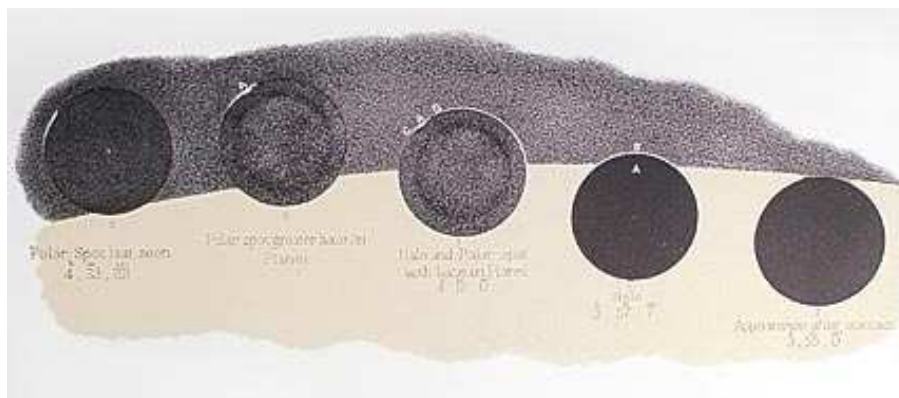
## UNIONE ASTROFILI ITALIANI

### \* **ASTROCULTURA**

Pasqua Gandolfi, *responsabile della Sezione di Ricerca “Astrocultura” dell’U.A.I.*

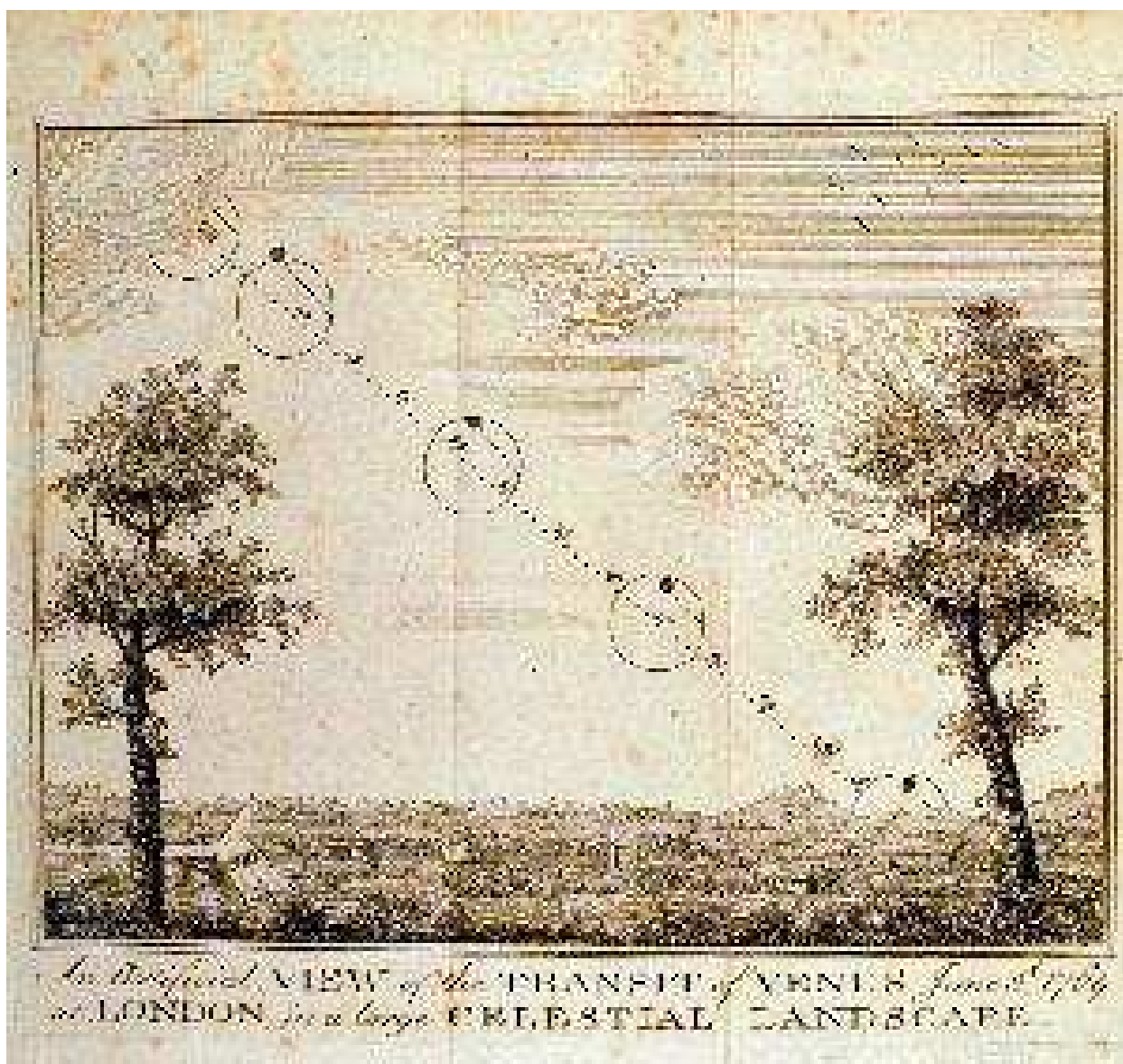
### \* **PRESIDENZA U.A.I.**

Emilio Sassone Corsi, *presidente dell’Unione Astrofili Italiani: è stato da tramite nel dono di un telescopio – offerto dalla Ditta Auriga di Milano – alla Scuola italiana a Tehran.*



Transito di Venere sul Sole del 1874: fasi finali, osservate da Henry Chamberlain Russell con un rifrattore da 11.5 pollici. Essendo stato utilizzato un prisma diagonale, la figura è speculare. - *Courtesy John Westfall.*





Disegni sul transito di Venere sul Sole del 1769 di Benjamin Martin (1773)

## RISULTATI OSSERVATIVI

Nelle pagine che seguono presentiamo i tempi registrati dai vari osservatori partecipanti ed i risultati ottenuti con diversi metodi di calcolo.

