

ASTRONOMIA

www.uai.it



La rivista dell'Unione Astrofili Italiani

n. 5 • settembre-ottobre 2018 • Anno XLIII

Meeting Profondo Cielo - Atti 2017



19.46 UT



20.31 UT

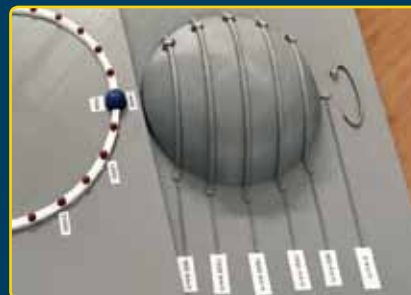


20.57 UT

■ Giove 2016-17



■ Le stelle nelle mani



■ Costruire un Dobson





AVALON INSTRUMENTS



GoTo Control System



X-GUIDER
TANGENT MOUNT ASSEMBLY

SUPER PORTABLE
EQUATORIAL &
ALTAZIMUTH
MOUNT SET
w/T-POD90

PRECISION
& DESIGN
Made in
ITALY

**FAST REVERSE
MOTOR DRIVE SYSTEM**

**PRESTAZIONI AI
MASSIMI LIVELLI!**

**L'incredibile
M-ZERO**

**m-uno Dual
EQUATORIAL
Single Fork Mount**

NO MERIDIAN FLIP
NO CONTRAPPESI
PORTATILE

**LINEAR
German
Equatorial
Mount**

T-POD 110



ASTRONOMIA

Anno XLIII • La rivista
dell'Unione Astrofili Italiani
astronomia@uai.it

n. 5 • settembre-ottobre 2018

Proprietà ed editore

Unione Astrofili Italiani
Direttore responsabile
Franco Foresta Martin
Comitato di redazione
Consiglio Direttivo UAI
Coordinatore Editoriale
Giorgio Bianciardi

Impaginazione e stampa

Tipografia Piave srl (BL)
www.tipografiapiave.it

Servizio arretrati

Una copia Euro 5,00
Almanacco Euro 8,00
Versare l'importo come spiegato nella pagina successiva specificando la causale.
Inviare copia della ricevuta a
amministrazione@uai.it

ISSN 1593-3814

Copyright© 1998 UAI
Tutti i diritti sono riservati a norma di legge. È vietata ogni forma di riproduzione e memorizzazione, anche parziale, senza l'autorizzazione scritta dell'Unione Astrofili Italiani.

Pubblicazione mensile registrata al Tribunale di Roma al n. 413/97.
Sped. in abb. postale 45%.
Autorizzazione Filiale PT di Belluno.

Manoscritti, disegni e fotografie non richiesti non verranno restituiti. Inviare il materiale seguendo le norme riportate nelle Istruzioni per gli autori sul sito Internet www.uai.it.
Tutti gli articoli scientifici inviati saranno sottoposti al giudizio di referee qualificati. Gli *abstract* degli articoli originali sono pubblicati su *Astronomy and Astrophysics Abstracts*.

UAI - Unione Astrofili Italiani

Segreteria nazionale
c/o Osservatorio Astronomico "F. Fuligni"
Via Lazio, 14 - località Vivaro
00040 Rocca di Papa (RM)
Tel: 06.94436469
(Lun/Ven ore 10-13, Mar/Gio 15-18)
Fax: 1782717479
amministrazione@uai.it
www.uai.it

SOMMARIO

20



30



38



EDITORIALE

- 3 Le luci di Piazza del Campo
Giorgio Bianciardi

RUBRICHE

- 4 LUNA Hi-Res: target 250 m/pixel
Il Mare Imbrium (V)
Maurizio Cecchini

- 10 Hesperia Planum
Fabio Zampetti

- 16 Storie e osservazioni di piccoli mondi
Un'occultazione Elektr... izzante (XXVI parte)
L. Angeloni, P. Baruffetti, M. Bigi, G. Bonatti, A. Bugliani, D. Del Vecchio, M. Dunchi, G. Tonlorenzi

RICERCA

- 20 Giove 2016-2017:
rapporto osservativo
Gianluigi Adamoli e Marco Vedovato

DIDATTICA

- 30 L'Astronomia nelle mie mani
Eugenio Presti

32 NOTIZIARIO

- Spettro del transiente TCP J18292290-1430460 (Nova Sct 2018)
- Rientro del razzo vettore della Soyuz MS-08
- UAI-SSV&SPE: KPS-1b, un pianeta extrasolare scoperto con attrezzatura amatoriale

MEETING PROFONDO CIELO ATTI 2017

- 37 La ricerca di supernovae extragalattiche: l'esperienza del Montarrenti Observatory Supernovae Search
Simone Leonini
- 37 Il telescopio Dobson, la mia esperienza personale
Marco Guidi
- 42 Da CCD a CMOS: evoluzione e futuro del mondo della ripresa astrofotografica
Antonio Forcina, Matteo Collina

In copertina



L'eclissi di Luna del 27 luglio u.s., un'eclissi particolare. Al momento della totalità, un rosso scuro molto cupo invece del consueto disco di rame si è disegnato nel cielo.

Celestron C6 SE 150/1500, F/10 + Riduttore/spianatore F/6.3 + Nikon D7100. Gravina in Puglia (BA). Franco Taccogna & Matteo Diana, Sezione Luna UAI.

Come iscriversi all'UAI

Diventa o continua ad essere socio UAI!

E se sei socio di una Delegazione, conviene ancora di più... Potrai così beneficiare delle importanti novità che abbiamo in serbo per Voi, oltre che contribuire alla crescita del movimento degli astrofili italiani e della cultura scientifica in Italia.

Grazie alla Riforma della UAI approvata nel 2017 si può diventare soci UAI come:

- » SOCIO INDIVIDUALE
 - » SOCIO AGGREGATO iscrivendosi ad una delle Delegazioni UAI (lista Delegazioni disponibili sul sito www.uai.it alla Sezione "Associazione - Rete Delegazioni UAI"). I soci già iscritti ad una Delegazione sono automaticamente iscritti alla UAI con Quota base.
 - » SOCIO ENTE valida solo per persone giuridiche (Enti locali, Scuole, Associazioni non già Delegazioni UAI o altri Enti).
- NB: nel caso dei Soci Individuali ed Aggregati alla Quota Base, va aggiunta l'**Opzione Rivista** se si desidera ricevere i numeri della rivista ASTRONOMIA e dell'ALMANACCO UAI in formato cartaceo. La Quota base dà diritto a consultare le riviste (incluso l'Almanacco) solo in formato "solo WEB" (ossia digitale).

L'Opzione Rivista va pagata in ogni caso direttamente alla UAI.

Le quote di iscrizione sono le seguenti:

- » **Socio Individuale** quota base € 30 + opzione rivista € 20
Sconti: minore di 26 anni - quota base ridotta a € 15
Rinnovo entro 28/02/2018 - sconto € 5 su quota base
- » **Socio Aggregato** quota base stabilita dalla Delegazione UAI
+ opzione rivista € 20
Sconti: Eventuali sconti stabiliti dalle Delegazioni UAI

- » **Socio Ente** quota base € 70 opzione rivista inclusa
Sconti: Rinnovo entro 28/02/2018 - sconto € 5 su quota base

Il pagamento della quota di iscrizione può essere effettuato:

- tramite il **conto corrente postale n. 20523189** intestato a "Unione Astrofili Italiani c/o Oss. Astr. Fuligni - Via Lazio 14, 00040 Rocca di Papa (RM)", utilizzando il bollettino.
- tramite **bonifico bancario** sul CCP (anche effettuato on-line) codice IBAN: IT78 L076 0112 1000 0002 0523 189 intestato a "Unione Astrofili Italiani";
- tramite Internet effettuando il pagamento con il **sistema sicuro Paypal** che richiede l'utilizzo di una carta di credito.

N.B. - Ogni modalità di pagamento ha un costo di transazione aggiuntivo alla quota di iscrizione in funzione del servizio utilizzato. Per accelerare le operazioni di recepimento dell'iscrizione o rinnovo effettuate con bonifico o versamento postale, vi consigliamo di inviare una e-mail a amministrazione@uai.it con oggetto "ISCRIZIONE UAI" indicando la data del pagamento ed allegando l'attestazione dello stesso (ricevuta bollettino o bonifico). Nel caso di socio AGGREGATO, specificare il Codice Delegazione UAI.



Unione Astrofili Italiani

Sede Nazionale e indirizzo postale:

Osservatorio Astronomico "F. Fuligni"
Via Lazio, 14 - Località Vivaro
00040 Rocca di Papa (RM)

CONSIGLIO DIRETTIVO

Presidente: Mario Di Sora
Vicepresidente: Giorgio Bianciardi
Segretario: Luca Orrù
Tesoriere: Massimiliano Lucaroni
Consiglieri: Jacopo Baldi, Pasqua Gandolfi, Giovanna Ranotto, Maria Antonietta Guerrieri, Salvatore Pluchino

Collegio dei revisori dei conti

Michele Alberti, Pasquale Ago e Renato Antonelli

Comitato dei probiviri

Giuseppe De Donà, Gabriele Vanin e Piet Jan Schutzman
probiviri@uai.it

SEZIONI DI RICERCA

Coordinatori: Salvatore Pluchino
ricerca@uai.it

Sole: Luciano Piovan
sole@uai.it

Luna: Antonio Mercatali
luna@uai.it

Occultazioni: Claudio Costa
occultazioni@uai.it

Meteorite: Enrico Stomeo
meteorite@uai.it

Pianeti: Paolo Tanga
pianeti@uai.it

Comete: Giannantonio Milani
comete@uai.it

Stelle Variabili: Claudio Lopresti
stellevariabili@uai.it

Cielo Profondo: Fabio Martinelli
cieloprofondo@uai.it

Quadranti solari: Giuseppe De Donà
quadrantisolari@uai.it

Astrocultura: Pasqua Gandolfi
astrocultura@uai.it

Radioastronomia: Salvatore Pluchino
radioastronomia@uai.it

Spettroscopia: Fulvio Mete
spettroscopia@uai.it

Strumentazione: Carlo Martinelli
strumentazione@uai.it

Pianeti extrasolari: Claudio Lopresti
pianetiextrasolari@uai.it

Sorveglianza Spaziale-Detriti Spaziali
Fabrizio Piergentili
detritispaziali@uai.it

Astronautica: Vincenzo Gallo
astronautica@uai.it

Archeoastronomia: Paolo Colona
archeoastronomia@uai.it

COMMISSIONI E SERVIZI

Commiss. Naz. Rete Osservatori Astronomici (ROSITA): Gabriele Tedesco
osservatori@uai.it

Didattica: Maria Antonietta Guerrieri
didattica@uai.it

Divulgazione: Paolo Volpini
divulgazione@uai.it

Inquinamento Luminoso: Ugo Tagliaferri
inqlum@uai.it

Astrologia? No, grazie!: Pasqua Gandolfi
astrologianograzie@uai.it

Telescopio Remoto UAI:
Giorgio Bianciardi
telescopioremoto@uai.it

UFFICIO LEGALE:

avv. Mario Di Sora
ufficiolegale@uai.it

Le luci di Piazza del Campo

L'azienda Citelium che gestisce la rete di distribuzione elettrica della città del Palio aveva annunciato in una conferenza stampa il 21 settembre 2017 un investimento di quasi 5 milioni di Euro per la messa a norma e in sicurezza della rete elettrica della città ormai notevolmente disastrosa. Risparmio energetico e lotta all'inquinamento luminoso le parole chiave partendo da "una nuova illuminazione artistica di Piazza del Campo e del Duomo" (<http://www.ilcittadinonline.it/cronaca/siena-cronaca/cosa-sta-succedendo-allilluminazione-pubblica-siena/>). E così i buoni propositi iniziali hanno iniziato a manifestarsi in modo perverso. L'"illuminazione artistica", una fontana di luce verso l'alto a illuminare il cielo (http://www.repubblica.it/scienze/2018/07/24/foto/siena_la_torre_illuminata_dal_faro_che_cancella_le_stelle-202556946/#1), alla faccia dei buoni propositi enunciati di risparmio energetico e di contrasto all'inquinamento luminoso. Questo dal dicembre 2017. Nell'articolo sopra citato, Alessandro Marchini (nostro socio e membro attivo – attivissimo – della Sezione Stelle Variabili UAI, con numerosissime scoperte nel campo della variabilità stellare e dello studio dei corpi minori), nella sua qualità di Direttore dell'Osservatorio Astronomico dell'Università di Siena, posto a meno di un km in linea d'aria dal Campo, faceva notare lo scempio che da mesi impedisce l'operatività dell'Osservatorio (pubblico!) stesso. Se "Citelium" è il braccio, la mente non può non risiedere che nei piani alti del Palazzo Pubblico. A voler pensare male è facile ritenere che a pochi mesi dalle elezioni comunali, una Giunta vicina a decadere abbia pensato a "farsi bella" verso i cittadini con questo "bel" regalo luminoso senza tanti riguardi alla legge anti-inquinamento luminoso della Regione Toscana, evidentemente.

E così il cielo notturno di Siena che già negli



Foto: Studio Donati, Siena

ultimi decenni ha subito un degrado notevole ha avuto una mano definitiva di distruzione. Chi scrive queste righe non può non ricordarsi quando all'età di 8 anni guardando dalla terrazza di casa, posta nella primissima periferia di Siena, la Via Lattea estiva che si disegnava sopra la testa abbia provato quell'innamoramento verso il cielo stellato che decise per una immersione nell'astrofilia che dura da una vita. Oggi sarebbe stato impossibile.

La nuova Giunta, di un altro colore, che si è recentemente insediata nella città, interpellata dai soci della locale Unione Astrofili Senese (delegazione UAI), sta promettendo un intervento per sanare la situazione. Speriamo, ma è dura vedere che i nostri Amministratori siano sempre così trascurati su questo problema, che è danno culturale verso la popolazione tutta. Noi astrofili dobbiamo sempre vigilare e intervenire se non vogliamo che un cielo stellato diventi solo un ricordo (ormai incomprendibile per i più) degli anziani. Per non chiudere mestamente, ricordo il bell'incontro seminariale di altissimo livello che si terrà proprio in Toscana in merito alla lotta all'Inquinamento Luminoso nei prossimi giorni (<https://capraianightsky2018.com/>). Rimocchiamoci le maniche, le speranze per un futuro con luci intelligenti non sono morte.



Giorgio Bianciardi
Vicepresidente UAI
gbianciardi@yahoo.it

È da poco che abbiamo scritto in queste pagine delle insulse illuminazioni a Venezia, che un nuovo, stupido, attacco al cielo notturno si presenta in un'altra perla tra le città italiane.

In questo numero...

...In Ricerca il consueto Report osservativo di Giove da parte della Sezione Pianeti UAI, il Resoconto 2016-2017. Una bellissima esperienza da parte dei Soci dell'ALSA riguardante i non vedenti e ipovedenti e l'astronomia in Esperienze, Divulgazione e Didattica. Dopo il Notiziario, con la scoperta di un pianeta extrasolare da parte degli amatori italiani della UAI, lo spettro della Nova Scuti 2018 e il rientro di un razzo vettore Soyuz, gli Atti della Sezione Cielo Profondo UAI, il primo meeting che si svolse nel 2017, 7-8 aprile, nella bellissima location della Biblioteca "P. Maffei" (Foligno). Un meeting di alto livello con le esperienze degli amatori e le lecture dei professionisti. Un incontro indimenticabile.

**Maurizio Cecchini**

Sezione Luna – UAI

maurizio_cecchini1@virgilio.it

Nella puntata precedente, l'osservazione delle immagini riportate al link http://luna.uai.it/index.php/Luna_HiRes_-_target_250_m/pixel_Mare_Imbrium_Maurizio_Cecchini (di cui a lato il relativo codice QR) terminava con la descrizione delle cime isolate e dei blocchi montuosi visibili a Sud del cratere **Plato**. (**Montes Teneriffe, Montes Recti, Mons Pico**), queste formazioni sono state ricondotte come appartenenti ad una complessa struttura considerata come "l'anello interno" del Mare delle piogge.



LUNA Hi-Res: target 250 m/pixel Il Mare Imbrium (V)

Osservando immagini a largo campo (**Immagine 1**), la presenza di questo enorme anello dal diametro di 600 km, è intuibile dal percorso delle vette isolate che casualmente lo tratteggiano, disegnando una approssimativa circonferenza di 4150 km nella piana basaltica.

Le attuali conoscenze sulla formazione dei crateri, avvalorano la presenza di queste strutture concentriche e permettono di comprendere e giustificare l'esistenza a partire da crateri con diametri minimi di 300 chilometri.