Il metodo di Halley, probabilmente da noi eccessivamente semplificato, non porta a risultati accettabili; con il metodo “alternativo” proposto l’errore è dell’8%, con i metodi “automatizzati” su *Internet* l’errore scende sotto il 2%.



TEMPI RILEVATI DAI VARI OSSERVATORI															
	Latitu- dine	Longi- tudine	1° contatto			2° contatto			3° contatto			4° contatto			Osservatori
Susa1	45,13	7,05	5	20	57	5	39	56	11	4	29	11	23	35	R. e M. Perdoncin
Susa2	45,13	7,05		----		5	39	50	11	4	29		----		L. Giunti - A. Bologna
Tehran	35,80	51,47	5	18	27	5	37	45	11	2	44	11	21	56	Scuola italiana
Bussoleno	45,14	7,15	5	20	32	5	39	49	11	4	3	11	23	37	Scuola Media <i>Fermi</i>
Vibo Valentia	38,83	16,25	5	20	6	5	39	32		----			----		T. Scarmato
Faenza	44,30	11,87	5	20	34	5	39	40	11	4	14	11	23	25	M. Bombardini
Sassari	40,73	8,55	5	20	35	5	38	52	11	6	1	11	24	8	Liceo <i>G. Spano</i>
Venezia Lido	45,43	12,37		----		5	39	58	11	5	0		----		N. Scarpel
Alpignano	45,10	7,52	5	20	54	5	39	57	11	4	11	11	23	34	O. e P. Bertoli
S. Ambrogio	45,10	7,34	5	20	30	5	40	0	11	4	20	11	23	30	G. Zanella
Combinazione A.A.S.	45,125	7,193	5	20	43	5	39	54	11	4	18	11	23	34	

TEMPI TEORICI CALCOLATI															
I tempi sono stati calcolati mediante interpolazioni su cartine distribuite da <i>PLANOCULT</i>															
	Latitudine	Longitudine	1° contatto			2° contatto			3° contatto			4° contatto			Osservatori
Susa1	45,13	7,03	5	20	11	5	39	56	11	4	31	11	23	54	
Susa2	45,13	7,03	5	20	11	5	39	56	11	4	31	11	23	54	
Tehran	35,80	51,47	5	18	28	5	37	46	11	2	41	11	21	54	
Bussoleno	45,14	7,15	5	20	11	5	39	56	11	4	30	11	23	54	
Vibo Valentia	38,83	16,25	5	20	11	5	39	49	11	4	40	11	23	58	
Faenza	44,30	11,87	5	20	7	5	39	49	11	4	20	11	23	43	
Sassari	40,73	8,55	5	20	18	5	40	3	11	4	54	11	24	13	
Venezia Lido	45,43	12,37	5	20	4	5	39	48	11	4	12	11	23	36	
Alpignano	45,10	7,52	5	20	10	5	39	55	11	4	30	11	23	53	
S. Ambrogio	45,10	7,34	5	20	10	5	39	55	11	4	30	11	23	53	
Combinazione A.A.S.	45,13	7,193	5	20	11	5	39	56	11	4	30	11	23	54	

SCOSTAMENTI															
I valori indicano gli scostamenti in secondi dell'osservazione rispetto ai tempi teorici.															
	Latitudine	Longitudine	1° contatto			2° contatto			3° contatto			4° contatto			Osservatori
Susa1	45,13	7,05	0	0	46	0	0	0	0	0	-2	0	0	-19	
Susa2	45,13	7,05				0	0	-6	0	0	-2				
Tehran	35,80	51,47	0	0	-1	0	0	-1	0	0	3	0	0	2	
Bussoleno	45,14	7,15	0	0	21	0	0	-7	0	0	-27	0	0	-17	
Vibo Valentia	38,83	16,25	0	0	-5	0	0								
Faenza	44,30	11,87	0	0	27	0	0	-9	0	0	-6	0	0	-18	
Sassari	40,73	8,55	0	0	17	0	-2	-71	0	2	67	0	0	-5	
Venezia Lido	45,43	12,37				0	0	10	0	1	48				
Alpignano	45,10	7,52	0	0	44	0	0	2	0	0	-19	0	0	-19	
S. Ambrogio	45,10	7,34	0	0	20	0	1	5	0	0	-10	0	0	-23	
Combinazione A.A.S.	45,13	7,193	0	0	32	0	0	-2	0	0	-12	0	0	-20	

# CALCOLO DELLA DISTANZA TERRA-SOLE

## METODO DI HALLEY

Affrontando lo studio della storia dell'astronomia si rimane spesso colpiti dalle capacità degli studiosi che ci hanno preceduto. Essi, infatti, pur disponendo di strumenti e di conoscenze meno evoluti rispetto ai nostri, ottenevano risultati sorprendenti attraverso metodi semplici ma geniali, ideati grazie ad una perfetta padronanza della geometria e della matematica. Tali metodi sono ancor oggi di non semplice comprensione ed applicazione. Ne abbiamo avuto prova tentando di sviluppare il calcolo necessario per ottenere la misura della distanza Terra-Sole con il metodo proposto nel 1716 da Halley, in un suo articolo inviato alla Royal Society.

Il procedimento necessario per giungere alla determinazione della distanza tra il nostro pianeta e il Sole si basa su alcuni dati osservativi che possono essere ottenuti in occasione del transito di Venere davanti al disco solare. In particolare si deve misurare il tempo di transito di Venere da due siti posti sul nostro pianeta alla maggiore distanza possibile. E' inoltre necessario rilevare il diametro apparente del Sole e la lunghezza, anch'essa apparente, di almeno una delle corde disegnate da quel pianeta sul disco della nostra stella. Devono infine essere noti i periodi di rivoluzione intorno al Sole di Venere e della Terra.

Possiamo suddividere l'intero procedimento in quattro parti distinte.

Con la prima si determina l'angolo che separa le corde viste dai due osservatori terrestri (parallasse di Venere).

Occorre poi calcolare la distanza tra i due osservatori, intesa come la corda che, attraversando la crosta terrestre, li unisce attraverso il percorso più breve possibile.

Dal rapporto tra quest'ultima misura e l'angolo di parallasse, espresso in radianti, si ottiene la distanza Terra-Venere

Infine da questa, utilizzando la terza legge di Keplero, si giunge al risultato desiderato.

Nel procedimento esposto nelle pagine seguenti è stato necessario, per brevità e per facilitarne la comprensione, introdurre alcune semplificazioni. Tra queste abbiamo assunto che i due osservatori, Venere e il centro del Sole fossero posti tutti sullo stesso piano; abbiamo inoltre presunto come perfettamente circolari le orbite di Venere e della Terra.

Un ulteriore problema è anche rappresentato dal fatto che i due siti osservativi avrebbero dovuto trovarsi sullo stesso meridiano.

L'introduzione di queste semplificazioni e il fatto che i due siti scelti per le osservazioni fossero ad una distanza relativamente modesta, ha fatto sì che il risultato ottenibile applicando soltanto le formule da noi esposte fosse piuttosto lontano dalla realtà. Abbiamo tuttavia ritenuto importante presentare il metodo per farne comprendere le linee essenziali.

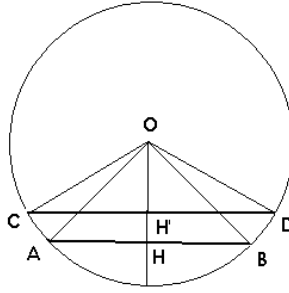
Immettendo invece gli stessi dati nella pagina web <http://home.hetnet.nl/~smvanroode/index.html> che consente "on line" il calcolo rigoroso, si ottiene un risultato decisamente più vicino alla realtà (152.419.245 Km) come mostrato a pag. 17.

## Le formule

### 1 - Determinazione della parallasse di Venere.

Noti i tempi di percorrenza di Venere sul disco solare visti da Susa ( $T_s$ ) sulla corda  $\overline{AB}$  e da Teheran ( $T_t$ ) sulla corda  $\overline{CD}$  e nota la lunghezza apparente della corda  $\overline{AB}$  abbiamo

$$\overline{AB} : T_s = \overline{CD} : T_t \quad \text{da cui} \quad \overline{CD} = \frac{\overline{AB} \cdot T_t}{T_s} \quad (1)$$



**Figura 1**

Noto inoltre il diametro apparente del disco del Sole e quindi il suo raggio ( $\overline{CO} \equiv \overline{AO}$ )

$$\overline{OH} = \sqrt{\overline{AO}^2 - \overline{AH}^2} \quad (2)$$

$$\overline{OH'} = \sqrt{\overline{CO}^2 - \overline{CH'}^2} \quad (3)$$

$$\overline{HH'} = \overline{OH} - \overline{OH'} \quad (4)$$

Il risultato della (4), espresso in primi d'arco, va poi convertito in radianti.

### 2 - Calcolo della distanza tra i due osservatori.

E' possibile ottenere la distanza di due punti, di cui si conoscano le coordinate geografiche (latitudine e longitudine), sulla superficie di una sfera di raggio noto.

Occorre, prima di tutto, convertire le coordinate geografiche dei due siti in coordinate polari quindi in coordinate cartesiane

$$\begin{cases} x = r \cdot \sin(\theta) \cdot \cos(\varphi) \\ y = r \cdot \sin(\theta) \cdot \sin(\varphi) \\ z = r \cdot \cos(\theta) \end{cases}$$

in cui  $r$  è il raggio della Terra,  $\theta$  è l'angolo complementare della latitudine (colatitudine) e  $\varphi$  è la longitudine (coordinate polari).

Ottenuti così  $x_s, y_s, z_s$  e  $x_t, y_t, z_t$ , coordinate cartesiane nello spazio dei due siti osservativi espresse in chilometri, possiamo calcolare la distanza dei due punti  $\overline{ST}$ :

$$\overline{ST} = \sqrt{(x_t - x_s)^2 + (y_t - y_s)^2 + (z_t - z_s)^2}$$

### 3 - Determinazione delle distanza Terra Venere.

Durante il transito di Venere sul disco solare la situazione era quella rappresentata in questa figura

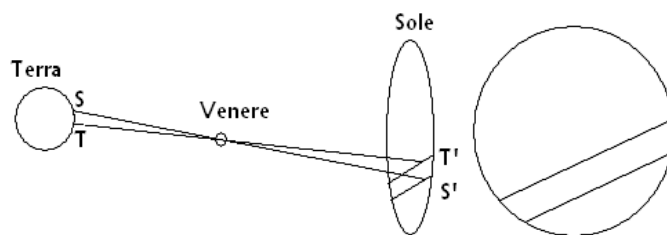


Figura 2

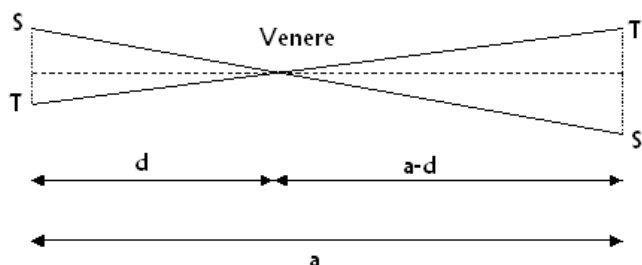


Figura 3

L'angolo  $\widehat{SVT}$  in figura 3 è il valore ricavato dalla (4), espresso in radianti, della parallasse di Venere.