Un grande risultato, relativo alle dinamiche di formazione dei bacini lunari è stato ottenuto nel 2016 da Peter Schultz, (Brown University) <https://news.brown.edu/articles/2016/07/imbrium>, il quale, utilizzando il "Vertical

Gun Range" (un cannone di 4,3 metri che spara proiettili alla velocità di 26 000 km/hr), presso l'*Ames Research Center della NASA*; ha condotto numerosi esperimenti studiando dinamica ed effetti dovuti a impatti iperveloci, i dati ottenuti hanno permesso di concludere che l'origine dell'Imbrium sia da associare ad una titanica collisione con un protopianeta dal diametro di circa 250 km (circa la metà dell'asteroide Vesta). I risultati di questo studio sono stati pubblicati sulla rivista Nature (volume 535; pagine 391-394) <http://www.nature.com/articles/nature18278>. Il cratere generato affondò nelle viscere seleniche per oltre 100 chilometri ed il suo scavo con i relativi fenomeni associati si consumarono in pochi istanti. Dal momento dell'impatto, all'espulsione dei detriti, compresa la relativa

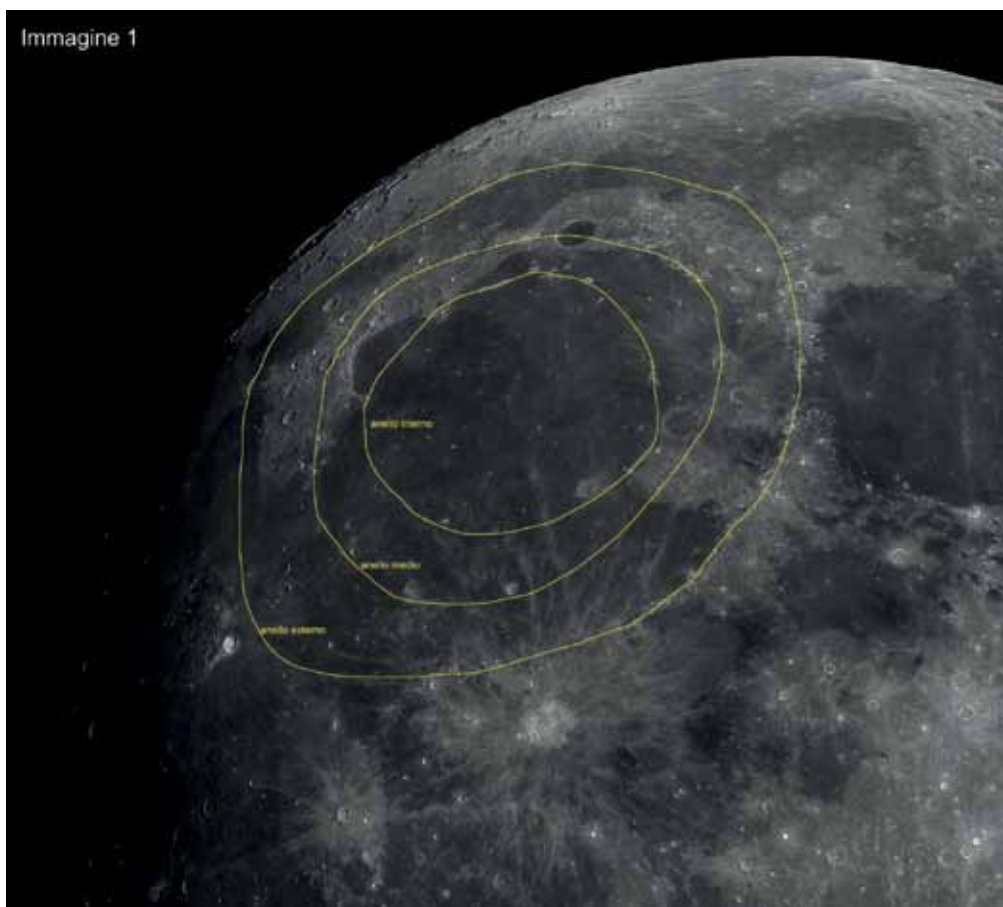


Immagine 1. Data 31/05/15; UT (medio di ripresa) 20:15
Telescopio William Optics FLT 110
APO + Barlow Clavé 2X F.eq = 1545 mm. f/14.04
Camera ASI 120MM
Filtro R Astronomik 630 nm
Età Luna 13.71 giorni; illuminazione 96.6%; distanza 387267 km
Autori: Maurizio e Francesca Cecchini
luogo di ripresa Montalcino 584 m s.l.m. Lat. 43°03' N; Long. 11°29 Est

ricaduta e conseguenziale formazione dei crateri secondari, passarono solo 20 minuti! In quegli attimi, migliaia di chilometri quadrati di superficie lunare cambiarono per sempre il loro aspetto e si produssero oltre un milione di chilometri cubi di roccia fusa! L'enorme quantità di calore generato dalla collisione, fuse le rocce, mentre la fratturazione del pavimento aprì la strada alla risalita delle lave che in tempi successivi inondarono il pavimento nascondendo definitivamente il cratere originale. Le immagini ad alta risoluzione del Mare Imbrium, mostrano chiaramente, come la maggior parte del materiale espulso nell'impatto, si trovi sul lato di sud-est: ciò indica che il protopianeta arrivò da nord ovest con un'angolazione piuttosto contenuta. Attualmente, possiamo ammirare gli effetti secondari dovuti alla ricaduta dei materiali espulsi ovvero una impressionante quantità di scanalature, squarci e crateri che radialmente sono disseminati per migliaia di chilometri. Tutte queste formazioni secondarie

vanno a costituire quella che in gergo è conosciuta come la **scultura dell'Imbrium**.

Interessanti video della sperimentazione balistica effettuata da Peter Schultz con il Vertical Gun Range e camere di ripresa a 2400 fps possono essere visionati ai seguenti link:

<https://www.youtube.com/watch?v=nbkkMKkx6k>

<https://www.youtube.com/watch?v=bfrHoGIFLwk>

<https://www.youtube.com/watch?v=jTgvUc0VCfY&t=11s> a lato e sotto i relativi QR code.



Le immagini 2 e 3 offrono indicazioni circa l'andamento sequenziale di formazione degli anelli in risposta ad impatti asteroidali di notevole importanza.

Immagine 2. (Schultz 1976) Probabile sequenza, relativa alla formazione di un cratere di grandi dimensioni. La linea tratteggiata nell'immagine in alto, indica la cavità prodotta nella fase iniziale dello scavo, negli istanti che precedono la contropinta positiva e il relativo sollevamento del fondo con formazione del picco centrale e successiva fratturazione. Questa sequenza si adatta maggiormente a crateri con diametri compresi fra 150 e 300 km, nei quali è prevista la formazione di montagne centrali o raggruppamenti montuosi anulari. Nel caso dei bacini o comunque in strutture crateriche al disopra dei 300 km non vi è formazione del picco centrale ma più verosimilmente la formazione di anelli montuosi concentrici come nel caso del Mare Imbrium.

Immagine 2

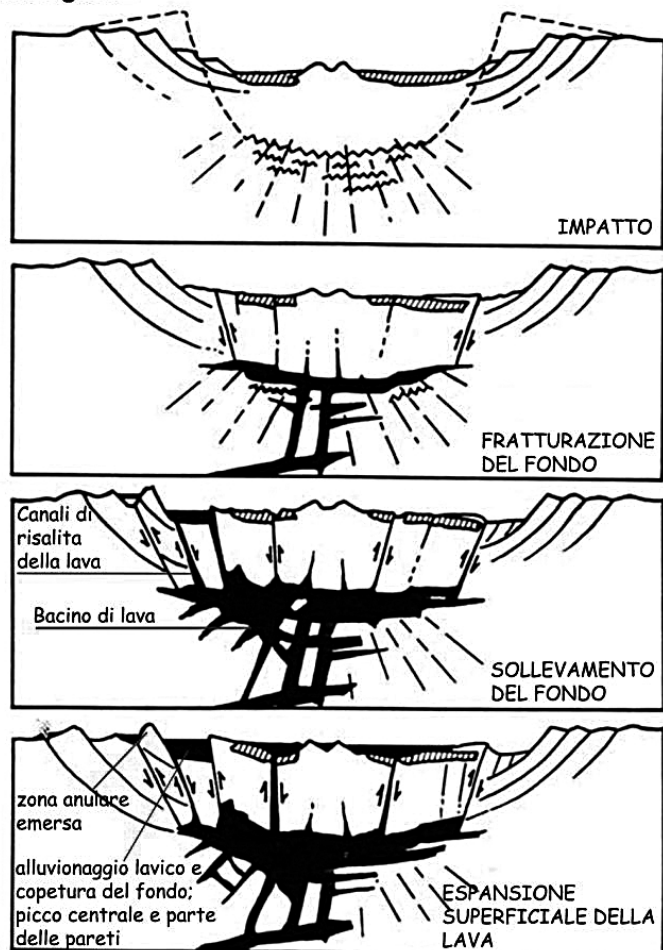


Immagine 3

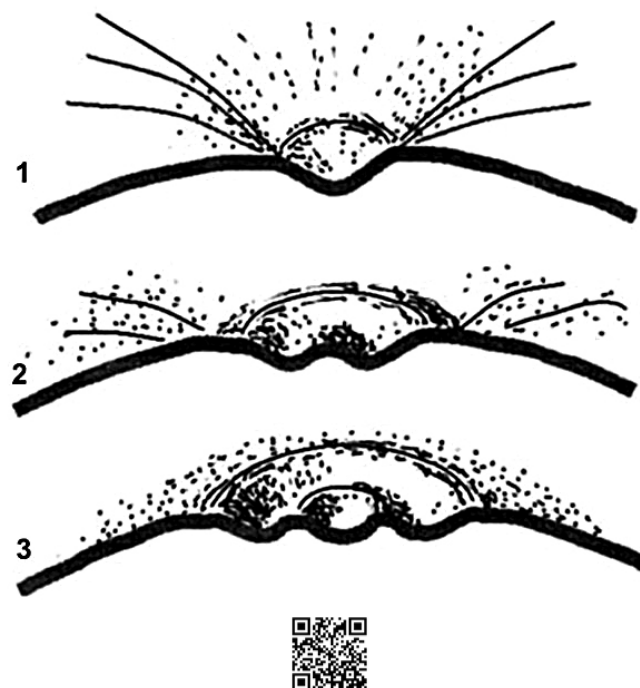


Immagine 3.

1. Un impatto di grandi dimensioni colpisce la superficie lunare dando origine al bacino.
 2. Il pavimento "rimbalza" dando luogo ad una zona montuosa centrale.
 3. Negli impatti di grandi dimensioni il picco centrale collasserà di nuovo, mentre l'onda di compressione si allontana dal centro creando uno o più anelli montuosi a seconda delle dimensioni dell'impatto.

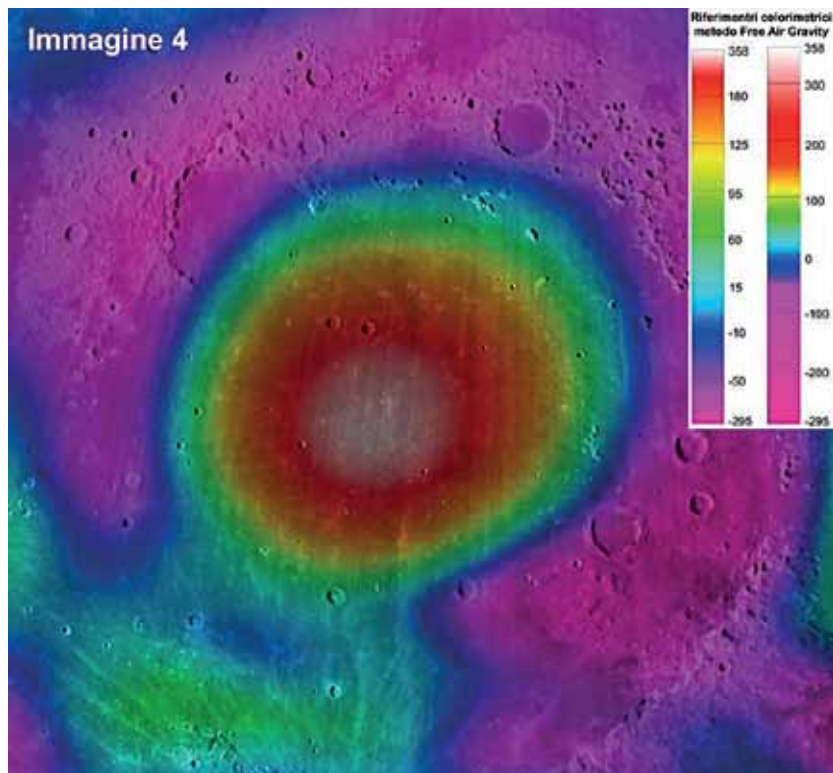


Immagine 4. Il Virtual Moon Atlas mette a disposizione potentissimi strumenti di indagine, in questo caso è stata usata la sovrapposizione di rilevamento gravimetrico ottenuto della sonda Clementine corretto con il metodo FREE AIR GRAVITY che tiene conto dell'altitudine del suolo. In base ai colori di riferimento presenti nella legenda (lato immagine), notiamo che la zona grigia al centro corrisponde alla zona di massima anomalia gravitazionale positiva (MASCON) mentre la zona viola interessa aree con anomalia negativa.

Con corrispondente approssimazione alla zona circoscritta dal primo anello, è stata identificata la presenza di un grande MASCON (abbreviazione dell'inglese *mass concentration*) lunare (immagine 4), ovvero una zona dove la massa è più concentrata rispetto alle zone circostanti con effetti gravitazionali apprezzabili; in queste zone, l'anomalia gravitazionale positiva è talmente intensa da influenzare le orbite basse dei satelliti artificiali, fattore che impone di dover effettuare continue manovre di correzione all'orbita satellitare finalizzate al recupero della quota persa e quindi evitare l'impatto con la superficie.

La concentrazione di massa in quel punto è sicuramente un effetto subordinato alle straordinarie pressioni dovute dall'impatto con il protopianeta che indussero variazioni di equilibrio isostatico fra crosta e mantello.

Individuata l'origine comune di queste vette isolate, torniamo alla loro osservazione; continuando il percorso all'interno delle immagini di riferimento.

Lasciato il monte Pico (vedi puntata precedente) lo sguardo si sposta verso Sud, fino ad incontrare un massiccio montuoso di minore entità, un tempo identificato come Pico β (Pico beta) (mappa LAC 25 - Lunar and Planetary Institute), nome non riconosciuto dall'IAU e pertanto incluso nella lunga lista

degli "anonimi lunari" (immagine 5). Il massiccio si presenta disposto in direzione Est-Ovest con un'estensione lineare di circa 20 km. Famosi osservatori identificarono Pico β con appellativi diversi: *Lan-grenus* lo chiamò Pitati, mentre *Hevelius Insula Ebissus*. L'immagine 5 ci permette di osservare l'ombra proiettata dalla più alta delle sue cime (2010 m) che si estende in direzione Est per oltre 5 km. Verso Ovest, a circa 30 km da Pico β , si osserva un cratere isolato con diametro di 9 chilometri e tipica forma a conca, oggi indicato come Pico E; in passato era noto con il nome di Dupont, mentre Wilkins e Moore avevano proposto il nome di Haas, in onore dell'astronomo dilettante Walter H. Hass fondatore dell'ALPO, ma il nome non venne mai accettato dall'IAU. Tutto intorno, numerosi piccoli crateri animano la piana basaltica; in molti punti la loro disposizione è casuale, mentre in altri, ben evidenti, risaltano le disposizioni allineate o che dir si voglia a "catena", oppure a "grappolo", visibili ad esempio a Sud del cratere Le Verrier D, o comunque nelle zone circostanti. L'origine di questi crateri minori, è in buona parte attribuibile alle ejecta dei maggiori impatti circondanti la zona dell'Imbrium, oltre che a collisioni dirette di minore entità. Scendendo verso Sud Est (immagine 5), altre cime tracciano la presenza dell'anello interno; ma in prossimità del cratere Piazzi Smyth si discostano di diversi chilometri in direzione dell'anello medio, è questo il caso di tre piccole vette disposte ai vertici di un triangolo che incornicia il cratere, una volta conosciute come Piazzi Smyth α , β , π , (480, 730 e 450 metri) (mappa LAC 25 - Lunar and Planetary Institute), purtroppo nel 1973 l'IAU decise di abbandonare le lettere greche nella designazione lunare e con esse tutte le formazioni associate sono scomparse.

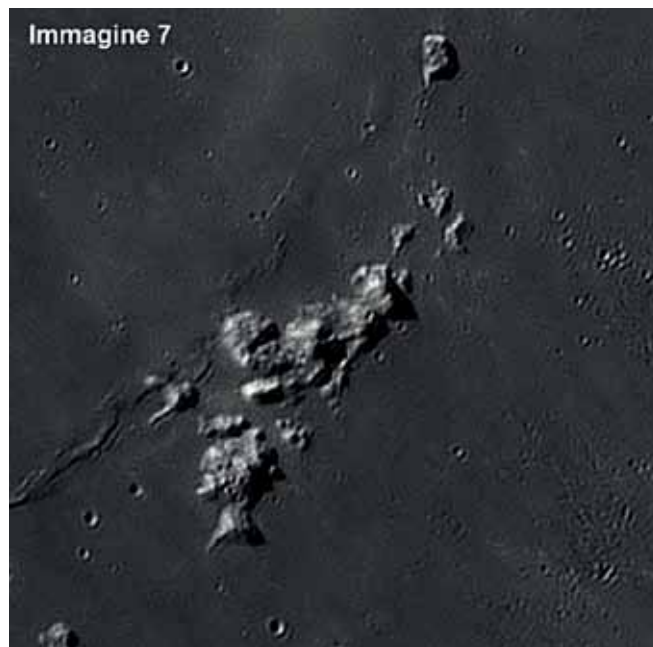
Subito a Sud, una montagna di cospicue dimensioni emerge dal deserto basaltico, il Mons Piton; esso si estende per 25 km in direzione Nord-Sud, elevandosi alla quota massima di 2250 metri; queste misure, restituiscono un rapporto fra base e altezza di 11 a 1, portandoci a considerare che si tratti di una formazione relativamente piatta dai pendii poco scoscesi; tuttavia, l'osservazione con illuminazione solare obliqua e le consequenziali ombre generate, inducono alla falsa impressione di una montagna molto ripida. Anche il Mons Piton come le formazioni prima dette, non traccia il percorso dell'anello interno, ma si trova spostato in direzione dell'anello intermedio di circa 90 km, per cui è abbastanza plausibile che la sua formazione sia associata e conse-



Immagine 5.
 Data 15/07/17; UT (medio di ripresa)
 03:20;
 Telescopio C14 XLT + Barlow Tele-Vue 249

$X.F.eq = 9706 \text{ mm. } f/27.29;$
 campionamento = $0.124 \text{ arcosecondi/pixel}$
 = $229 \text{ m/pixel};$
 Camera ASI 174MM;

Filtro R Astronomik 630 nm.
 Autori: Maurizio e Francesca Cecchini
 luogo di ripresa: Montalcino 584 m s.l.m.
 Lat. $43^{\circ}03' \text{ N};$ Long. $11^{\circ}29' \text{ Est}$



Immagini 6 e 7. (zone ricampionate da immagine 5) dati di ripresa come immagine 1

quenziale di quest'ultimo (immagini 1-5). A sud del **Monte Piton** due crateri a coppa di 6 e 5 km (**Piton A e B**) si interpongono lungo la direzione che porta ad un'altra formazione isolata, anch'essa dissociata dall'anello interno è **Piton γ** (Piton Gamma), un basso sistema montuoso-collinare che si protrae per circa 16 km in direzione Nord Ovest - Sud Est, con quote più elevate nella parte della "cresta centrale", dove si raggiungono altezze di 900 - 1000 metri; a Nord invece, il sistema roccioso si apre in una sorta di promontorio dal basso profilo (600-700 metri), martoriato da una quindicina di piccoli crateri che hanno sconvolto l'aspetto originale. Nell'**immagine 6**, l'area di **Piton γ** è stata ricampionata e ingrandita al fine di poter "leggere" tutta l'informazione contenuta nell'immagine originale; la zona indicata dalle frecce evidenzia lo scavo presente nella *zona basale* posta ad Ovest della *cresta centrale*, scavo probabilmente dovuto, ad una serie di impatti "concatenati" consequenziali alle ejecta di **Aristillus** la cui congiungente radiale ne avvalorata l'ipotesi.