Dal rapporto

$$d \cong \frac{\overline{ST}}{\widehat{SVT}}$$

otteniamo d, ossia la distanza Terra-Venere,

### 4 – Determinazione dell'Unità Astronomica.

Grazie alla terza legge di Keplero, che stabilisce una proporzionalità tra il cubo delle distanze dei pianeti dal Sole e il quadrato dei periodi di rivoluzione, possiamo infine ottenere la distanza Terra-Sole ( $a$  in figura 3).

$$a = \frac{d \cdot \sqrt[3]{\frac{P_T^2}{P_V^2}}}{\sqrt[3]{\frac{P_T^2}{P_V^2} - 1}}$$

in cui  $P_T$  e  $P_V$  sono i periodi di rivoluzione della Terra e di Venere.



## METODI "AUTOMATIZZATI" SU INTERNET

Immettendo i dati relativi alle varie osservazioni italiane confrontate con i dati di Tehran nella pagina web <http://home.hetnet.nl/~smvanroode/index.html> che consente il calcolo "on line", in modo automatico, si ottengono i risultati riportati in tabella.

Il sito consente il calcolo con due metodi, di Halley e di Delisle.

Il valore attualmente accettato per l'U.A. è 149597870 km. Il giorno dell'osservazione la distanza Terra-Sole era pari a 1.01507 U.A., cioè 151852309.9 km.

Osservatore	Metodo usato	
	Halley	Delisle
Susa 1	152,42	149,79
Susa 2	184,04	149,79
Bussoleno	104,15	200,21
Vibo Valentia	n.a.	175,12
Faenza	170,45	161,00
Sassari	***	96,65
Venezia Lido	***	94,95
Alpignano	105,00	179,94
S. Ambrogio	115,38	163,36
Combinazione A.A.S.	124,17	167,36

Le distanze sono espresse in milioni di km

NOTE:

n.a. = non disponibile in quanto manca il terzo contatto

\*\*\* = il valore calcolato è negativo

The screenshot shows the 'the transit of venus' website interface. The browser window title is 'The transit of Venus, 2012 June 5-6 - Microsoft Internet Explorer'. The address bar shows 'http://home.hetnet.nl/~smvanroode/index.html'. The page content includes a logo with a yellow sun and the text 'the transit of venus'. Below the logo, there is a copyright notice '©2004' and an email address 'info@venus2012.nl'. The main section is titled 'First Observer' and 'Second Observer'. Each section has a dropdown menu for 'Find an observing partner:' with options 'Fictitious northern observer' and 'Fictitious southern observer'. Below each dropdown are input fields for 'Longitude', 'Latitude', 'Interior contact at ingress', and 'Interior contact at egress'. At the bottom of the page, there are radio buttons for 'Halley's method' (selected) and 'Delisle's method'. Below these are 'Compute' and 'Reset' buttons. At the very bottom, there are three input fields: 'Sun's mean distance: 152419245 km', 'Mean solar parallax: 8.631"', and 'Uncertainty: 3.323"'. On the left side of the page, there are links for 'Transit Details for 2012', 'Online Parallax Calculator', 'Black Drop and Aureole', 'A Call for Assistance', and 'Visit my Guestbook'. At the bottom left, it says '1 visitor(s) online'.

## UN METODO ALTERNATIVO

Il risultato ottenuto con il metodo di Halley non ci pareva soddisfacente perciò abbiamo utilizzato un altro metodo che prevede un calcolo indiretto della distanza del Sole o più precisamente del valore dell'Unità Astronomica.

La sostanza del metodo consiste in questo principio:

Calcolare le posizioni relative del Sole e di Venere facendo variare i parametri orbitali dei pianeti in modo da ottenere la migliore corrispondenza tra le posizioni calcolate e il fenomeno osservato.

Naturalmente anche applicando questo metodo abbiamo fatto delle semplificazioni.

- Abbiamo considerato soltanto gli istanti del 2° e del 3° contatto in quanto ritenuti più affidabili
  - Nel calcolo delle posizioni non si è tenuto conto delle perturbazioni mutue.
  - Abbiamo raggruppato le 5 osservazioni fatte dalla Valle di Susa in un'unica osservazione prendendo in considerazione la media dei tempi rilevati.
  - Il disco Solare è stato considerato circolare.
- (Per curiosità il baricentro dei 5 posti di osservazione cade in territorio di Borgone).

E' stato scritto un programma che calcola la posizione relativa di Venere e del Sole nei quattro istanti che ci interessano e cioè:

- T1 - tempo 2° contatto visto da Tehran
- T2 - tempo 3° contatto visto da Tehran
- T3 - tempo 2° contatto visto da Valle Susa
- T4 - tempo 3° contatto visto da Valle Susa

Come si sa i parametri orbitali sono facilmente ricavabili mediante l'osservazione delle posizioni dei pianeti e del Sole ad eccezione della distanza che intercorre tra i vari oggetti del Sistema Solare.

Abbiamo pertanto utilizzato i parametri facilmente reperibili su qualunque libro ma, immaginando di non conoscere il vero valore della distanza, abbiamo iniziati i calcoli prendendo come valore di partenza dell'U.A. il valore di 270 Gm che era il risultato ottenuto con altri metodi. (1Gm=1000000 km)

Il procedimento per arrivare al risultato finale è un po' complesso ma cercheremo di esporre i passaggi fondamentali.

Premettiamo che la posizione di 2° e 3° contatto è stata definita come distanza di 15,29 primi tra il centro del Sole e il centro di Venere. (Raggio solare – Raggio di Venere)

Per prima cosa sono stati modificati leggermente i parametri (direzione della linea dei nodi e tempo di passaggio al perielio) per far coincidere gli istanti di entrata e uscita di Venere dal Sole calcolati con quelli misurati a Tehran.

In questo modo se i parametri fossero tutti esatti anche la posizione di Venere relativa al Sole calcolata per la Valle di Susa ai tempi T3 e T4 dovrebbe coincidere con il secondo e terzo contatto.

Abbiamo preso nota della differenza (Errore) della posizione rispetto alla posizione esatta come sopra definita

Abbiamo ripetuto il tutto per diversi valori di U.A. presi abbastanza arbitrariamente e precisamente 0,7 0,5 e 0,3 volte il valore iniziale registrando ogni volta l'errore calcolato.

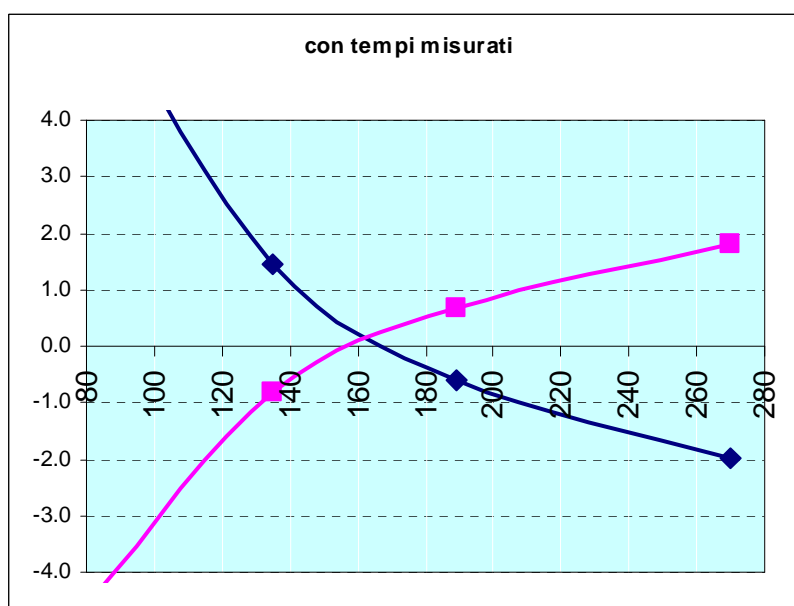
Per semplificare il calcolo e per rendere più intuitivo il risultato, abbiamo riportato oltre che i valori calcolati anche un grafico dell'andamento degli scostamenti visti dalla Valle Susa in funzione dei vari valori di U.A.

Le curve sono ovviamente due una per l'entrata e una per l'uscita e naturalmente una sola delle due sarebbe sufficiente per valutare la distanza del Sole, considerando il punto in cui la curva assume valore zero.

Siccome le due curve non intersecano lo zero allo stesso valore di distanza ci sembra ragionevole considerare il punto in cui le curve si intersecano come valore da assegnare alla distanza solare.

Il risultato di questi calcoli è riassunto nella tabella e nel grafico sottostanti.

	Entrata	Uscita
270	-1,97	1,79
189	-0,61	0,68
135	1,46	-0,82
81	6,47	-4,51



Così calcolata l'U.A. a noi risulta di 162 Gm (milioni di km).

Il valore ottenuto sappiamo essere sbagliato di circa 8%.

Nessuno di noi all'inizio di questa "avventura" aveva un'idea di quale livello di precisione potesse essere raggiunto con mezzi tutto sommato modesti. Nessun telescopio superava operativamente i 150 mm.

o.b.

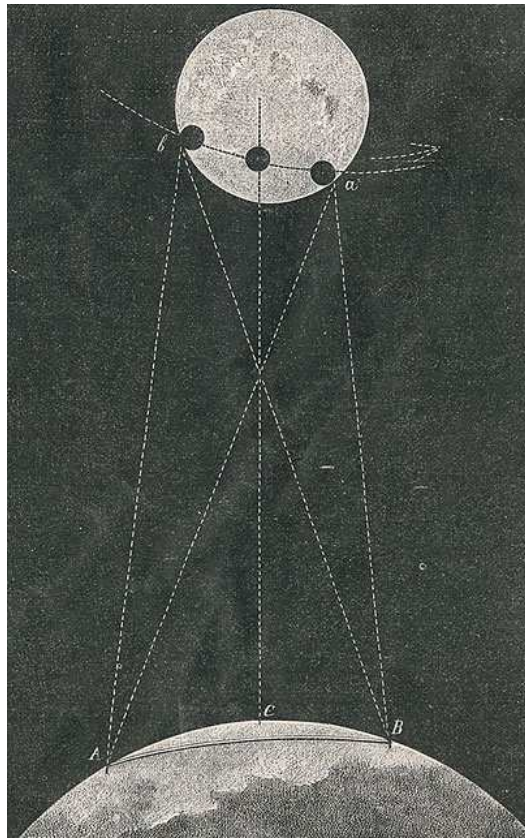
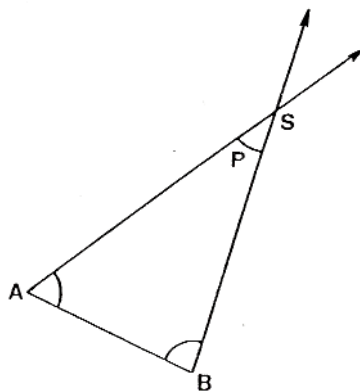


Illustrazione da un articolo sul transito di Venere del 1874 su  
*La nature: revue des sciences et de leurs applications aux arts et à l'industrie*, dicembre 1873, p.55

## PARALLASSE SOLARE

La distanza di un corpo celeste può essere determinata attraverso la misura di un angolo detto parallasse (dal greco *παράλλαξις* = deviazione, spostamento).

Consideriamo un oggetto posto in S ed un osservatore in A (v. figura): se l'osservatore si sposta in B vedrà S proiettarsi sullo sfondo in una direzione diversa da quella che aveva in A. L'angolo  $\widehat{ASB}$  si chiama parallasse  $p$ .



Conosciuta la distanza AB, l'angolo in A o in B e la parallasse  $p$ , il triangolo ASB può essere risolto con la trigonometria e può essere calcolata la distanza cercata AS.



La determinazione della parallasse solare per determinare il valore dell'Unità astronomica ha subito una discreta evoluzione nei tempi.

Il valore attualmente accettato dell' U.A. è leggermente inferiore alla distanza media della Terra dal Sole e corrisponde a  $1,49597870691 \times 10^{11}$  metri, approssimativamente 150 milioni di chilometri.

Nel seguente riquadro diamo un'idea delle varie misure proposte nei secoli.