Ad Ovest del **Mons Piton**, la monotonia delle lave è interrotta dalla presenza del cratere **Kirck**, (diametro 12 km, profondità 1800 m); usando questo come punto di riferimento è facile individuare subito a Nord, una collinetta dall'albedo elevato, che costituisce un'ulteriore punto emergente della struttura anulare interna. La cima risulta priva di un nome ufficiale e nell'**immagine 1** è indicata come **K1**.

Facendo scorrere lo sguardo verso Sud, incontriamo il più famoso gruppo dei **Montes Spitzbergen**, costituito da vari picchi separati da valli laviche. Queste cime si pongono perfettamente nel percorso dell'anello interno e costituiscono una delle poche parti ancora visibili del suo profilo, la *mappa LAC 25*, suddivide il gruppo in sette blocchi principali indicati con la vecchia terminologia dell'alfabeto greco e suddivisi a partire da Nord in: μ ; κ ; ϵ ; θ ; γ ; α (mu; kappa; epsilon; beta; teta; gamma; alfa). La quota maggiore di 1400 metri viene raggiunta da una cima posta in posizione intermedia fra i gruppi ϵ e β (**immagini 5-7**). L'origine del nome è da attribuire a *Mary Blagg* e *Karl Müller* che ne associarono la somiglianza con l'arcipelago norvegese delle isole Svalbard, conosciute negli anni antecedenti al 1925 con il nome danese di isole Spitsbergen. Molto più fantasioso, fu invece, l'appellativo di "gregge di pecore" attribuitogli da un astrofilo, certo *Hugh G. Boutell*, ovviamente mai entrato in uso.

La serie di colline continua verso Sud, dove in prossimità di Archimedes affiorano due blocchi di bassa statura conosciuti al tempo delle missioni Apollo come **Archimedes ζ** ed ϵ (zeta ed epsilon). **Archimedes ζ** (**immagine 1**) è una collina di 580 metri mentre **Archimedes ϵ** è una tozza struttura montuosa che si allunga per circa 12 km da Nord-Est a Sud-Ovest superando abbondantemente la quota dei 1000 metri. Sempre in prossimità del cratere Ar-

chimed, due anonime cime, indicate nell'immagine 1 come CX e CY (elevazione approssimata 800 metri), si dispongono parallelamente, andando a tracciare un ulteriore punto di percorso dell'anello interno, insieme a queste, verso Ovest, l'ultimo sparuto e dimenticato gruppetto di basse colline (CZ), emerge dalla lave imbriane, qui le tracce del primo anello si perdono completamente per riaffiorare dopo 250 km in una zona interposta fra due bellissimi crateri, **Timocharis** e **Lambert**... che ci riserviamo di visitare nella prossima puntata.

RIFERIMENTI:

- Chu A., Paech W., Weigand M., Dunlop S., *The Cambridge Photographic Moon Atlas*, Cambridge Univ. Press, 2012
- AA.VV., *Conoscere e Osservare la Luna, Manuale della Sezione Luna*, Unione Astrofili Italiani, all. a L'Astronomia, n.237, SEE, Gorgonzola, Milano, 2002
- Favero G., Mengoli G., *Luna, un percorso di indagine tra testi e contesti*, le guide di l'Astronomia, Open Game, Gorgonzola, Milano, 2004

- Carbognani A., *I Crateri della Luna*, Nuovo Orione, 2006
- Fronde J.W., *Lunar Mineralogy*, John Wiley & Sons, New York, 1975
- Guest JE & Greeley R., *La geologia della Luna*, Newton Compton, 1979
- Heiken G. e coll., *The Lunar Sourcebook*, Cambridge Univ. Press, Cambridge, 1991
- North G., *Observing the Moon*, II ed., Cambridge Univ. Press, Cambridge, 2007
- Wilhelm D.E., *The Geologic History of the Moon*, US Geol Surv Prof Paper No 1348, US Geological Survey, Washington DC, 1987
- <https://pubs.usgs.gov/pp/0599f/report.pdf>
- <http://inread-experience.teads.tv/>
- https://www.focus.it/site_stored/imgs/0004/019/lun5.jpg
- https://www.focus.it/site_stored/imgs/0004/019/lun5.jpg
- <https://www.lpi.usra.edu/resources/mapcatalog/LAC/lac25/>
- <https://pubs.usgs.gov/pp/0599f/report.pdf>
- https://ac.els-cdn.com/S1674987113000832/1-s2.0-S1674987113000832-main.pdf?_tid=590af833-1a41-48ad-ab6b-9d645dca3cf6&acdnat=1530674623_c4d51ea79ffd9d3ce5734dc026a8718b
- [https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/ames-vertical-gun-range-v2010\(1\).pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/ames-vertical-gun-range-v2010(1).pdf)

La Biblioteca UAI

I Soci UAI hanno sconti nell'acquisto dei libri più sotto riportati. Il prezzo è quello normale di copertina, il secondo è quello riservato al Socio UAI. Maggiori dettagli sui singoli libri si possono reperire sul sito Internet UAI (www.uai.it)

Per ordinare ed effettuare i pagamenti servirsi:

- del versamento su conto corrente postale n. 20523189 intestato a Unione Astrofili Italiani Via Lazio, 14 00040 Rocca di Papa (RM) specificando nella causale in stampatello Nome, Cognome, indirizzo completo di CAP e, se Socio UAI, il numero tessera.
- del sistema di pagamento online PayPal, accedendo al sito Internet UAI.

Inviare copia della ricevuta a: amministrazione@uai.it

ALMANACCO 2014

Scaricabile gratuitamente in formato pdf da tutti gli astrofili Possibilità di stampa su amazon.it dalla seguente pagina: <http://www.amazon.it/Almanacco-2014-efemeridi-astronomiche-dallUnione/dp/1494816180>

PUBBLICAZIONI UAI

F. Ferri (a cura di)
MANUALE DELLA SEZIONE LUNA

A cura dell'UAI
Euro 6,00/4,00

S. Foglia
ASTEROIDI

Il numero 5/2006 di Astronomia.
Euro 13,00/10,00

C. Rossi
MANUALE PER LA LOTTA ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO

I libri di Astronomia
Euro 6,20/ euro 4,13

COLLANA "ASTRONOMIA & DINTORNI" GREMESE EDITORE

P. De La Cotardiè
DIZIONARIO DI ASTRONOMIA
Euro 24,00/20,00

M. Di Sora
L'INQUINAMENTO LUMINOSO
Euro 18,00/15,00

L. Prestinzenza
LA SCOPERTA DEI PIANETI
Da Galileo alle sonde spaziali
Euro 18,00/15,00

E. Ricci
IL CIELO IMPERFETTO
Guida all'osservazione e allo studio delle stelle variabili
Euro 18,00/15,00

G. Romano
LA COMPLESSITÀ DELL'UNIVERSO
Euro 18,00/15,00

G. G. Sansosti
MANUALE DI METEOROLOGIA
Euro 18,00/15,00

E. Sassone Corsi
IL SOLE NERO
Alla scoperta dell'eclissi di Sole
Euro 13,00/9,00

P. Tempesti
IL CALENDARIO E L'OROLOGIO
Euro 18,00/15,00

ALTRE LETTURE CONSIGLIATE della Biblioteca UAI

L. Ravello
IL CIELO DI PAPÀ MARCEL
Manuale per un giovane astrofilo
Euro 12,00/9,00

L. Ravello
RADIOASTRONOMIA
Euro 10,00/8,00

Luigi Botta (a cura di)
GIOVANNI VIRGINIO SCHIAPARELLI - L'UOMO, LO SCIENZIATO
Associazione Cristoforo Beggiani Savigliano, 2004
Euro 20,00/17,00

CONSIGLI DI LETTURA (Internet e dintorni...)

G. Bianciardi
MARTE - UN VIAGGIO NEL TEMPO E NELLO SPAZIO
Euro 15,00/12,00

Roberto Casati
DOV'È IL SOLE DI NOTTE
Lezioni atipiche di astronomia
Ed. Raffaello Cortina

Margherita Hack con Marco Morelli
SIAMO FATTI DI STELLE
Dialogo sui minimi sistemi
Ed. G. Einaudi

Andrea Albini
MACHINA MUNDI
L'orologio Astronomico di Giovanni Dondi

Daniele Gasparri
TECNICHE, TRUCCHI E SEGRETI DELL'IMAGING PLANETARIO

Luca Boschini
IL MISTERO DEI COSMONAUTI PERDUTI
Leggende, bugie e segreti della cosmonautica sovietica
Prefazione di Paolo Attivissimo





Fabio Zampetti

Geologo

fabio.zampetti@gmail.com

L'Esperiano è il secondo periodo della storia geologica di Marte. La superficie di riferimento è posta in Hesperia Planum, un'area vulcanica sita negli altipiani dell'emisfero meridionale.

Hesperia Planum

Hesperia Planum è una macchia a medio-alta riflettività caratterizzata da una forma allungata in direzione nord-ovest-sud-est e incuneata tra i più scuri Mare Tyrrhenum e Mare Cimmerium.

Il termine, che designa l'albedo, fu coniato da Schiaparelli e riportato nella sua areografia del 1878 con l'intento di definire una zona paludosa (o pianura alluvionale) in netto contrasto ai *maria*, tutto ciò in un ottica di similitudine tra il Pianeta Rosso e la Terra. La stessa ubicazione doveva rimandare all'antica geografia terrestre: Hesperia (derivato dal greco-latino) difatti indica "le terre di occidente" che è un termine utilizzato dai Greci per specificare la penisola italiana, dai Romani per designare l'area iberica oppure impiegato da altri popoli a denotare la regione a ovest dell'Etiopia, dove il Sole tendeva a inabissarsi.

Le areografie seguenti non hanno cambiato di molto la conformazione della macchia che, nella seconda metà dell'800, veniva disegnata ad alta riflettività mentre successivamente, pur mantenendo uguale posizione (approssimativamente 20° sud, 240° ovest), gli autori delle carte la rappresentavano con una tonalità più scura e così rimaneva immutata sino alle attuali compilazioni (figura 1).

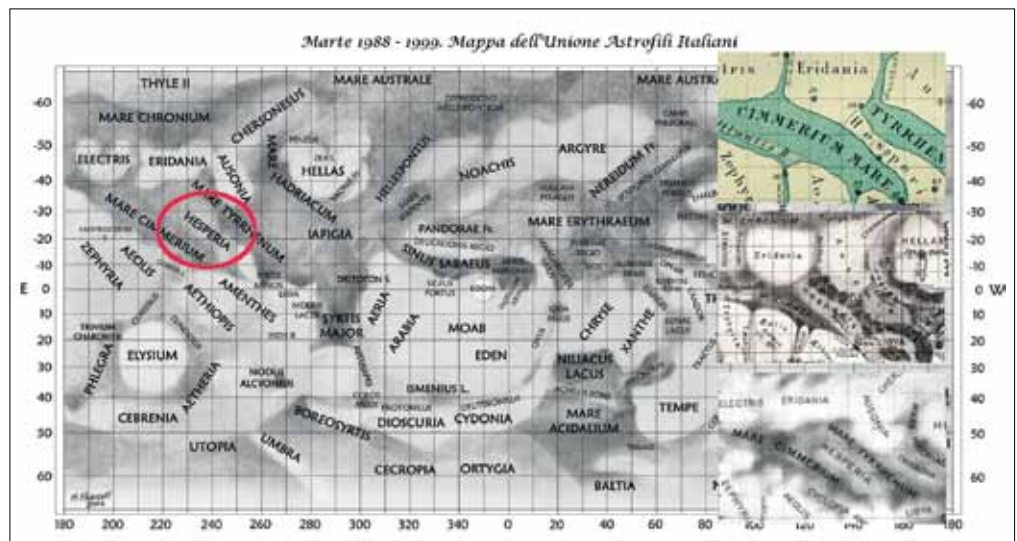
Nel 1972 la sonda Mariner 9 ha permesso di mostrare la vera natura della regione, che era rimasta incompresa fino all'inizio dell'era dell'esplorazione

spaziale. Le riprese mostrarono una superficie pianeggiante cosparsa da una moltitudine di crateri dalle dimensioni medie-piccole, soventemente riempiti da accumuli sabbiosi ed anche caratterizzata da un'alta concentrazione di creste dalle forme variegate. L'anno successivo, a seguito delle analisi effettuate sulle immagini, l'Unione Astronomica Internazionale formalizzò la zona col nome di Hesperia Planum.

Le missioni di studio planetario dell'ultimo ventennio si sono focalizzate in maniera particolareggiata su questa piana meridionale, così l'insieme delle conoscenze acquisite dai numerosi studi sono state schematizzate nella nuova carta della USGS tale da risultare una conformazione estremamente differenziata dalle *highland* che la circondano.

I dati altimetrici ricavati col MOLA/MGS mettono in risalto una vasta estensione superiore ai 2·10⁶ km² e gran parte di ciò che viene geologicamente ricompreso nella piana è limitato dal bordo che si innalza entro i 2 chilometri dal livello di riferimento. La quota topografica media al margine si attesta sugli 1.2 chilometri, con un dislivello variabile da un minimo di 200 metri ad un massimo di 800 metri più in basso dei circostanti altipiani di Terra Tyrrhena e Terra Cimmeria. Le pendenze massime raggiunte al centro della piana, in corrispondenza della patera in essa contenuta, raggiungono valori al di sotto del 2%.

Figura 1. Nel corso degli anni di osservazione, la forma di Hesperia non è cambiata molto, come dimostrano anche gli sketch in sovrapposizione nell'immagine (Schiaparelli, 1878 in alto a destra, Antoniadi 1909, al centro, De Mottoni, 1957 in basso). L'ellisse sulla carta dell'UAI ne evidenzia la conformazione relativamente all'anno 2000. Image Credit: Sezione Pianeti dell'Unione Astrofili Italiani.



I conteggi sull'area per ricavare una esauriente distribuzione numero dei crateri-dimensioni coniugati ad approfondite e specifiche analisi stratigrafiche hanno permesso di definire in maniera dettagliata la geocronologia della piana, fornendo *constrain* alla messa in posto dei depositi in essa presenti; ciò ha permesso di considerare Hesperia Planum il modello concettuale a cui è possibile ricondurre aree simili per caratteristiche, indicandone la loro appartenenza all'Esperiano (Scott e Carr, 1978; Tanaka, 1986; Greeley e Guest, 1987).

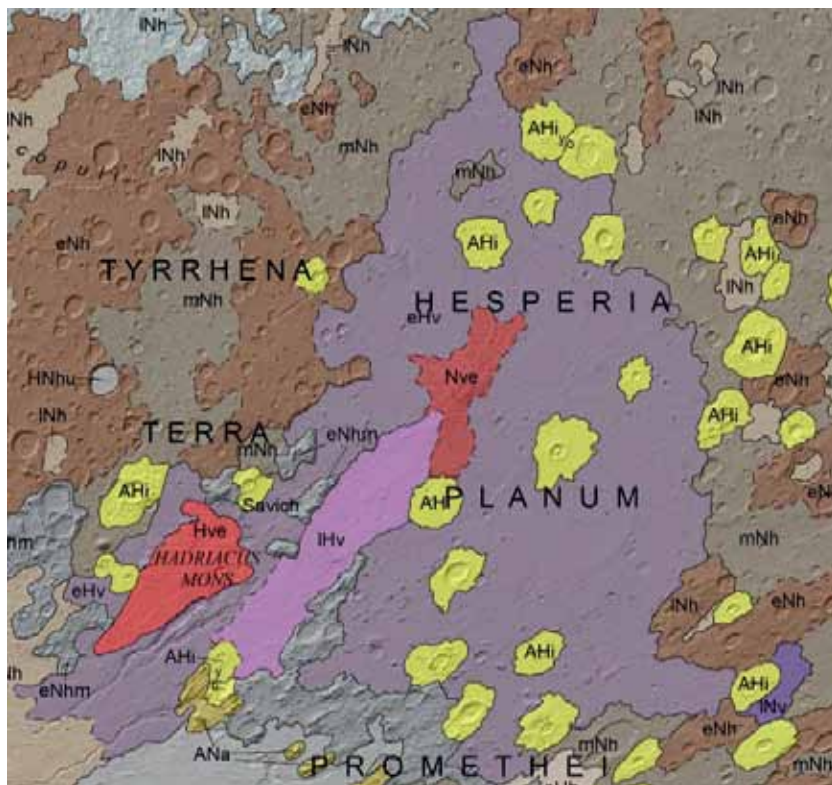
Le litologie che compongono i terreni vengono indicate dalle unità vulcaniche (figura 2).

Il terreno più antico affiora nella parte sud-est della distesa; esso viene segnato con l'unità cartografica INv che sta ad indicare flussi vulcanici e depositi di piana, appartenenti all'ultima epoca del Noachiano.

L'unità geologica associata ai prodotti di Tyrrenus Mons è quella di edificio del Noachiano (Nve), cioè un vulcano scudo a emissione puntuale la cui natura è ancora in discussione, infatti, si pensa che i materiali che costituiscono l'edificio e la patera principale siano dati da quei depositi piroclastici già cartografati da Greeley e Guest nel 1987. A detta di alcuni ricercatori, la litologia di facile asportazione verrebbe testimoniata dai successivi sezionamenti dei terreni, per improvvisi effetti erosivi, che hanno formato una rete valliva radiale pensata essere prodotta dall'azione della lava (Plescia e Saunders, 1979).

La maggior parte della piana viene indicata con l'unità vulcanica del basso Esperiano (eHv) caratterizzata da numerose creste (la cui simbologia viene omessa in figura 2 per facilitare la visione). I flussi avrebbero riempito bassi topografici, per spessori al più di 3 chilometri come testimoniato dalle stratigrafie ricavate da crateri parzialmente sepolti, sino a formare le creste di tipo concentrico (Werner, 2009). La conferma della dinamica deposizionale deriva dal campo magnetico residuo che risulta significativo in Hesperia: il suo valore relativamente alto è spiegabile ipotizzando che i flussi vulcanici non abbiano smagnetizzato completamente la crosta sottostante. Si pensa che per avere questo risultato le lave siano state effuse a velocità estremamente alta, cioè collocate con volumi elevati come unità di *single cooling* di grandi dimensioni (Greely e Spudis, 1981), in linea con lo spessore limitato dei depositi vulcanici (Connerney et al., 2005).

Morfologicamente le creste si presentano anche irregolari oppure allungate (figura 3) e ricordano grosso modo le piane lunari.



In particolare le pieghe lineari tendono a disporsi secondo un *pattern* definito da due set differenti: uno con direzione nord-est-sud-ovest e una con direzione nord-ovest-sud-est. Il fatto che entrambi siano giacenti in prossimità di Tyrrenus Mons lascia intuire un contributo dell'edificio vulcanico al locale campo di stress attorno ai suoi margini.

La modellizzazione topografica prodotta col MOLA delle morfostutture suggerisce che queste si siano formate al di sopra di faglie di scorrimento prodotte per una tettonica compressiva; inoltre, la stessa mette in risalto la relazione temporale tra i due set evidenziando che quella con direzione nord-est-sud-ovest sembra essere più antica (fine Noachiano) di quella a direzione opposta (fine Esperiano). Ciò è dedotto anche dal profilo asimmetrico delle prime rispetto alle seconde, in particolar modo nei punti di intersezione e dalle prove di riattivazione trovate da alcuni autori presso i depositi vulcanici nonché nelle continuazioni delle creste presso gli altipiani circostanti. Infine, strutturazioni *an-echelon* delle pieghe più antiche vengono riscontrate in tutta Hesperia indicando, assieme alle altre dinamiche, una interazione continua a produrre il *pattern* che possiamo osservare oggi (Goudy et al., 2005).

Tra l'altro, nella piana sono stati osservati canali

Figura 2. Lo stralcio della carta a scala 1:20 000 000 mostra la zona corrispondente a Hesperia Planum con centro in 21° 25' 12" sud, 109° 53' 24" est. L'ampiezza massima della pianura data dai terreni vulcanici è approssimativamente superiore i 1220 chilometri. Le unità che la compongono sono di edificio vulcanico del Noachiano (**Nve**) posta al centro della distesa sebbene la maggiore estensione viene data dalle litologie di flusso vulcanico (**INv**, **eHv**, **IHv**) a loro volta circondate da quelle di altipiano del Noachiano (**eNh**, **eNhm**, **mNh**, **INh**, **HNhu**). Al confine settentrionale si trova anche l'edificio vulcanico dell'Esperiano di Hadriacus Mons (**Hve**) coevo per età ai terreni della piana e la cui struttura è già stata trattata. Subordinatamente possono trovarsi affioramenti di copertura del Noachiano e dell'Amazoniano (**ANa**) e le unità di cratere da impatto (**AHl**) con rapporto di sovrapposizione indicato col simbolo *y/o*. Il nord è verso l'alto. Rappresentazione in proiezione di Robinson con datum Mars 2000. (Da Tanaka et al., 2014, *Geologic map of Mars: U.S. Geological Survey Scientific Investigations Map 3292*, scale 1:20,000,000, pamphlet 43 p.)



Figura 3. Cross-cutting di una cresta corrugata, morfologia predominante su Hesperia Planum. Ripresa effettuata il 3 marzo 2010 alle 15:06 ora locale, centrata nelle coordinate di latitudine -24.538° e longitudine 115.642° (est) con angolo di incidenza del Sole a 65° e risoluzione massima proiettata di 0,50 m/pixel. Il nord è verso l'alto. – https://www.uahirise.org/ESP_016877_1550. Image Credit: NASA/JPL/University of Arizona.

lineari di piccole dimensioni con scarsi tributari, dalla probabile formazione di origine vulcanica. Essi sono ampi al massimo una decina di metri e mantengono una larghezza costante per tutto l'asse vallivo, mostrando argini topograficamente elevati (figura 4).

L'estensione nel settore sud-ovest dell'edificio di Tyrrhena Patera (figura 2) è una vasta unità che si diparte dal fianco (IHv) ed è composta da numerosi flussi lavici lobati, i quali post-datano le creste di piana. Essi presentano lunghezze tipicamente maggiori di 100 chilometri e sono associati a canali vulcanici. Tali flussi sembrano raggiungere la piana circostante sebbene i lobi terminali non siano stati mai osservati direttamente. La morfologia superficiale è data da pianure lisce con una bassa presenza di crateri e da un numero di creste corrugate inferiore rispetto la normale presenza nei terreni pianeggianti (Mest e Crown, 2001).

Tramite lo strumento THEMIS IR, alloggiato nella sonda Mars Odyssey, si è osservato che il settore, originariamente cartografato nell'unità eHv, mostra in realtà caratteristiche di deposito giovanile; i sedimenti analizzati che lo compongono sembrano essersi formati parzialmente per processi esogeni e sono interdigitati ai terreni degli altipiani craterizzati, come esposto nei lunghi e sinuosi canyon a pendenza regionale.

Un modello di riferimento vede l'appartenenza di Hesperia Planum alla provincia vulcanica Circum-Hellas (CHVP) posta nella periferia nordest del grande bacino da impatto. Oltre alla piana, la provincia è composta dagli edifici vulcanici di Hadriacus Mons e dalla vasta Malea Planum (Williams *et al.*, 2008). Essa sembra essersi formata dopo l'impatto che ha prodotto il bacino tra 4.0 e 3.8 miliardi di anni fa, con il massimo di attività avvenuto tra 3.9 e 3.6 miliardi di anni fa. L'attività sembra essere continuata unicamente presso Hesperia arrivando sino al basso Amazoniano (Lehmann *et al.*, 2012).

Storicamente si è sempre pensato che l'area pianeggiante (contrassegnata dall'unità eHv) si sia formata per fuoriuscita di basalto da fessure e punti emissivi mai osservati; per comprendere quindi la natura del vulcanismo (esplosivo e/o effusivo) i ricercatori hanno seguito vie differenti e complementari tra loro: dai rilevamenti effettuati tramite TES/MGS si è osservato che Hesperia presenta emissioni termiche con classi spettrali paragonabili a quelle ricavabile da rocce vulcaniche terrestri sia mafiche (ferro-magnesiche) che intermedie. L'unica anomalia gravimetrica riscontrata (a parte le altre associate ai

crateri da impatto) suggerisce che Tyrrhenus Mons sia sostenuto da un volume di materiale ad alta densità, coerente con accumuli femici interni alla pianura stessa e in linea con la petrologia superficiale ad indicare probabilmente una camera solidificata (Grott e Wieczorek, 2012).

Alcuni studiosi (Ivanov *et al.*, 2005; Bryan e Ernst, 2007) hanno ritenuto utile confrontare le caratteristiche geometriche-litologiche dei depositi della piana con quelle delle grandi piane basaltiche (LIP) presenti sulla Terra: effettivamente Hesperia sembra venire incontro ai requisiti delle LIP terrestri specialmente per estensione e volume della messa in posto del materiale vulcanico. Nulla invece può essere detto sulla durata dell'attività; a tale proposito Mest *et al.* (2012) suggeriscono che la superficie mostra una distribuzione grandezza-frequenza vicina a quella dei crateri da impatto, indicativa di un breve intervallo di posizionamento, accomunandola così a quelle terrestri.

Nel settore settentrionale ci sono numerose scarpate che presentano uno stile erosivo simile a Tyrrhena, lasciando quindi pensare a una continuità dei materiali con l'edificio vulcanico e suggerendo una stratificazione a livello locale; in particolar modo, sembra che nel settore nordovest si siano depositati flussi piroclastici estesi per diversi centinaia di chilometri successivamente rielaborati, ipotesi avvalorata anche dalla presenza di canali formati per una erosione facilitata.

Alla luce di queste ipotesi Mandt e il suo team (2008) hanno esaminato le immagini della MOC/MGS nel tentativo di identificare caratteristiche geomorfologiche nella Medusae Fossae Formation (posta al confine tra gli altopiani meridionali e la grande pianura settentrionale) riconducibili a litologie piroclastiche. Secondo gli autori la formazione rocciosa sembra mostrare una serie di morfosculture quali *yardang* e *mesas*. Gli autori hanno anche confrontato i loro risultati con immagini telerilevate dei campi ignimbritici andini concordando per una similitudine nelle forme presenti. A sostegno delle loro ipotesi sulle litologie competenti portano la stratificazione delle rocce e la seghettatura dei bordi lungo le pareti degli *yardang* soventemente erosi e associati a depositi di crollo. Nella realtà è da sottolineare che sulla Terra gli *yardang*, formati nelle colate di lava basaltica, sono mal definiti e non tendendo a formare grandi strutture con elevati rapporti lunghezza/larghezza.

Nel 2009 Gregg e de Silva hanno tentato di applicare gli studi di Mandt e colleghi esaminando le

immagini disponibili nel visibile del THEMIS/Mars Odyssey, MOC/MGS e HiRISE/MRO ma non hanno rilevato nulla di definitivo a causa soprattutto della regolite o dei depositi superficiali sabbiosi che rendono impossibile uno studio approfondito delle stratificazioni presenti. Così, non sono riusciti a mettere in risalto nessuna delle strutture evidenziate nello studio di Mandt, anche se hanno osservato stratificazioni e possibili giunzioni tra e negli strati all'interno delle pareti dei crateri da impatto recenti in tutti i depositi analizzati. Comunque, hanno messo in luce chiare differenze nei *pattern* superficiali per i materiali effusivi di Hesperia Planum a contatto sia con Tyrrhena che con gli altipiani noachiani circostanti; sembra infatti che i fianchi del vulcano si presentino scabri alla scala della decine di metri, mostrando massi di un metro circa sparsi ovunque. Al contrario presso la piana i materiali contengono un numero esiguo di blocchi e abbondanti crateri dai bordi smerlati e profondità limitata comunemente riempita con depositi lisci e piatti.

Ad oggi rimane irrisolto quale sia il tipo di vulcanismo interessato nella formazione dell'unità eHv non essendo state trovate certezze né sul meccanismo di formazione, né sugli estesi flussi piroclastici. La teoria delle lave basaltiche non trova riscontro per la mancanza di forme legate all'agente morfogenetico principale sebbene Gregg (2017) nel suo studio più recente porti prove sull'esistenza di bocche emmissive presenti attorno alla struttura centrale assieme a vent, seppur di ridotte dimensioni. Non sembra risolutivo neanche considerare una concomitanza di entrambi i tipi di vulcanismo che possano aver dato depositi differenti tra l'edificio di Tyrrhenus e la piana di Hesperia.

Riguardo la formazione dei depositi superficiali sono stati invocati altri agenti come l'acqua allo stato liquido che potrebbe aver lasciato sedimenti lacustri. Questa affermazione si baserebbe sulla stratificazione delle rocce poste ad ovest di Hesperia Planum e dalla superficie relativamente piatta, con pendenza regionale minore a 0.1°.

Invece, gli strati della parte orientale non sono stati osservati, ma qui c'è un maggiore numero di creste molto ravvicinate. Le prove disponibili suggeriscono che la formazione di queste sia avvenuta più frequentemente nei materiali stratificati (Goudy e Gregg, 2002). In effetti, sedimenti depositati in un corpo idrico permanente potrebbero aver generato tali sequenze piatte e stratificate, anche se nessuna linea costiera ovvia è stata ancora identificata (Gregg e Crown, 2005).

Un'altra teoria invoca invece il rimaneggiamento dei depositi vulcanici: in questo caso gli strati delle rocce nel settore occidentale sarebbero, secondo alcuni autori, associati alla patera come vulcaniti rimaneggiate, piuttosto che depositi primari di flusso piroclastico. L'acqua potrebbe aver agito da agente di rielaborazione anche se l'abbondanza di dune osservate nella piana sembrerebbe indicare più il vento come agente efficace e preponderante nell'erosione e nel trasporto regionale.

Bibliografia essenziale

- AA.W., *U.S. Geological Survey: Geological Map of Mars scale 1:20 000 000, pamphlet*, 43 p., 2014.
- Crown D. A., Berman D. C., Gregg T. K. P., *Geologic diversity and chronology of Hesperia Planum, Mars*, Lunar and Planetary Science, XXXVIII, 2007.
- Goetz, W., Hviid, S., Madsen, M. B., Kinch, K. M., *Magnetic properties results from martian surface landers and rovers*, in *The martian surface: composition, mineralogy, and physical properties*, Bell J. F., Cambridge University Press, 2008.
- Goudy C. L., Schultz R. A., Gregg T. K. P., *Coulomb stress changes in Hesperia Planum, Mars, reveal regional thrust fault reactivation*, J. Geophys. Res., 110, E10005, 2005.
- Gregg T. K. P., *Volcanic vents in Hesperia Planum, Mars: sources for an extraterrestrial Large Igneous Province*, Lunar and Planetary Science, XLVIII, 2017.
- Gregg T. K. P., Crown D. A., *What is Hesperia Planum, Mars? An examination of multiple working hypotheses*, Lunar and Planetary Science, XXXVI, 2005.
- Mueller K., Golombek M., *Compressional structures on Mars*, Annu. Rev. Earth Planet. Sci., 32, pagg. 435-464, 2004.
- Platz T., Byrne P. K., Massironi M., Hiesinger H., *Volcanism and tectonism across the inner Solar System: an overview*, Geological Society, London, Special Publications, 401, 2014.
- Tracy K.P. G., David A. C., *Mapping Tyrrhena Patera and Hesperia Planum, Mars*, Annual Meeting of Planetary Geologic Mappers, San Antonio, TX, pagg. 27-28, 2009.
- Tracy K.P. G., de Silva S., *Tyrrhena Patera and Hesperia Planum, Mars: New insights (and old interpretations) from high-resolution imagery*, 40th Lunar and Planetary Science Conference, 2009.
- Werner S. C., *The global martian volcanic evolutionary history*, Icarus 201, pagg. 44-68, 2009.



Figura 4. Oltre alle numerose creste da compressione nella piana sono presenti anche canali dalle dimensioni ridotte di probabile origine vulcanica. Ripresa effettuata il 18 marzo 2008 alle 15:02 ora locale, centrata nelle coordinate di latitudine -16.715° e longitudine 105.533° (est) con angolo di incidenza del Sole a 57° e risoluzione massima proiettata di 0,78 m/pixel. Il nord è verso l'alto. – https://www.uahirise.org/PSP_007700_1630. Image Credit: NASA/JPL/University of Arizona.



Luca Angeloni, Pietro Baruffetti, Michele Bigi, Giancarlo Bonatti, Alessandro Bugliani, Daniele Del Vecchio, Matteo Dunchi, Gabriele Tonlorenzi

Gruppo Astrofilii Massesi
www.astrofilimassesi.it
gam@astrofilimassesi.it

Una recente occultazione prodotta dall'asteroide (130) Elektra è risultata una delle occultazioni asteroidali meglio seguite in Europa (e, in assoluto, la più seguita finora da osservatori italiani). Il numero delle corde ottenute si è rivelato sufficiente a migliorare sagoma e dimensioni dell'asteroide, note in precedenza con minore accuratezza, oltre che un'occasione per evidenziare quali errori si debbano evitare in questo tipo di osservazioni.