Metodo/Autore	Parallasse	Distanza
Lunghezza del raggio terrestre dalla posizione dell'ombra di uno gnomone, <i>Erastotene</i> , 200 a.C.		6300 - 8000 km
Distanza della Luna, mediante triangolazione, <i>Aristarco da Samo</i> , 265 a.C.		378 - 480 mila km
Distanza del Sole, mediante triangolazione, <i>Aristarco da Samo</i> , 265 a.C.		7.000.000 km
Distanza del Sole, <i>Claudio Tolomeo</i>		7.710.000 km
Distanza del Sole riconosciuta all' epoca di <i>Ticho Brahe</i> (1546 -1601)		8.000.000 km
Distanza del Sole, dalla parallasse di Marte, <i>Keplero</i> (1571 - 1630)		22 - 24.000.000 km
Distanza del Sole, per triangolazione, <i>Gottfried Wendelin</i> (1580 - 1667)		85.000.000 km
Distanza del Sole, Passaggio del 1639, <i>Horrocks</i>	< 14"	95.000.000 km
Distanza del Sole, parallasse di Marte, <i>G.D. Cassini</i> (1625 - 1712)	9,24"	142.379.000 km
Distanza del Sole, Passaggio del 1761 e 1769	8,43" e 8,80"	
Distanza del Sole, Passaggio del 1761 e 1769, <i>Encke</i> 1824	8,5776"	
Distanza del Sole, Passaggio del 1761 e 1769, 1835	8,571 ± 0,037"	
Distanza del Sole, Parallasse di Marte, <i>Hall</i> , 1862	8,841"	
Distanza del Sole, Parallasse dell' asteroide Flora, <i>Galle</i> , 1875	8,873"	
Distanza del Sole, Parallasse di Marte, <i>Gill</i> , 1881	8,78"	
Distanza del Sole, Passaggio del 1874 e 1882, <i>Newcomb</i> , 1890	8,79"	
Distanza del Sole, Parallasse dell'asteroide Eros, <i>Hinks</i> , 1900	8,806"	
Distanza dal Sole, dallo studio di perturbazioni dell'asteroide Eros, <i>E. Noteboom</i> , 1921	8,799"	
Distanza del Sole, dallo studio di numerose occultazioni lunari, <i>H.S. Jones</i> , 1924	8.805"	
Distanza del Sole, Parallasse dell'asteroide Eros, 1941	8,790"	
Distanza del Sole, Misura Radar, <i>NASA</i> , 1990	8,79415"	

## CRONACA DI UNA OSSERVAZIONE UNICA

- Inquadri tutto il disco solare?
- No, sto usando 80 ingrandimenti; vedo solo poco più di un quarto del Sole... Speriamo di aver scelto il quadrante giusto... Quanto manca?
- Circa un minuto... Dunque, ragioniamo, il sud è in basso... no, ... ma sull'Almanacco UAI mi sembra di aver visto uno schema dell'orientamento del disco solare rispetto all'orizzonte... aspetta che lo cerco.
- Lascia stare. E' giusto così, me lo sento. E poi non faremmo più in tempo a spostare. L'immagine ribolle abbastanza: non sarà facile individuare l'istante esatto del primo contatto.
- Chissà i nostri amici in Russia e in Iran...
- Hanno già visto Venere arrivare: i tempi dei contatti erano anticipati di alcuni secondi rispetto ai nostri.
- Ci siamo... tiènti pronto.
- ... mi sembra... Ora! ... No, ora, ora! ... Forse, non ancora... Sì, era lui già prima! Era sicuramente lui ora lo vedo!
- Se era giusto la seconda volta, quando mi hai detto "ora, ora!" allora segno il primo contatto a 5:20:57 di TU.
- Sì, direi di sì. Ora guarda anche tu. Certo che è una cosa magnifica. Speriamo di essere più precisi con il secondo contatto, è stato davvero difficile individuarlo: un po' che l'immagine ribolle, un po' che non sai esattamente dove aspettarti che arrivi e un po', diciamolo pure, l'emozione!

Dopo innumerevoli incontri, ragionamenti e calcoli. Dopo svariate visite ai siti Internet più utili, ricerche minuziose di testi sui metodi usati da illustri astronomi del passato per il calcolo della distanza Terra-Sole. Dopo infiniti contatti, intessuti con pazienza dal professor Bellone, con le scuole a Pskov e a Teheran. Dopo un gran lavoro del dottor Ainardi per "cesellare" la circolare numero 108, incollarne i pezzi, inserirne le traduzioni in russo e persiano.

Dopo tutto questo, ecco finalmente l'8 giugno.

La notte quasi insonne e la sveglia prima dell'alba per preparare gli strumenti.

Il sollievo nel vedere rispettate le previsioni meteorologiche con un bel cielo limpido, fondamentale indispensabile per questa rara rappresentazione teatrale. Poi i monti della nostra valle, le quinte, da cui sorge il Sole, pronto a fare da spalla ad una attrice speciale.

Ed eccola, finalmente, che compare, Venere, *lento motu*, come dal nulla, in mezzo alla scena. E' il primo atto.

E, in silenzio, scorre lo spettacolo lungo sei ore, mai noioso perché davvero così raro e unico, da coinvolgere e travolgere gli spettatori, dai più attenti ai più distratti.

Durante il fenomeno non poteva mancare una visita alla Scuola Media di Bussoleno, il vero centro di questa iniziativa. Numerosissimi gli studenti che hanno raggiunto la postazione allestita dai soci Nodelli, Crespi e Bellone sul tetto piano dell'edificio scolastico. Anche numerosi allievi del vicino Liceo scientifico "N. Rosa" hanno potuto assistere allo spettacolo osservando i due astri proiettati su uno schermo bianco.

E, nonostante tutte le preoccupazioni "tecniche", qualcuno è riuscito anche a pensare ad un bicchiere di bianco frizzante per brindare!