Figura 1. Le postazioni già annunciate (indicata ciascuna da un telescopio con la base centrata sul luogo indicato) a poche ore dall'occultazione del 21 aprile. Fuori campo altre postazioni predisposte in Inghilterra. In realtà poi le osservazioni effettuate sono state sensibilmente di più, dato che in molti, alla loro prima osservazione di occultazione, non erano iscritti a Occultwatcher. La traccia prevista dell'occultazione era quella compresa fra le due linee azzurre, mentre la linea verde era il percorso del centro dell'ombra dell'asteroide. Nella striscia colorata in basso le diverse postazioni sono riportate nella loro posizione relativa entro (zona verde) e fuori la traccia. (da Occultwatcher)

Storie e osservazioni di piccoli mondi Un'occultazione Elektra... izzante

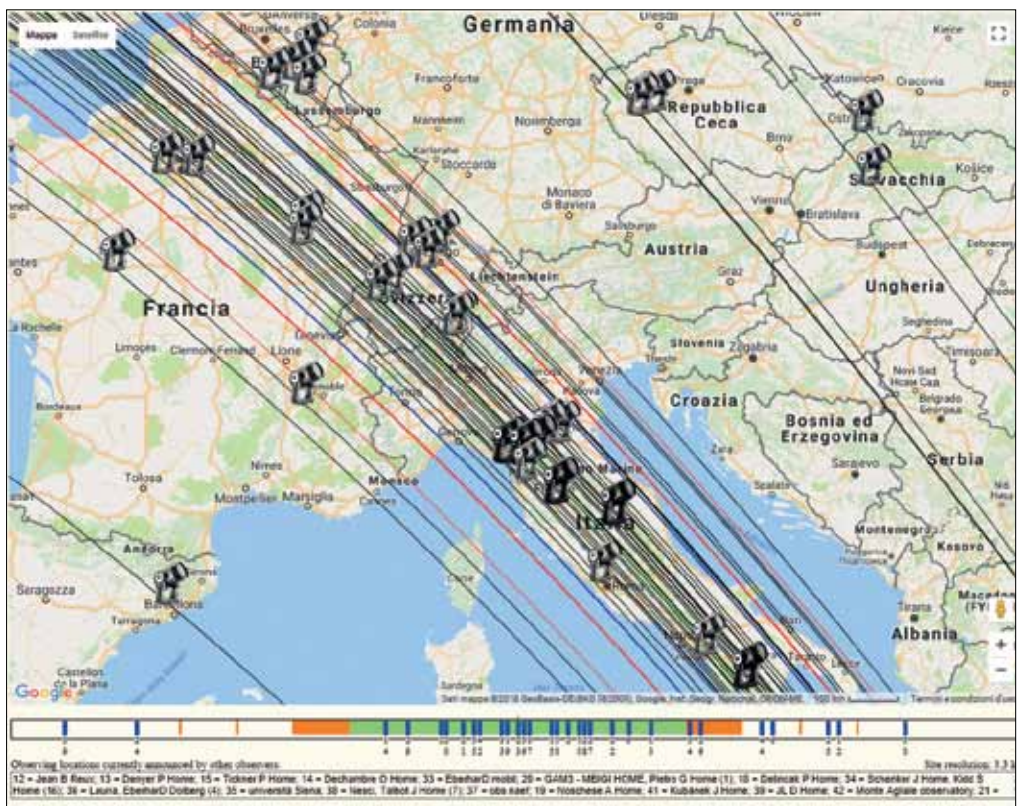
(XXVI parte)

Avevamo appena inviato l'originale dello scorso della rubrica (vedi astronomia 4/2018), dedicato agli asteroidi doppi e multipli scoperti o confermati in occasione di occultazioni, quando un evento di tale tipo ha interessato l'Europa e in modo particolare l'Italia. Si è trattato dell'occultazione di una stella di mv 11.6 nell'Ophiucus (TYC 0408-00029-1) da parte dell'asteroide (130) Elektra, avvenuta attorno alle 2h30m (ora civile) del 21 aprile scorso. Fin dalla comparsa della sua previsione (cosa che avviene in media circa un mese prima dell'evento) su *Occultwatcher* ci è sembrata immediatamente un'osservazione interessante e siamo stati fra i primi a segnalare la nostra disponibilità. Ricordiamo che le pagine/portale free online *Occultwatcher* (cui si può aderire senza restrizioni), riportano, per le coordinate impostate dall'osservatore, una messe di dati specifici per tutte le possibili occultazioni osservabili da

quella postazione osservativa, selezionate secondo i parametri di limite di magnitudine, altezza sull'orizzonte e durata minima impostati dall'utente. Come noi l'hanno pensata da subito anche numerosi altri osservatori europei.

Con l'approssimarsi dell'evento poi l'interesse è diventato, come si usa dire oggi, "virale" fino ad arrivare a 42 postazioni dichiarate (ma in pratica sono state molte di più, probabilmente oltre una sessantina) al momento dell'occultazione. Postazioni (vedi figura 1) ben distribuite lungo il tratto della traccia di occultazione compresa fra Inghilterra e Italia.

Ma cosa aveva di intrigante (130) Elektra da far restare svegli, fra una cosa e l'altra, fino alle 3 del mattino, così tanti astrofilii europei? Si trattava innanzitutto di un asteroide ben noto, con elementi orbitali molto affidabili, il che garantiva un'alta probabilità di risultato positivo per le postazioni ubicate entro o



poco al di fuori della traccia asteroidale prevista. Stella e asteroide avevano inoltre una luminosità chiaramente distinta (vedi fig. 2), a favore della prima e con una magnitudine complessiva non proibitiva: i nostri due soci GAM che han partecipato all'osservazione hanno utilizzato, ad esempio, entrambi una camerina Watec 910HX applicata a telescopi SC da 20 cm di apertura (ma avrebbero teoricamente potuto effettuare l'osservazione, con sufficiente precisione, anche con un telescopio da 5 cm ed ancor meno), fatto che lasciava prevedere una possibile occultazione ben evidente (sia per l'ampiezza del calo di luminosità atteso – attorno a 1.8 mv – che per la sua durata – durata massima prevista circa 20 s). Dell'asteroide erano poi già note, nel catalogo DAMIT/ISAM, due possibili sagome che prevedevano 2 aspetti/sagome diversi fra loro al momento dell'evento.

Ad aumentare l'interesse c'era infine il fatto che conoscissimo già due sue lune (con diametri di pochi km) rilevate pochi anni fa, e ci poteva quindi scappare, chissà mai, la scoperta di una eventuale terzo satellite: un potenziale *unicum* (se si esclude Plutone, che ne possiede addirittura cinque) nel panorama degli asteroidi noti, che non vede attualmente, escluso appunto Plutone, sistemi comprendenti più di 2 satelliti attorno all'asteroide centrale.

Come dicevamo la partecipazione italiana è stata numerosa (a nostra memoria, la più imponente mai avutasi in occasione di una occultazione asteroidale interessante l'Italia). Stimolata anche da una UAI



Figura 3. L'osservatorio Lichtfield da dove venne scoperto (130) Elektra e, in basso, lo scopritore Christian Peters. La foto dell'osservatorio è di fine '800 (verrà poi demolito nel 1912) mentre il ritratto di Peters è tratto da una sua foto in bianco e nero del 1875 circa.



News, nonché da appelli girati in canali diversi fra cui quello all'interno della sezione asteroidi dell'UAI stessa e dal relativo passaparola, ha visto infine almeno 18 postazioni italiane (col coinvolgimento di 29 osservatori, quasi la metà dei quali alla loro prima osservazione di una occultazione asteroidale).

Ma prima di dire dei risultati osservativi parliamo dell'asteroide protagonista dell'evento. Dello scopritore, il "rivoluzionario" e bizzoso astronomo tedesco-americano (con interessanti trascorsi italiani) Christian Heinrich Friedrich Peters, ci siamo ampiamente occupati nel n° 2/2015 della rubrica.

La scoperta di (130) Elektra avvenne il 17 febbraio 1873 dal Litchfield Observatory, presso l'Hamilton College di Clinton (stato di New York – USA) dotato di un rifrattore da 35 cm (vedi fig. 3). L'asteroide è un tipico asteroide della parte più esterna della Fascia Principale. Col suo diametro (stimato prima della nostra osservazione) di 215x182 km era già un asteroide di dimensioni relativamente grandi (fra i primi 40 della Fascia Principale). In questa occultazione, come vedremo, è risultato di 260x160 km, passando così al rango di uno dei **primi 12 asteroidi**, per diametro massimo, **della Fascia Principale**.

Ha un'orbita abbastanza inclinata sull'eclittica ($22^{\circ}.8461$, vedi fig.4) mentre presenta un relativamente raro tipo G. Tale tipo asteroidale (da non con-

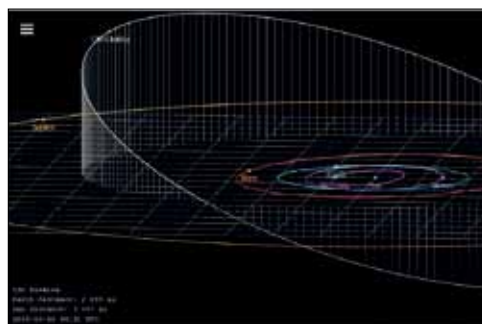


Figura 2. Una immagine del campo stellare, meno di 20 minuti prima dell'occultazione. Sono indicati la stella interessata dall'occultazione e l'asteroide nelle ultime fasi di avvicinamento (apparente!). Si noti come l'asteroide fosse sensibilmente più debole della stella. Al momento dell'occultazione è rimasto quindi visibile soltanto la sua luce, producendosi un istantaneo calo/risalita di 1.6 mag. (nella banda R dove la telecamera è maggiormente sensibile). I numeri che compaiono in basso a sinistra nell'immagine sono sovrainseriti da un time inserter GPS direttamente sul segnale video in uscita dalla telecamerina (Watec 910HX) e rendono quindi massima la precisione temporale ottenibile mediante questa tecnica, dato che ogni frame (la telecamera opera normalmente su 25 frame al secondo) è datato con estrema precisione. Nel nostro caso nella prima riga leggiamo: ora, minuti, secondi – in TUC - e data del frame, in basso i due estremi dell'intervallo (in millesimi di secondo) in cui è stato inviato il frame. Nel caso dell'occultazione del 21 aprile, dato l'estremo flickering del cielo, le due postazioni massesi hanno integrato 2 frame ottenendo quindi una immagine diversa ogni 0.08 s. Per questa occultazione è stato registrato un filmato della durata di 7 minuti, alla ricerca di eventuali occultazioni secondarie prodotta dai satelliti di (130) Elektra. Il telescopio operava in montatura altazimutale. Vedi in fig. 7 il momento di inizio occultazione. (Dal filmato di Michele Bigi, GAM).

Figura 4. Posizione di Elektra e dei pianeti più vicini al momento dell'occultazione. Il reticolo è il piano dell'Eclittica, mentre le linee verticali segnano le distanze dell'orbita sopra o sotto il piano dell'Eclittica stessa. Figura ottenuta mediante la funzione Orbit Diagram dalle pagine del JPL Small-Body Database Browser, che permette liberamente e interattivamente tale calcolo immediato per tutti i corpi minori del Sistema Solare.

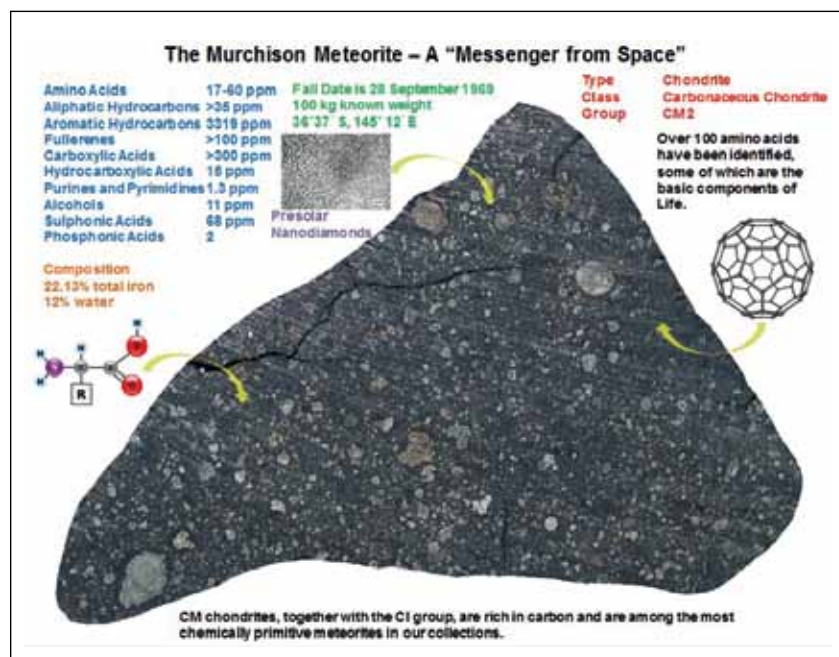


Figura 5. Sezione di uno dei frammenti del meteorite di Murchison. Nelle didascalie, in inglese, sono riportati numerosi interessanti dati. Questa potrebbe essere anche la composizione (e il colore) di (130) Elektra.

Osservatore	Città	Ap. Tel	Tecnica Ripresa	Durata (sec)
Gianni Galli	Pogliano (MI)	235	CCD	16,89
L. Leonelli, D. Alboresi, L. Barbieri	Bologna (BO)	400	Video	16,32
S. Orlandi, C. Frisoni	Bologna (BO)	355	Video	16,24
Roberto di Luca	Bologna (BO)	250	Video	16,34
Pietro Baruffetti	Massa (MS)	200	Video	14,70
Michele Bigi	Massa (MS)	200	Video	14,60
Roberto Bacci	Castelvecchio Pascoli (LU)	405	CCD	15,4
Fabrizio Ciabattari	Monte Agliale, Cune (LU)	510	CCD	nd.
M. Bachini, G. Succi, E. Dal Canto, F. Mancini	S. Maria a Monte (PI)	400	CCD	16,67
P. Bacci, M. Di Grazia, M. Maestripietri	S. Marcello Pistoiese (PT)	600	CCD	16,5
M. Mannucci, N. Montigiani	Firenze (FI)	356	CCD	16,05
Alessandro Marchini	Siena (SI)	300	CCD	15,90
Claudio Costa	Roma	280	CCD	10,93
G. Isopi, F. Mallia, F. Maio	Oss. Campo Catino (FR)	800	CCD	15,50
Alfonso Noschese	Pontecagnano (NA)	300	Video	16,48
Luca Rizzuti	Lauria (PZ)	200	CCD	16,92
Claudio Arena	Catania (CT)	200	CCD	neg.

Figura 6. Elenco degli osservatori amatoriali italiani che han preso parte all'osservazione di Elektra del 21 aprile 2018. Sono indicate anche la località, il diametro del telescopio (in mm), la tecnica di ripresa (camere CCD o video camere televisive usate nel campo delle occultazioni), e la durata dell'occultazione osservata da quella postazione. Tutte, come si vede, hanno avuto un risultato positivo tranne la postazione siciliana.

fondere con quello delle stelle di tipo G) è presentato da circa il 5% degli asteroidi della Fascia Principale, ed è caratteristico degli asteroidi carbonacei, e con una albedo (riflettività) molto bassa, ovvero oggetti relativamente scuri. Il tipo G è lo stesso di (1) Cerere, come noto il primo asteroide scoperto e il più grande della Fascia Principale (al punto di essersi meritato attualmente il rango di pianeta nano). L'albedo geometrica stimata di Elektra, prima dell'osservazione, era valutata pari a circa 0.075. Questo equivale a dire che in condizioni ideali (osservatore posto esattamente di fronte all'asteroide pienamente illuminato dal Sole posto esattamente alle spalle dell'osservatore stesso) la superficie dell'asteroide riflette solo il 7.5% della luce ricevuta dal Sole stesso.

Per intenderci siamo ai livelli della scurezza dei mari lunari, o, se volete, di poco più di una strada appena asfaltata (!), ma la misurazione delle dimensioni di Elektra sortita fuori nel caso dell'occultazione, farà scendere ulteriormente tale valore. Interessante poi il fatto che, appartenendo ad un tipo di asteroidi fra i più antichi, la sua superficie è stata esposta, verosimilmente per miliardi di anni, alla radiazione solare, e, oltre a scurirsi, presenta superficialmente (come già riportato in un articolo su Science del 1987) **idrocarburi** con uno spettro simile al meteorite Murchison (vedi fig. 5) una condrite carbonacea di tipo CM2, caduta il 28 settembre 1969 in Australia.

Su questo interessante meteorite sono stati ritrovati anche quasi un centinaio di aminoacidi e altri composti organici semplici, come conseguenza di una notevole percentuale di acqua - ghiaccio? - e idrati nel corpo di origine e della lunga esposizione della sua superficie alla radiazione solare.

Ma veniamo all'osservazione del 21 aprile. Come dicevamo, grazie ad un cielo sereno su gran parte del tratto europeo dell'occultazione, l'evento è risultato seguito da almeno 48 postazioni, di cui 18 italiane. L'elenco degli **osservatori italiani**, con la strumentazione utilizzata, compare in fig. 6.

Tutte le postazioni italiane (fra cui quella dell'Osservatorio di Campo Catino, dell'Associazione Astronomica Frusinate, che utilizzava un telescopio da 80 cm di apertura) hanno potuto seguire l'evento, e tutte (tranne la postazione di Catania) con esito positivo. Molte hanno accolto il nostro invito ad osservare per più minuti attorno all'istante centrale previsto, nella speranza di poter catturare eventualmente anche una delle sue lune. La cosa non è riuscita, quella sera, né a noi né a nessun altro osservatore in Europa. Il fatto si spiega abbastanza bene: le due lune note (scoperte, la

prima nel 2003 grazie al telescopio Kech II, a Mauna Kea nelle Hawaii, e la seconda nel 2014 dal Very Large Telescope UT3 dell'ESO, presso il Cerro Paranal, nel deserto di Atacama in Cile; in tutti e due i casi operando con telescopi, rispettivamente, di 10 e di 8.20 metri di apertura ed ottiche adattive) hanno un diametro massimo stimato in circa 7 e 5 km, ma forse anche molto meno. La "rete" di corde europee vedeva una distanza media fra le corde superiore ai 10 km, per cui è stato facile per dei "pesciolini" di tale taglia sfuggire alla "cattura". Per giunta alcune postazioni, ad esempio molte fra quelle operanti con CCD, avevano dei "tempi morti di ricarica" fra una ripresa e l'altra, talvolta più lunghi della durata massima prevista nel caso di occultazione da parte di tali satelliti (fonti diverse fornivano possibili valori compresi fra i 0.2 e i 0.7 s), per cui eventuali brevissime occultazioni secondarie potrebbero essere andate perdute anche a causa della tecnica di ripresa utilizzata da queste postazioni. Quel che si è prodotto (in maniera istantanea) al momento dell'occultazione è documentato ad esempio dall'immagine (fig. 7) che mostra lo stesso campo stellare a distanza di soli 0.08 s (ovvero di una integrazione).

In rete sono visibili numerosi video ripresi quella notte, fra cui, per chi voglia vedere in cosa consiste una occultazione (e magari - scaricato uno dei filmati in formato .avi - fare pratica di riduzione dei dati coi programmi *free* Tangra e/o Limovie, che generano dal filmato una curva di luce), può trovare facilmente quelli degli astrofili svizzeri, che raccolgono sistematicamente tutti i loro video di occultazione alla pagina <http://occultations.ch/occultations.html>

In fig. 8 la curva di luce osservata dal nostro socio Pietro Baruffetti, mentre la successiva figura 9 mostra l'interessante sovrapposizione, di tre distinte osservazioni provenienti la prima da Baruffetti (Massa), da Andrea Manna (Cugnasco, Canton Ticino, Svizzera) e Roland Boninsegna (Dourbes, Belgio). Al termine dell'osservazione, tramite mail inviate all'interno della rete Planoccult, il curatore di Euraster, Eric Frappa, ha cominciato a ricevere decine di report osservativi.