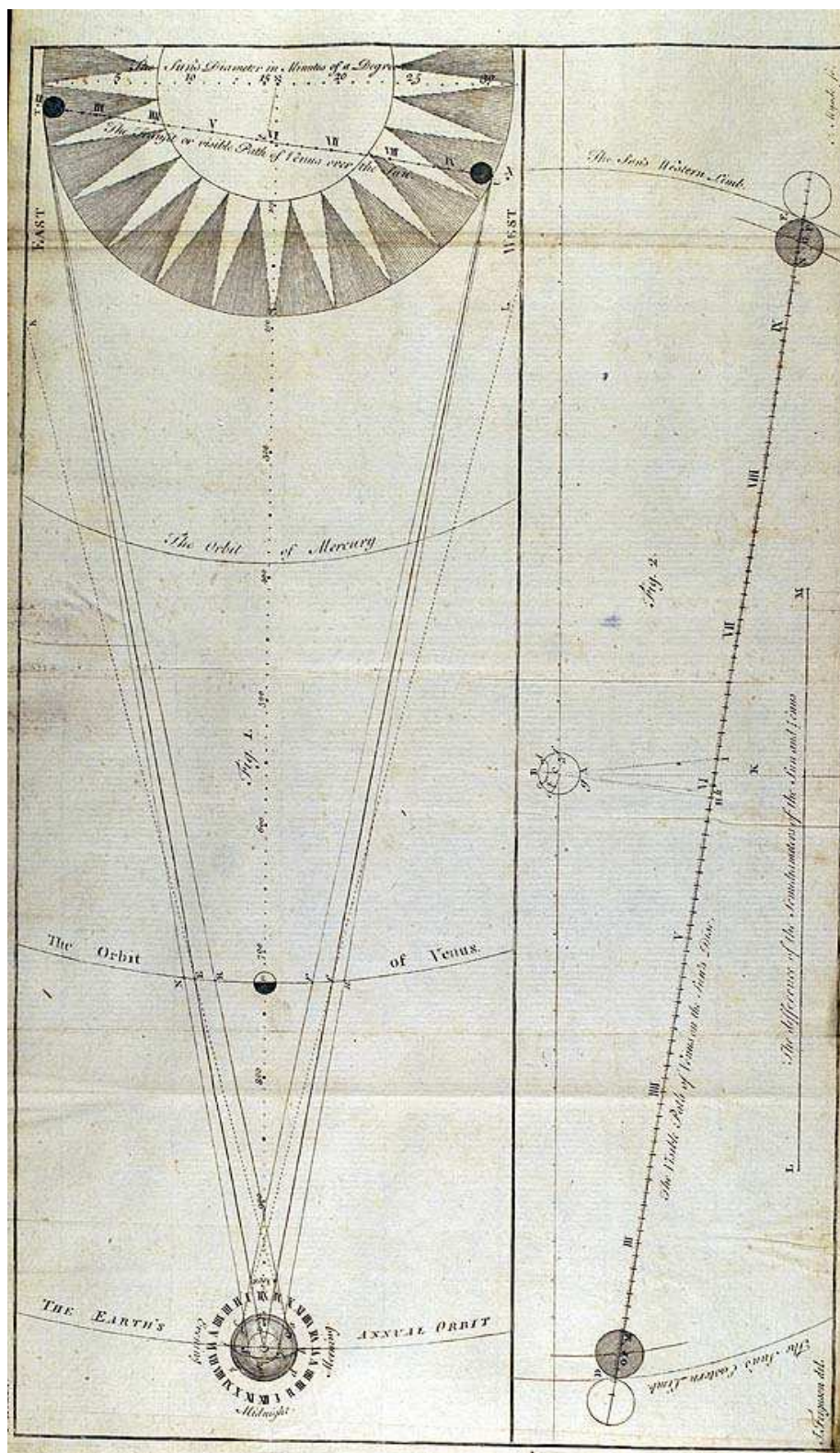
- Mi viene in mente un pensiero bizzarro, nebuloso...
- Dimmelo adesso, che abbiamo ancora un po' di tempo.

- Dunque, questa osservazione è davvero speciale anche per un altro motivo. E' emozionante non tanto quello che vediamo quanto quello che "sappiamo" di vedere. Voglio dire, un disco arancione con un pallino nero in mezzo è un disegno che posso realizzare e vedere perfino meglio in qualsiasi computer. Ma il nostro cervello supera quello che avvistiamo perché conosciamo che si tratta di Venere davanti al Sole, che è un fenomeno raro, che siamo i successori di astronomi famosi o sconosciuti che con le loro osservazioni hanno costruito e cambiato il pensiero dell'umanità, che centinaia di altri appassionati nel mondo sono nelle nostre stesse condizioni (per inciso, anche di diverse religioni: pensa ai nostri amici di Pskov e di Teheran...)... E' tutta questa conoscenza, e non tanto questa visione, che dà i brividi.
- Mmh, bisogna rifletterci meglio. E poi sempre la nostra mente interpreta quello che i nostri occhi le inviano.
- Sì, hai ragione, è un pensiero confuso. Dovrò pensarci ancora su...
- Dai, adesso prepariamoci al gran finale!
- Mancano tre minuti al quarto contatto.
- Il bordo della fotosfera taglia ormai il disco di Venere tanto da lasciarne vedere solo più una piccola fetta. E' quasi ora. Faccio ancora qualche posa e poi rimetto l'oculare.
- Ti segno i tempi delle pose... Copri il mirino della macchina fotografica per evitare luci parassite.
- Già, hai ragione, me l'hai già detto ma non ci penso mai.
- Ecco, guarda tu ora; è meglio che i tempi li rilevi sempre lo stesso osservatore.
- Ma ci pensi che stiamo vedendo una cosa che non vedremo mai più!
- Già, mai il cielo si ripete, e anche se lo fa, mai è proprio tutto uguale. Tra otto anni lo vedranno altri, in altre condizioni... e nel 2117...
- Non saremo certamente più noi a vederlo!

l.g. – r.p.