Fin da subito, dal confronto fra le corde osservative ottenute, si è appalesata una sagoma dell'asteroide che, si è definita nel giro di un paio di settimane (dato gli immaneabili "ritardatari", oppure a causa di report incompleti o contraddittori). Questa presentava molti punti in comune con una delle due sagome DAMIT (elaborate negli anni precedenti a partire da due distinte curve di luce di Elektra), facendo escludere l'altra, fino ad arrivare alla figura 10. Questa mostra



Figura 7. Particolare da due frame dal filmato di Pietro Baruffetti (socio GAM). Le due immagini sono separate fra loro di 0.08 s. Nella prima la stella è ancora visibile, nella seconda l'asteroide ha ormai coperto la stella ed è rimasta visibile solo la fioca luce dell'asteroide stesso.

appunto la sagoma DAMIT prevista, con sovrainpresse le corde osservative: come si vede il lato sud di Elektra è in buona parte da ridisegnare.

È emerso inoltre come l'asteroide fosse in realtà spostato di circa 30 km verso Est, e con un anticipo medio di circa 3 secondi rispetto ai tempi centrali previsti per le singole postazioni. Quest'ultimo dato, a sua volta, indica uno spostamento di circa 15 km anche rispetto alla perpendicolare della traccia di occultazione inizialmente prevista dalle effemeridi, che quindi, grazie a questa osservazione, sono state conseguentemente lievemente corrette.

Dall'occultazione si sono ricavate anche le dimensioni verosimili dell'asteroide in quel momento: 260x160 km. Come abbiamo detto quella sera han partecipato all'osservazione sia astrofili esperti che molti altri alla loro prima osservazione di occultazioni. È stato quindi interessante anche scoprire poi a posteriori gli errori che, ovviamente in buona fede, si compiono in questo tipo di osservazione. Promettiamo di entrare nel dettaglio in uno dei prossimi numeri della rubrica, suggerendo anche delle tecniche per minimizzarli.

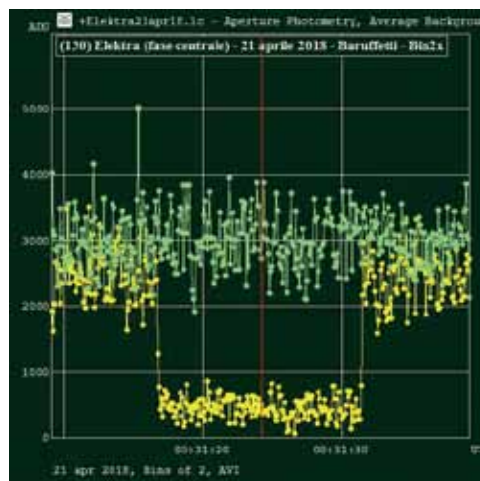


Figura 8. Frammento di 30 s della curva di luce ottenuta da Baruffetti (GAM) al momento dell'occultazione. In verde chiaro la luminosità di una stella vicina, usata quale confronto, in giallo l'andamento della luminosità della coppia asteroide+stella occultata. Curva di luce ottenuta col programma (*free*) Tangra.

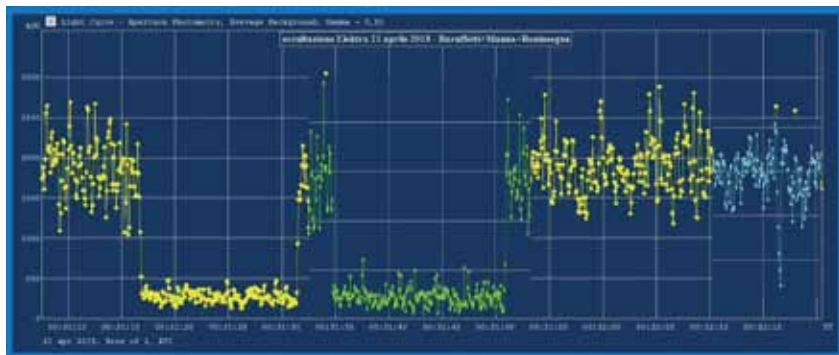
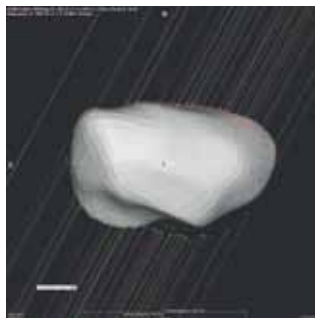


Figura 9. Sovrapposizione (sulla stessa scala temporale) dei tre minimi di luce (corrispondenti al momento dell'occultazione) come osservati da Pietro Baruffetti (da Massa, punti gialli), Andrea Manna (da Cugnasco, Svizzera, punti verdi) e Roland Boninsegna (da Dourbes, Belgio, punti celesti). La curva (volutamente lasciata con le griglie in luminosità diverse – dato che i tre osservatori avevano telescopi, sensori, e fondo cielo lievemente diversi) rileva lo sfasamento temporale (nel nostro caso l'ombra asteroidale andava all'incirca da SE e NO, vedi fig. 1). È evidente inoltre la diversa durata delle occultazioni a seconda della posizione della postazione osservativa rispetto al centro dell'ombra asteroidale in rapido movimento sulla Terra. In particolare l'osservazione di Boninsegna è risultata durare soltanto 0,4 secondi e avvenire in forma progressiva: probabilmente per lui si è trattato di una "occultazione radente" rispetto ad un bordo asteroidale in quel punto molto parallelo al moto apparente dell'asteroide, e in cui si apprezza probabilmente il progressivo oscuramento del pur minimo diametro stellare, mentre la riapparizione è, come normalmente, istantanea.

Figura 10. Sagoma di (140) Elektra al momento dell'occultazione. Le corde osservate (in rosso l'inizio dell'occultazione, in verde il termine della stessa) mostrano un buon accordo (nella parte sinistra) col modello 1856 del catalogo DAMIT. La forma reale disegnata dalle corde osservative si scosta abbastanza marcatamente nella parte destra del modello. La linea individuata da puntini (separati ciascuno da 1 s) indica il moto del centro previsto d'occultazione. Il margine di incertezza di alcune corde è segnato da due barre separate da puntini al momento della sparizione/riapparizione. Le osservazioni italiane si sono distribuite nella metà destra della figura. (da Euraster)



Diremo qui sinteticamente dei **tre errori principali**. Il primo la mancata sincronizzazione, rispetto al tempo UTC, delle apparecchiature. Alcuni hanno infatti osservato fidandosi del tempo interno del proprio PC: è questa una procedura vivamente sconsigliata nel settore, specialmente se la sincronizzazione dell'orologio interno del PC non viene fatta oppure è stata fatta troppo tempo prima (ma talvolta basta anche una mezza giornata per accumulare errori sensibili), oppure con server NTP di scarsa qualità.

Infatti, crediamo lo si sappia, il tempo indicato dal nostro PC (ma anche quasi sempre da smartphone ecc.) è un tempo interno "suo", preso a partire da una sincronizzazione fatta (in automatico o manuale). Per gli usi comuni molti di noi non fanno mai sincronizzazione, oppure l'hanno predisposta settimanalmente o anche meno, e vengono così fuori gli "abbagli micidiali" che compaiono, come vedremo, nella prossima fig. 11.

La sincronizzazione del PC nel nostro settore è considerata una fonte di tempo non affidabile (perlomeno non di prima qualità). Se non c'è alternativa (orologi GPS ad aggiornamento continuo, oppure *time inserter* di qualità sincronizzati a ridosso dell'osservazione) qualcuno ovvia facendo fare una sincronizzazione ogni 30s o giù di lì. Il secondo errore è legato al

fatto di aver dovuto seguire (alla ricerca di eventuali satelliti) una osservazione durata più minuti (cosa che ha impedito l'utilizzo della tecnica del *driftscan*, sostanzialmente migliore, almeno nella ricerca della durata di un evento).

Per poter effettuare quindi una osservazione lunga da 5 minuti in su, molti han dovuto ricorrere a singole riprese CCD intervallate nel tempo: ora con tale tipo di strumentazione esiste un sensibile "tempo morto" (di durata diversa a seconda della procedura e della camera utilizzata, ma frequentemente con valori superiori al secondo) in cui il CCD si "ricarica" fra una ripresa e l'altra. Vediamo cosa questo può produrre. Nel settore occultazioni si consiglia di non superare mai, appena possibile, pose più lunghe di 1/10 o, meglio ancora, 1/15 della durata massima prevista per l'occultazione. Il che comporta che per una osservazione della durata prevista sui 20 s, per poter avere un risultato significativo occorrerebbe non superare l'intervallo di 1.4 s fra le singole immagini. Quando, come è successo in questo caso, si avevano (fra esposizione e ricarica dell'apparecchiatura) tempi di 2 o 3 s o anche più, è chiaro che la corda poteva risultare apprezzabilmente più lunga o più corta del reale a seconda di dove si piazzasse il tempo morto rispetto ai momenti di sparizione/riapparizione della stella occultata.

Quando, come stavolta nel caso di Elektra, siano però presenti molte postazioni con tempi certi a pochi km di distanza (si intende, ovviamente, rispetto alla traccia dell'occultazione) è possibile a posteriori correggere queste misure imprecise. Se fossero infatti presi per buoni i dati grezzi (tempi non corretti) ricevuti da Euraster, questi avrebbero dato per Elektra la sagoma di cui in figura 11, ove sono evidenti alcune corde chiaramente non sincronizzate. Insomma delle somme, nel caso di una occultazione positiva i riferimenti temporali assoluti (al di là dell'incertezza temporale insita nella singola misura, legata all'integrazione che uno è stato costretto ad applicare per riuscire a rendere visibile la stella) devono essere il più possibile corretti. Idealmente sotto gli 0.01s. Tollerati fino a 0.1 s. Accettabili ma solo come valore indicativo, in casi non particolari, fino a 1s. Per valori superiori si rischia il linciaggio...

Ultimo errore (probabilmente) commesso da alcuni è ritenere che una propria osservazione negativa (nessun calo di magnitudine osservato) sia assolutamente inutile, e quindi non inviarla. Ora, come si vede dalla figura 10, possiamo essere sicuri del margine sinistro dell'asteroide (l'ultima corda aveva una du-

rata di 0.4 s), ma a destra l'estremità dell'asteroide non è facilmente definibile dato che si passa da una durata dell'ultima corda positiva ancora di 8.50 s, ad una mancata occultazione a 150 km di distanza (che coincide, in pratica, con quella dell'unica osservazione negativa italiana). Nel mezzo probabilmente ci potrebbe essere stato anche uno o più osservatori, che visto il proprio risultato negativo, non si sono curati di inviare il loro report, che poteva invece forse rivelarsi utile per fissare un limite più sicuro al possibile diametro di (130) Elektra.

Per combinazione 10 giorni dopo Elektra ha prodotto una nuova occultazione, visibile stavolta dagli USA. In questo caso sono state osservate "solo" 6 corde positive, che hanno confermato lo spostamento evidenziato, e la non perfetta coincidenza col modello DAMIT. Da notare che 5 delle corde positive e una delle negative sono state osservate da un singolo "occultazionista" davvero speciale, David Dunham, coadiuvato dal figlio, mediante 6 diversi telescopi comandati in remote distanti fra loro decine di km, per un "fronte osservativo" totale di 120 km. La remotizzazione dei telescopi apre probabilmente ad un possibile sviluppo futuro delle osservazioni in questo campo, ove potrebbe far aumentare il numero delle corde e conseguentemente la precisione delle sagome e dei dati ricavati da occultazioni. David Dunham è il noto "padre" delle occultazioni (asteroidali e lunari), ingegnere e collaboratore di molte missioni planetarie e asteroidali della NASA, astronomo in diversi osservatori statunitensi e fondatore e a lungo presidente della IOTA (la principale organizzazione internazionale sulle occultazioni, diffusa in America e nel resto del mondo).

Per finire, come consueto: chi era la Elektra cui è intitolato l'asteroide? Lo scopritore non disse mai con certezza a quale personaggio della mitologia si fosse ispirato (all'epoca la stragrande maggioranza dei nomi asteroidali erano, come noto, di tale origine) ma, verosimilmente, non si riferiva né alla figlia di Atlante e Pleione (una delle cosiddette Pleiadi; ed Elektra è anche il nome di una delle sorelle/stelle del notissimo ammasso aperto nel Toro), né ad altre due figure secondarie: un'Elettra figlia di Oceano e Teti (e a sua volta madre delle tre Arpie e di Iris, personificazione dell'arcobaleno), e a un'altra Elettra figlia di Danao che, assieme alle 48 sorelle (Danaidi), diede origine alla stirpe dei Danai (i greci).

Con tutta verosimiglianza si riferiva invece all'**Elettra figlia di Agamennone**, il capo della spedizione achea contro Troia. La donna vendicò la vile uccisione del padre, al suo ritorno dalla Guerra di Troia, operata dalla madre e dal suo amante Egisto, facendo a sua

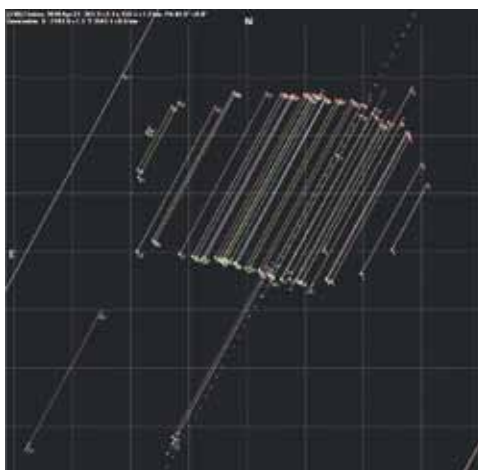


Figura 11. I dati grezzi delle corde osservative inviate al centro europeo di coordinamento (Planoccult). Rispetto alla sagoma sostanzialmente ben individuata, sono presenti però 6 dati "anomali": per la durata e ancor più per il tempo dichiarato, che arriva nel caso estremo a mostrare un ritardo di 27 s. Una delle due corde visibili parzialmente all'angolo in basso a destra è l'unica osservazione di mancata occultazione da parte di un osservatore italiano. La serie di puntini rappresenta il moto inizialmente previsto del centro asteroide. (Comunicazione privata Eric Frappa, Euraster)

volta uccidere, anni dopo da suo fratello Oreste, i due assassini. Una tragica figura mitica, che ha dato il nome, in psicanalisi, a un complesso (il complesso di Elettra) equivalente femminile del complesso di Edipo. Alla sua figura mitologica e alla sua tragica vicenda sono dedicati vari passi o opere della letteratura antica e moderna. Ricorderemo qui le omonime tragedie di Eschilo e Sofocle, le opere liriche di Richard Strauss o Modeste Grétry, o i drammi teatrali quali quelli della Yourcenar o di Alfieri. Una famosa trilogia teatrale, "Il lutto si addice ad Elettra" dello statunitense Eugene G. O'Neill (premio Nobel per la letteratura nel 1936) e in cui la vicenda era trasportata al tempo della Guerra di Secessione americana, fu anche trasposta in un film che in italiano ha lo stesso titolo, e che nonostante i giudizi della critica (che assegnò ai due protagonisti prestigiosi premi in qualità di attori) si rivelò uno dei più fallimentari investimenti finanziari della storia del cinema, facendo perdere all'epoca la stratosferica cifra di quasi 2 milioni di dollari alla casa di produzione. Passando alle arti figurative, in fig. 12 vediamo una raffigurazione pittorica del 1869, "Elettra che piange sulla tomba di Agamennone", del pittore preraffaellita inglese Frederic Leighton.

Come noto Elettra è stato, infine, anche il nome della figlia e del panfilo-laboratorio dal quale, nel periodo fra le due guerre mondiali, Guglielmo Marconi eseguì numerosi esperimenti di radiofonia. Uno di questi, un mito per il mondo dei radioamatori, alle 11:03 del 26 marzo 1930, allorquando, dalla rada di Genova ove l'Elettra era ormeggiata, aveva acceso (oggi diremmo "in remote") le luci del municipio di Sidney, in Australia (foto qui a lato), nella prima impressionante utilizzazione *wireless* a quasi 20 000 km di distanza!



Figura 12. Elettra alla tomba di Agamennone dipinto di Frederic Leighton (1869) (Ferens Art Gallery, Inghilterra).





OSSERVATORE	SITO	STRUMENTO*	OSS. VIS.	IMG. DIGIT.**
G. Adamoli	Verona; Cerro (VR)	12 MC, 24 SC	7	
V. Amadori	Soiano del Lago (BS)	27 Nw		16
T. Bianchi,				
L. Betti	M.te S. Lorenzo (PU)	53 RC		2
A. Carbognani	Lignan (AO)	20 SC		2
M. Cardin	Padova	30 Nw		6
M. Cicognani	Collina (FO)	12 OG; 41 Cas	24	36
E. Colombo	Gambaranà, fraz. Cambiò (PV)	15 Nw	4	
C. Fattinanzi	Montecassiano (MC)	25 Nw		1
M. Giuntoli	Montecatini T. (PT)	15 Nw	6	
M. Guidi	S. Pietro Polesine (RO)	60 Nw		6
R. Mancini	Cerreto Guidi (FI)	25 Nw		32
A. Maniero	Padova	25 Cas, 36 DK		6
E. Mariani	Tradate (VA)	20 Cas		8
L. Morrone	Agerola (NA)	11 SC		13
T. Olivetti	Bangkok (Tailandia)	41 DK		38
A. Pace	Malta	36 Cas		7
R. Sedrani	Pordenone	36 SC		20
P. Siliprandi	Vimercate (MB)	20 SC	17	
Al., An., G. Uri	M.te Amola (BO)	40 Nw		1
V. Valente	Cinisello Balsamo (MI)	8, 13 OG, 15 Nw, 24 SC	39	
F. Verza	Milano	15, 20 SC		69
C. Zannelli	Palermo	36 SC		6

(*): apertura in cm; legenda: OG = rifrattore; Nw = Newton; Cas = Casségrain;
SC = Schmidt-Cass.; MC = Maksutov-Cass.; DK = Dall-Kirkham; RC = Ritchey-Chrétien
(**) numero di serate di acquisizione

Tabella 1. Lista degli osservatori

	INTENSITÀ	COLORE	BORDO S	BORDO N	NOTE
SPBs/SPH e.				-67.5	
SPBn				-61.1	
SPR	3.8 (6)	grigio (5)		-52.1	S4TB definita solo fra L2=50~100
S3TZ	2.3 (6)	bianco-grigio (4)			
S3TB	4.2 (4)		-46.6	-43.5	Definita a tratti, spesso unita a SSTB
SSTB	4.4 (6)	grigio-marrone (5)	-37.7	-35.2	
STZ	1.5 (6)	bianco (5)			Definito solo breve tratto f.BA; STB(N) non def.
STB(S)					Presente a tratti, variabile
StropB			-26.2	-24.9	
StropZ	1.5 (6)	bianco (5)			(5 misure 29.1-31.3)
GRS	4.5 (6)	rosso-arancio (5)	centro -22.4		
SEB(S)	5.3 (6)	marrone (5)	-22.5		SEB Zone e componente centrale SEB ben definiti solo fra L2=50~140
SEB int. Z.					
SEB(N)	5.3 (6)	marrone (5)	-9.8	-7.3	
EZ	1.3 (6)	bianco (5)			
EB	2.5 (3)	azzurro (3)			
NEB	5.5 (6)	marrone-rosso (5)	+8.2	+20.1	Estesa a N. in modo quasi uniforme
NtropZ	2.3 (6)	giallo (5)			
NTB(S)	3.8 (6)	rosso (5)	+22.7	+26.6	
NTB(N)			+29.1	+30.7	
NTZ	2.4 (6)	bianco-giallo (5)			
NNTB	3.5 (5)	grigio (4)	+34.8	+37.4	
NNTZ	2.5 (6)	bianco-giallo (5)			
NPR	3.5 (6)	grigio (5)			Bordo non definito; grigiore polare da lat.~ +42

Intensità e colori: in parentesi il numero di osservatori
Intensità: 0 = bianco brillante, 10 = fondo cielo all'oculare
Latitudini: medie da 13 img. RGB di Olivetti di marzo
L2 = longitud. a opposizione (7.4.2017) nel sist. 2

Tabella 2. Stime visuali di intensità e colore, misure di latitudine zenografica

concentrano nei mesi attorno all'opposizione. Le immagini sono state acquisite nel visibile, selezionato tramite filtro *IR-cut*, o nel vicino infrarosso ($\sim 0,7-1 \mu\text{m}$), per mezzo di filtro *IR-pass*. Alcune immagini sono state ottenute nella banda di assorbimento del metano ($0,889 \mu\text{m}$), da parte di Carbognani, Guidi, Maniero e Morrone.

Nel seguito si fa riferimento a precedenti rapporti UAI, i più recenti in [6] [7] [10]; per la nomenclatura specifica, v. Rogers [1], il quale ha prodotto analisi preliminari di questa apparizione, pubblicate sul sito della *Jupiter Section* della BAA [12]. Come riferimento per il lettore, le sigle di bande, zone, correnti atmosferiche e alcuni *jetstream* del pianeta sono riportate in [14]. M. Vedovato ha composto una serie di planisferi, consultabili in [13], attraverso i quali si può seguire l'evolversi dell'attività atmosferica nel corso dell'apparizione; la mappa in figura 1 mostra l'aspetto del pianeta all'opposizione.

Le immagini di questo rapporto sono orientate secondo la convenzione astronomica classica dell'osservatore visuale: sud in alto, bordo precedente (*p.*, est) a sinistra, bordo seguente (*f.*, ovest) a destra. I moti in longitudine sono definiti "lenti" o "veloci" rispetto agli appropriati sistemi di riferimento: sistema 1 nei pressi dell'equatore, sistema 2 altrove, sistema 3 legato al pianeta radio e al campo magnetico (e, probabilmente, agli strati atmosferici profondi). Il moto è definito progrado se porta verso longitudine decrescente, retrogrado se porta verso longitudine crescente (perché, rispettivamente, anticipa o ritarda sulla rotazione del sistema di riferimento). Le velocità di deriva sono date come gradi di longitudine percorsi in 30 giorni, nel sistema 1 o 2 (DL1, DL2). Le longitudini, ove non indicato diversamente, sono riferite alla data dell'opposizione.

(Questa orientazione del pianeta e l'uso dei sistemi 1 e 2 segue la tradizione amatoriale classica; i professionisti utilizzano invece di preferenza il sistema 3, e orientano le immagini con il nord in alto.)

Statistiche

Gli osservatori visuali hanno prodotto complessivamente 1967 stime di intensità e 1308 stime di colore delle fasce e zone (tabella 2). Prendendo questi risultati con qualche cautela, essi indicano una tinta decisamente più scura della NTB rispetto alla passata apparizione (a seguito dell'*outbreak* di questa fascia, v. oltre), accompagnata da una sensibile ombreggiatura delle Zone attigue; la NTropZ in particolare era giallastra, mentre la NTB è apparsa rossastra (in realtà, questo colore va riferito alla componente sud della fascia).

Rispetto al 2015-16, le stime suggeriscono che altre Zone (STZ, STropZ, NNTZ) erano più brillanti, alcune fasce (SEB, NEB, NNTB) più scialbe; viceversa, la SSTB appariva più marcata.

Siliprandi ha effettuato stime di intensità comparate, con filtri rosso e blu (W25 e W38A, 16 sedute osservative da novembre a giugno), che suggeriscono una tinta 'calda' su NTropZ-NTZ, la SEB più colorata della NEB, la regione polare sud più colorata della nord; inoltre, sottolineano l'estrema intensità del colore della GRS.

La latitudine media dei bordi delle fasce è stata misurata su 13 immagini di Olivetti di marzo (RGB con filtro *IR-cut*). Sono



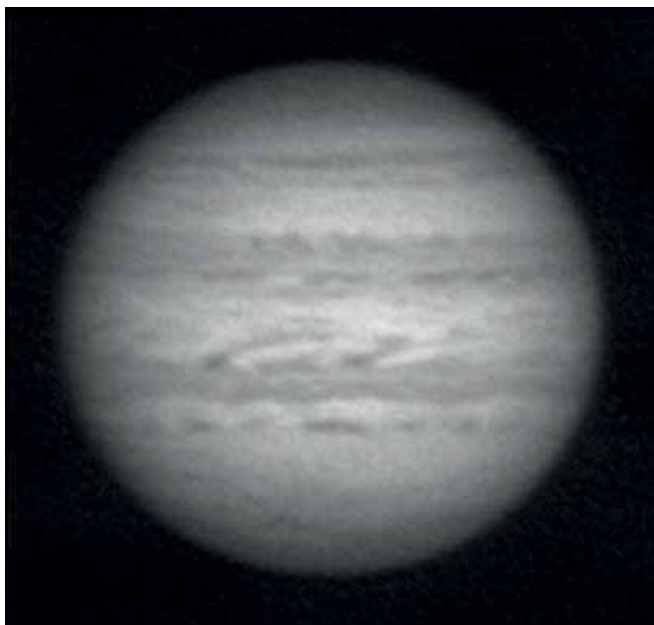


Figura 2. T. Olivetti, Bangkok, 23 ottobre 2016, TU 23:10, 41 cm DK, filtro IR, camera PG Blackfly ICX692, CM1=99°, CM2=23° - Appena visibile il velo del STB Spectre sul lato p.; treno di condensazioni lungo il bordo sud della SEB; la NTB si sta ricomponendo, a partire da un treno di barre scure.



Figura 3. T. Olivetti, Bangkok, 9 dicembre 2016, TU 22:14, 41 cm DK, camera PG Blackfly ICX692, CM1=280°, CM2=207° - Macchia scura in S3TZ; treno compatto di ovali SSTB; l'ovale BA, seguito da barra scura, si sta allontanando dalla GRS, che è preceduta da debole STropB; due aree chiare in SEB (in quella p. nascerà la sorgente dell'outbreak della fascia, di lì a tre settimane; rift in NEB; l'ovale WSZ, debole, circondato da un bordo scuro, sul lato p., seguito da strie diagonali in STropZ; la componente sud della NTB si colora di arancio; deboli ovali in NPR.

confermati sostanzialmente i valori dell'apparizione precedente, salvo l'espansione verso nord del bordo della NEB (v. oltre).

Gli autori, assieme a R. Bullen e M. Jacquesson, hanno misurato la posizione dei dettagli atmosferici (longitudine e latitudine) sulle immagini italiane e su molte altre affluite da tutto il mondo, nell'ambito del programma JUPOS [11]. Sono state ottenute decine di migliaia di misure, dalle quali H.-J. Mettig ha ricavato carte tempo-longitudine riferite a ciascun dominio dinamico (intervallo di latitudine), che hanno fornito la base per analisi e approfondimenti.

Nel caso di più macchie simili, appartenenti ad uno stesso dominio dinamico, vengono dati intervalli di variazione dei valori misurati. Si tratta di informazioni che confermano conoscenze di correnti e *jetstream* ormai consolidate negli anni.

'Outbreak' NTB

Questo fenomeno ha avuto in passato cadenza quinquennale, e l'ultima evenienza risaliva al 2012. Negli anni recenti la NTB si era progressivamente indebolita, per cui era prevedibile una nuova eruzione a breve.

Nell'autunno 2016 la sonda 'Juno' era da poche settimane in orbita attorno a Giove, e il pianeta si trovava vicino alla congiunzione eliaca. A metà ottobre, mentre la sonda si trovava in un tratto di orbita piuttosto lontano dal pianeta, la sua fotocamera *JunoCam* ha registrato, a bassa risoluzione, alcuni nuclei brillanti

a 24°N, con deriva tipica superveloce (DL2 ~ -13° al giorno), inframezzati da barre scure più lente [8]. Immagini successive riprese da G. Orton nell'IR, con il telescopio NASA-IRTF nelle Hawaii, hanno confermato le macchie brillanti. Se il fenomeno ha avuto uno sviluppo analogo agli *outbreak* precedenti, l'inizio di questa eruzione dovrebbe risalire a metà settembre.

Le prime immagini amatoriali, fra cui quelle di Olivetti, risalgono a fine ottobre, con Giove ancora immerso nei bagliori del Sole. Sparite le macchie chiare, vi si vede una serie di barre scure (figura 2), le quali in breve si vanno a saldare e a formare una nuova NTB.

Negli ultimi mesi del 2016 la NTropZ è apparsa ingombra di veli diagonali. Sul bordo della NEB, l'ovale detto 'macchia Z' (WSZ) [5] è stato parzialmente oscurato da queste strisce (figura 3), come avvenne durante l'*outbreak* del 2012. Nel contempo, la NTB si è divisa in due componenti, il cui contrasto non poteva essere maggiore: la NTB(S), regolare e senza dettagli, si è progressivamente colorata di un arancio intenso; la NTB(N) invece era senza colore, punteggiata di piccole irregolarità, il cui moto retrogrado seguiva la corrente lenta locale (NTC). Questa configurazione si è poi mantenuta fino al termine dell'apparizione (figure 5, 7, 8, 12).

All'inizio del 2017 la NTropZ si è schiarita, la WSZ è tornata chiara e prominente.

L'evoluzione della NTB ha influito sull'adiacente NNTB. Infatti, un lungo settore di questa fascia è sbiadito, e la produzione di

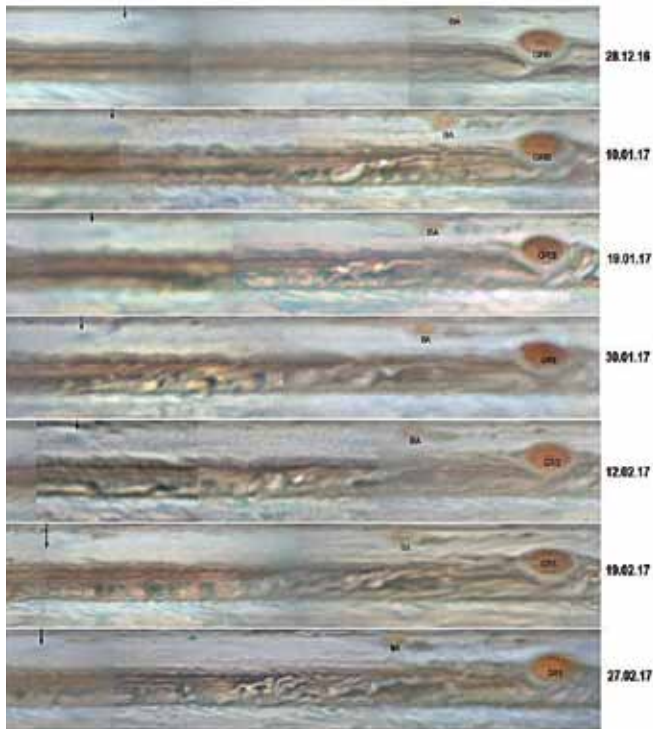


Figura 4. Evoluzione iniziale dell'SEB outbreak (la prima immagine precede di un giorno l'eruzione della macchia sorgente, all'interno di una delle deboli aree chiare); sequenza tratta dalle mappe di MV (immagini di B. Combs, C. Foster, A. Germano, C. Go, T. Horiuchi, T. Kumamori, R. Levesque, B. Macdonald, P. Miles, T. Olivetti, J.J. Poupeau, E.M. Rivera, I. Sharp, T. Tsurumi, A. Yamazaki, S. Yockey). La freccia a sinistra indica l'STB Spectre. Da notare lo scostamento progressivo dell'ovale BA dalla GRS.

macchie scure lungo il *jetstream* progrado NNTBs, a 35°N, è stata momentaneamente rallentata. Poi queste sono riapparse numerose, e da febbraio in poi erano presenti in lunghe file, anche nel settore in cui la fascia era debole o assente (figure 6, 7, 8, 12).

'Outbreak' SEB

Alla fine di dicembre, una seconda grande eruzione di attività ha visto protagonista la SEB. Questa fascia è soggetta, come noto, a cicli di sbiadimento e successivi *Revival*; tuttavia, in questa come in altre occasioni, l'attività si è sviluppata mentre la fascia era normalmente scura, secondo quello che si definisce *mid-SEB outbreak*.

La fascia ospitava in precedenza alcune aree chiare. In una di queste, a breve distanza p. la GRS, il 29 dicembre si è prodotta una macchia brillante (per la rapida salita convettiva di materiale dagli strati atmosferici sottostanti; lo stesso fenomeno che dà inizio a un *Revival*). In breve, il gradiente latitudinale dei venti della SEB ha 'stirato' la macchia in un *rift* diagonale (figura 4).

Da questa sorgente iniziale, quasi stazionaria nel Sistema 2, sono scaturite in successione altre macchie chiare, all'inizio poste a circa 16°-17°S, ma progressivamente in estensione verso nord e verso longitudine decrescente. In breve, questo settore della SEB si è riempito di molti dettagli irregolari.



Figura 5. M. Guidi, S. Pietro Polesine (RO), 8 aprile 2017, TU 23:05, 60 cm Nw., CM1=186°, CM2=277° - Ovale SSTB, preceduto e seguito da settori disturbati della fascia; aree chiare in SEB seguono la GRS; lunghi pennacchi equatoriali si dipartono da complessi scuri sul bordo della NEB; entro questa fascia, che si va espandendo verso nord, rift e ovali; NTB(S) arancio senza dettagli, NTB(N) grigia, irregolare; LRS (senza colore, con bordo scuro) in NNTZ.

Mentre il limite f. della perturbazione rimaneva quasi stazionaria, e in seguito solo lentamente progrado nel Sistema 2, il limite p. si è andato allontanando velocemente, e nel mezzo si formavano una serie di grandi 'celle' chiare, separate da colonne scure disposte nel senso nord-sud, o lievemente diagonali (figura 7, 11, 12). Non è stato facile seguire i singoli dettagli in questo ribollire di attività. Presso il limite f. sono state identificate almeno tre macchie 'sorgenti' fra febbraio e aprile; altre potevano esservi sul lato p.

Nel corso dell'apparizione, macchie analoghe si formavano f. la GRS (figura 5), probabilmente per lo stesso meccanismo (risalita convettiva di materiale dagli strati sottostanti). Per altro, quel settore è quasi sempre attivo. Nel corso del 2017, anch'esso si è dilatato in longitudine; pertanto, con il passare dei mesi, gran parte della SEB è apparsa perturbata. Le grandi celle chiare erano luminose anche nella banda di assorbimento del metano, sia nell'*outbreak*, sia f. la GRS, a testimonianza della quota elevata.

Non vi è stata attività di rilievo invece lungo i bordi della SEB, nel senso che non sono state registrate macchie retrograde veloci lungo il *jetstream* SEBs, né prograde veloci lungo il *jetstream* SEBn. Tuttavia, sono state fotografate alcune increspature effimere sul bordo sud della fascia, treni d'onde su piccola scala, che ne ricordano altri analoghi osservati in anni recenti (figure 2, 8, 11).



Figura 6. M. Cardin, Padova, 9 aprile 2017, TU 22:30, 30 cm Nw., camera DMK21AU618, CM1=323°, CM2=46° - LRS in SPR; ovali SSTB preceduti da debole area chiara disturbata; STB Ghost seguito da macchie scure in STZ; due barge rosicce in SEB, accanto all'outbreak esteso verso longitudine decrescente; pennacchi in EZ; rift in NEB; NTB(S) colorata, NTB(N) irregolare; macchie del jetstream NNTBs, in un settore dove la fascia è assente.



Figura 7. C. Zannelli, Palermo, 14 aprile 2017, TU 23:36, 36 cm SC, camera GS3-U3-32S4M-C, CM1=73°, CM2=118° - Ganimede e la sua ombra in transito; debole ovale in S3TZ; treno compatto di ovali SSTB; STB Spectre al bordo p., seguito da macchie scure in STZ; ampie aree chiare entro l'outbreak SEB; NEB estesa molto attiva, con ovali, rift e barge rosicce; contrasto di colore fra le due componenti della NTB; macchie del jetstream NNTBs, in un settore dove la fascia è quasi assente; ovali in NNTZ e in NPR.