Un aereo Airbus 320 (Paris-Madrid) transita sul Sole nell'istante del secondo contatto di Venere.  
Cerny (France), 8 giugno 2004, 05:35:55 UT (Telescopio Newton 255 mm).  
Foto di Yannick Le Garrec



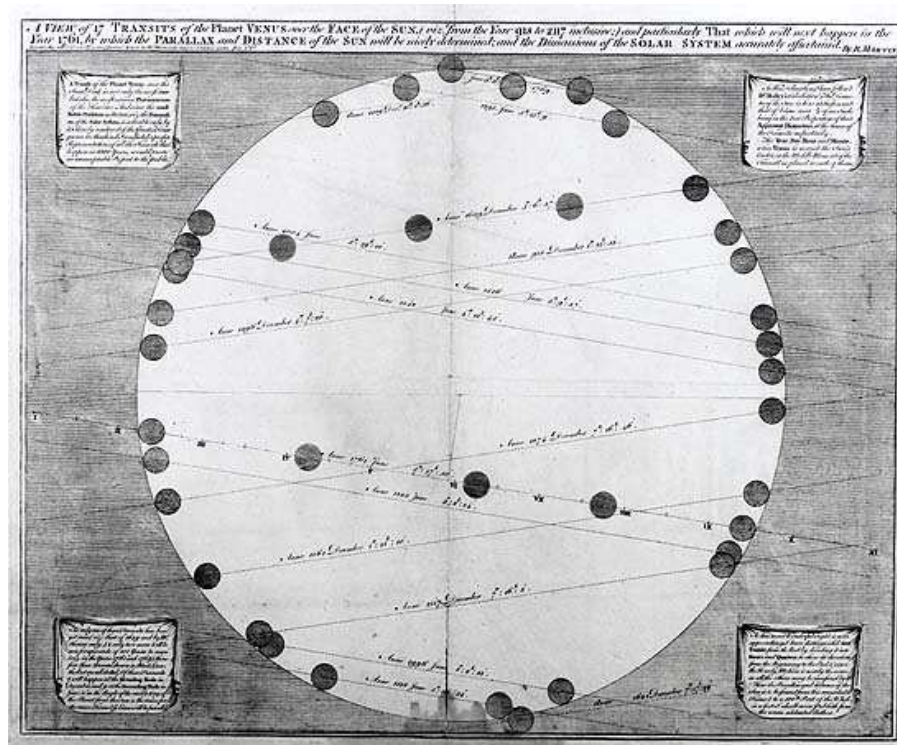
Schemi di James Ferguson sul Transito di Venere sul Sole del 1761, da David Brewster, *Ferguson's Astronomy, explained upon Sir Isaac Newton's Principles* (Edinburgh, 1811)





## INDICE

Presentazione	pag. 3
Osservazioni	“ 6
Dedica a Giordano Bruno	“ 8
Partecipanti all’osservazione	“ 9
Risultati osservativi	“ 12
Calcolo della distanza Terra- Sole	“ 14
<i>Metodo di Halley</i>	“ 14
<i>Metodi “automatizzati” su Internet</i>	“ 17
<i>Un metodo alternativo</i>	“ 18
Parallasse solare	“ 20
Cronaca di una osservazione unica	“ 22
Il tuo ritorno...	“ 25



17 Transiti di Venere sul Sole, dal 918 al 2117, da un disegno di Benjamin Martin del 1757. Particolare attenzione è data ai transiti del 1639 - il primo osservato - e al successivo del 1761.

**HANNO COLLABORATO ALLA REDAZIONE DEI DUE NUMERI SPECIALI  
DELLA NOSTRA CIRCOLARE INTERNA  
DEDICATI AL TRANSITO DI VENERE DEL 2004:**

Boris BELLONE  
Oreste BERTOLI  
Valter CRESPI  
Felice DAVI'  
Luca GIUNTI  
Elena GUIDONI  
Tatiana KOUZMINA  
Sergio NODELLI  
Matteo PERDONCIN  
Roberto PERDONCIN  
Paolo POGNANT  
Raissa POLENNIKOVA  
Orietta RENAUDO  
Soheila SALEHI  
Mohammad Hassan TAJDARAN  
Gino ZANELLA  
Andrea AINARDI

**L'A.A.S. RINGRAZIA  
LA SCUOLA MEDIA "ENRICO FERMI" DI BUSSOLENO (TO)  
PER L'INDISPENSABILE COLLABORAZIONE.**

**ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI**

c/o Dott. Andrea Ainardi - Corso Couvert, 5 - 10059 Susa (TO) - Tel. 0122 622766  
E-mail: ainardi@tin.it Internet: <http://www.geocities.com/grangeobs/mclink/aas.htm>

**"Grange Observatory"** Lat. 45°8'31"N Long. 7°8'29"E H 470 m s.l.m.

Codice MPC 476 International Astronomical Union

c/o Ing. Paolo Pognant - P.O. Box 71 - 10053 Bussoleno (TO) - Tel, Fax 0122 640797  
E-mail: [grange@mclink.it](mailto:grange@mclink.it) Internet: <http://www.geocities.com/grangeobs>

**Sede sociale:** Corso Trieste, 15 - 10059 Susa (TO) (*ingresso da Via Ponsero, 1*)  
Riunione: *secondo mercoledì del mese, ore 21.15, eccetto luglio e agosto.*

**Sede osservativa:** *Arena romana* di Susa (TO)

**Quote di iscrizione 2004:** soci ordinari: euro 12.00;  
soci juniores (*fino a 18 anni*): euro 6.00

**Responsabili per il triennio 2003-2005:**

**Consiglio direttivo:** Presidente: AINARDI Andrea Segretario: ZANELLA Gino  
Tesoriere: PERDONCIN Roberto Vicepresidenti: POGNANT Paolo, GIUNTI Luca  
**Revisori:** CRESPI Valter, IVOL Aldo, TONDA Ferdinanda

**Circolare interna n. 110 - Anno XXXII**

*Pubblicazione riservata ai Soci e a richiedenti privati. Stampata in proprio.*

**La Circolare interna è disponibile, a colori, in formato pdf su Internet.**