Nelle ultime immagini di questa apparizione (agosto-settembre) si vede una grossa macchia scura in STropZ, adiacente al tratto di SEB che segue la GRS (figura 14): osservazioni dell'apparizione successiva rivelano che stava nascendo una *S. Tropical Disturbance* (una regione in cui il *jetstream* retrogrado viene bloccato e fatto 'ricircolare' in senso progrado nel mezzo della STropZ).

L'interno della SEB è rimasto perturbato fino alla conclusione dell'apparizione (agosto-settembre). A questa attività va aggiunta la presenza di un paio di condensazioni rosicce (*barge*), quasi stazionarie, a latitudine 16°-17°S, seguite nella prima parte dell'apparizione (figura 6), e una terza piuttosto appariscente, sviluppatasi in un secondo tempo nel tratto, sgombro di celle convettive, fra il bordo f. dell'*outbreak* e la GRS. Si trattava in origine di una macchia bianca (figura 13) simile a quella dalla quale è scaturito l'*outbreak*, che si è evoluta in una *barge* marrone, in seguito all'interazione con veli scuri provenienti dall'*outbreak*.

Evoluzione della NEB

Nel 2015-16 la NEB aveva iniziato una delle periodiche espansioni verso nord, la quale, non completa a tutte le longitudini, era terminata prematuramente. La larghezza della fascia era tornata normale.

Nell'ultima parte del 2016, come detto, la WSZ, il grande ovale anticiclonico, era stata offuscata dai veli prodotti durante l'*outbreak* NTB. Nel frattempo, nel mezzo della NEB sono comparsi

rift chiari, manifestazione di rinnovata attività convettiva (figura 3). Questa è proseguita con la formazione di alcune condensazioni scure (*barge*) lungo il bordo nord.

Quando la WSZ si è schiarita, e da stazionaria nel Sistema 2 è tornata ad assumere l'usuale deriva prograd, altri ovali chiari si sono sviluppati alla sua latitudine. Erano accompagnati da strisce di materiale scuro, che si è configurato come una nuova espansione del bordo della NEB verso i 20°N, sia pure in modo non uniforme.

Infine, attorno all'opposizione l'espansione è apparsa completa, con il corredo di ovali e *barge*, e ancora lunghi *rift* al centro della fascia a tutte le longitudini (figure 5, 7, 12, 13). Con l'estate, i *rift* sono andati declinando.

Le immagini nella banda di assorbimento del metano hanno rivelato un'alternanza di regioni più e meno scure entro la fascia, una specie di gigantesca ondulazione (figura 9). Il fenomeno non è nuovo, in quanto già nel 2016, e forse anche l'anno prima, si era vista a tratti, in alcuni settori, un'alternanza di chiaroscuri. Tuttavia, le immagini del 2017 mostrano quest'onda più prominente, diffusa a tutte le longitudini, persistente nel corso dei mesi. Secondo l'interpretazione dei professionisti, poteva trattarsi di variazioni di spessore della foschia che sovrastava la superficie delle nubi visibili, forse onde di tipo termico: lo strato di foschia era più sottile dove l'atmosfera era più calda. Che si trattasse di un fenomeno di alta quota si deduce dal fatto che era percepibile solo nella banda del metano, e che non sembrava correlato con

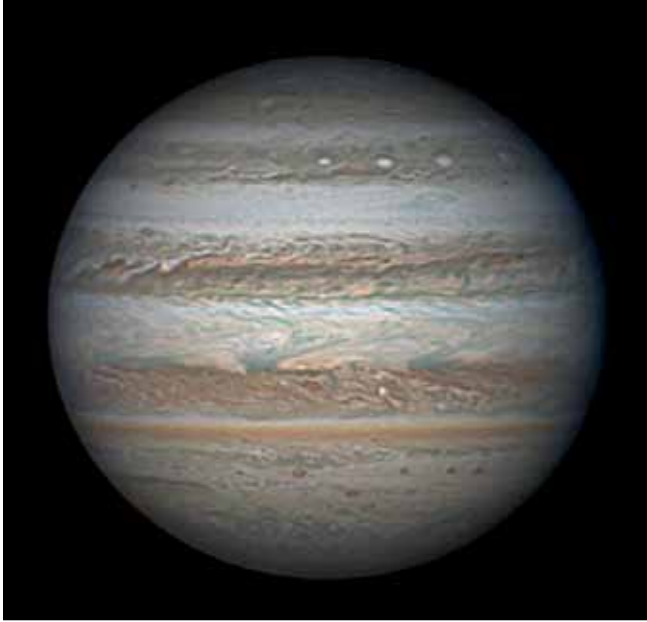


Figura 8. T. Olivetti, Bangkok, 5 maggio 2017, TU 13:44, 41 cm DK, camera PG Blackfly ICX692, CM1=150°, CM2=38° - LRS in SPR; ovali SSTB preceduti e accompagnati da settori di fascia irregolare; STB Spectre; dettagli irregolari al bordo sud della SEB; una macchia brillante in NEB, sorgente di un successivo rift; contrasto fra le due componenti della NTB; una macchia lungo il jetstream NNTBs mostra un centro chiaro; irregolarità ad alta latitudine nord.



Figura 9. L. Morrone, Agerola (NA), 5 maggio 2017, TU 21:16, 28 cm SC, camera ZWO ASI 178M, filtro a banda stretta centrato alla lunghezza d'onda di assorbimento del metano (889 nm), CM1=66°, CM2=311° - Si rivelano onde di intensità lungo la NEB; i dettagli più appariscenti sono la luminosissima GRS e i cappucci polari.

le formazioni atmosferiche del visibile: proiezioni lungo il bordo nord della NEB, rift, aree scure interne, ovali e barge.

GRS, BA e la regione temperata meridionale

La Grande Macchia Rossa era molto intensa e colorata (lunghezza ~ 13°). Nel corso dell'apparizione, ha acquisito un collare scuro, prodotto da materiale del bordo della SEB catturato ai confini del vortice; una parte di esso è andato a costituire frammenti di una effimera e irregolare STropB, che precedeva la GRS (figura 3). Il moto medio di deriva della Macchia verso longitudine crescente è stato ancor più accentuato degli anni scorsi, con deriva DL2 ~ +2°/30d, sovrapposto alla nota oscillazione di 90 giorni.

L'ovale BA è transitato accanto alla GRS all'inizio di novembre 2016, e se ne è poi lentamente allontanato verso longitudine decrescente (figura 3). Colorato di un arancio simile a quello della GRS, ma meno intenso, ad alta risoluzione mostrava il consueto piccolo nucleo chiaro; era circondato da velature, non un collare definito come in altre apparizioni; le dimensioni dell'ovale sono rimaste piuttosto ridotte (lunghezza ~ 6°-7°); il suo moto di deriva progradà è stato caratterizzato da oscillazioni con periodo di 2-3 mesi, e ampiezza di un paio di gradi.

BA era seguito da una congerie di dettagli, fra i quali una barra scura, breve tratto di STB che lo accompagna da alcuni anni, e condensazioni minori in STZ, dotate di deriva retrograda; non lontano vi erano i veli irregolari dell'STB *Ghost*, circolazione

ciclonica in STZ, del tipo di quelle osservate con regolarità negli ultimi anni (figure 6, 10) [4] la quale, avendo una deriva più veloce di BA, le si è avvicinata molto lentamente. Debole e indistinto nelle immagini da Terra, il *Ghost* si estendeva per una ventina di gradi; è transitato accanto alla GRS in marzo-aprile.

In un altro settore si muoveva l'STB *Spectre*, altra velatura che consisteva in una circolazione ciclonica (figura 2, 7, 8). Anch'essa era poco appariscente nelle immagini. *Ghost* e *Spectre*, pur non spettacolari, sono formazioni importanti dell'atmosfera di Giove, perché sono in grado di arrestare il moto progradò delle piccole macchie del *jetstream* lungo il bordo nord della SSTB, e spesso le fanno 'ricircolare' in senso retrogradò al centro della STZ. Della STB non vi era traccia, e questo dominio dinamico manteneva una circolazione anomala a 'celle', limitate dai tre settori strutturati: quello comprendente BA, il *Ghost* e lo *Spectre*.

Non apparivano macchie lungo il *jetstream* progradò STBn. La STropZ era chiara e solcata solo da tratti di STropB, ma un'analisi attenta rivela piccoli dettagli scuri, con moti che seguivano il profilo del vento alle varie latitudini (*Zonal Wind Profile*, ZWP [2]) misurato dalle sonde spaziali: derivate prograde veloci attorno a latitudine ~ 25°-26°S, meno veloci, stazionarie, ed infine retrograde, man mano che ci si avvicinava alla SEB (latitudine ~ 22°-24°S).

Ovali anticiclonici

Si è parlato della GRS, di BA, della WSZ e degli altri ovali anti-

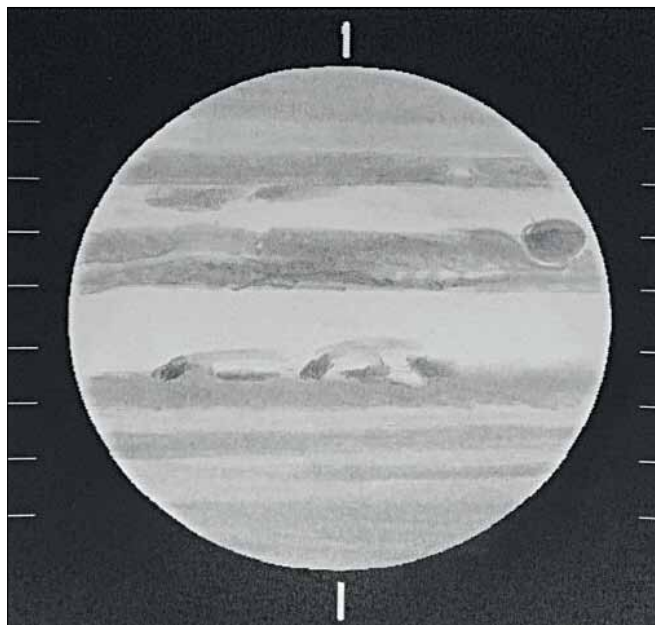


Figura 10. V. Valente, Cinisello Balsamo (MI), 7 maggio 2017, TU 20:18, 24 cm SC, 235X, seeing III Ant., CM1=346°, CM2=216° – I dettagli scuri in STZ sono quello che segue l'ovale BA (l'ovale è invisibile) e l'STB Ghost; da notare i pennacchi equatoriali e la NNTB non omogenea.



Figura 11. R. Sedrani, Pordenone, 16 maggio 2017, TU 22:14, 36 cm SC, filtro IR, camera XLT-ZWO ASI 120 MM, CM1=38°, CM2=199° - Area chiara fra due ovali SSBT; dettagli al bordo sud della SSBT; chiaroscuri e macchie bianche nelle regioni polari.

ciclonici prodotti alla latitudine della WSZ in seguito all'espansione verso nord della NEB. Gli AWOs (*Anticyclonic White Ovals*) sono fra le strutture più appariscenti del pianeta. Il dominio in cui sono più numerosi è la SSTB, dove treni di ovali molto longevi caratterizzano ogni apparizione. Alla fine del 2016 due di questi si sono fusi (un evento raro), e nel 2017 se ne contavano nove, dei quali sei ravvicinati, contenuti in un 'treno' lungo circa 100° (figure 3, 6, 7, 8, 12). La loro deriva era tipica della SSTC, prograda di circa un grado al giorno, con oscillazioni. Intercalate agli ovali sono state osservate strisce chiare, barre scure, e alcune regioni perturbate a livello fine (cosiddette *Folded Filamentary Regions, FFRs*).

Poco a sud degli AWOs SSTB, sono state seguite alcune macchie chiare veloci, lungo il *jetstream* S3Tbn. Andando verso il polo, nella S3TZ vi era un AWO solitario piuttosto debole (figure 7, 12), seguito già da molte apparizioni (latitudine ~ 50°S). Il suo moto è stato assai variabile, oscillando fra momenti di deriva quasi stazionaria, e altri in cui era prograda veloce. Sempre nella S3TZ, si confermava la presenza di un settore di deboli condensazioni in moto retrogrado, veli o strisce, visibili nelle immagini migliori.

Altri AWOs si trovavano entro la SPR (latitudine ~ 60°S), anch'essi con moto oscillante fra deriva prograda e stazionaria. Uno di essi era una Piccola Macchia Rossa (LRS), in realtà solo debolmente colorata (figure 6, 8), le cui origini risalgono probabilmente al secolo scorso [3].

Nell'emisfero nord, altri AWOs seguiti da anni si muovevano nella NNTZ (latitudine ~ 40°N), fra i quali un'altra LRS che vive da decenni, almeno dagli anni '90 [3]. Essa era in realtà piuttosto

debole (figura 5), dello stesso colore scialbo dello sfondo. All'inizio del 2017 si è dotata di un collare grigio, che l'ha resa più evidente, ma che ha perso mesi dopo, tornando alla quasi invisibilità. Tuttavia, essa è rimasta costantemente brillante nella banda di assorbimento del metano, a testimonianza dell'alta quota del tetto di nubi che la ricopre.

Altri tre AWOs sono stati seguiti nella NNTZ, gli stessi presenti l'anno prima. Anch'essi erano visibili nella luce del metano, e due hanno mostrato un debole colore rossiccio. La NNTZ conteneva anche un certo numero di condensazioni scure, che condividevano il moto stazionario o prograda degli AWOs, tuttavia coprendo un intervallo più ampio di velocità di deriva.

Altri ovali anticiclonici sono stati seguiti a latitudine maggiore (figure 7, 11, 12), nelle correnti N3TC (latitudine ~ 45°N), e N4TC (latitudine ~ 49°-54°N), in una regione di scarso contrasto, che è difficile studiare da Terra, dato che appare quasi al bordo di Giove. Questi hanno suscitato interesse di recente per la conferma, attraverso le immagini della sonda Juno, che la struttura a bande e vortici si estende fino ai poli [9]. E' gratificante notare come ovali fino a circa 70°, S e N, siano stati registrati anche in immagini amatoriali, e ne appaia traccia nelle mappe JUPOS.

Attività equatoriale

Nel Sistema 1 (essenzialmente, la EZ e i bordi attigui delle fasce equatoriali), è proseguita la consueta attività, consistente di marcate barre scure al bordo della NEB, da cui si proiettavano pennacchi azzurri entro la Zona, lunghi anche decine di gradi



Figura 12. A. Pace, Malta, 4 giugno 2017, TU 20:41, 36 cm Cas., camera QHY 5III224, CM1=101°, CM2=117° - SPB marcata entro SPR; ovali in questa regione e al suo bordo; ovali SSTB inframezzati da lungo settore chiaro; estese aree chiare in SEB; ovali e rift in NEB; contrasto fra le due componenti della NTB; macchie del jetstream NNTBs in un settore di fascia assente; ovali in NNTZ e a latitudine più alta, nella NPR.



Figura 13. V. Amadori, Soiano del Lago (BS), 10 giugno 2017, TU 19:28, 27 cm Nw., camera Basler ACE61S, CM1=284°, CM2=254° - Aree chiare in SEB precedono la GRS; due ovali, una barge scura e un rift in NEB.

(figure 5, 6, 10). Queste formazioni erano appariscenti soprattutto nell'IR. Mancava una vera EB, anche se i molteplici veli irregolari in alcuni settori producevano l'illusione di una Banda; infatti alcuni osservatori visuali tendevano a riprodurre nei propri disegni una EB continua.

L'analisi dei moti di questo settore è complicato dalla sovrabbondanza di dettagli in rapida evoluzione. Le carte tempo-longitudine riproducono una dozzina di complessi strutturati lungo il bordo della NEB (barre, in genere con uno, a volte due pennacchi, spesso accompagnate da una 'piuma' o area chiara irregolare), che mantenevano una deriva blandamente retrograda rispetto al Sistema 1.

Come detto, lungo il bordo equatoriale della SEB non sono stati registrati dettagli di rilievo, anche se venivano suggeriti rapidi moti progradati di piccole, effimere proiezioni scure.

Impatto di un meteoroido

Il 26 maggio 2017 è stato registrato il 'flash' di un meteoroido nell'atmosfera di Giove. Esso è rimasto impresso su fotogrammi di filmati di un paio di osservatori, S. Pedranghelu (Corsica) e T. Riessler (Germania). Si è acceso nell'area polare nord, ed è durato forse mezzo secondo, meno di altri eventi degli anni scorsi. Non ha lasciato tracce, né immediate, né alle successive rotazioni di Giove. Da rilevare la poca fortuna del nostro Amadori, che quella sera ha iniziato a riprendere Giove appena cinque minuti dopo l'evento, mancando di poco la prima registrazione di un bolide gioviano da parte di un italiano.

Considerazioni finali

Questa è stata la prima apparizione durante la quale la sonda Juno è stata operativa in orbita attorno al pianeta. Essa ha come obiettivi primari lo studio dei fenomeni magnetici e della struttura interna di Giove, ma l'averla comunque provvista di una telecamera (la *JunoCam*) si è rivelato produttivo per alcune notevoli scoperte, con immagini di risoluzione mai raggiunta prima, durante i sorvoli radenti delle nubi atmosferiche, in occasione dei 'perijovi' della sua orbita. Da Terra, tutti hanno potuto interagire con questo progetto, 'votando' attraverso il *web* quali dettagli fotografare ad ogni sorvolo.

Ciò ha avvicinato gli astrofili di tutto il mondo allo studio del pianeta. L'importanza delle nostre osservazioni, dal giardino o dal balcone di casa, è stata evidente: la sonda 'zoomava' ogni due mesi circa su aspetti particolari, ma noi provvedevamo il contesto, nel quale inserire e interpretare le sue foto spettacolari.

Un esempio di questa collaborazione si è avuto all'inizio dell'apparizione, quando è stato seguito l'NTB *outbreak*, mettendo insieme immagini a bassa risoluzione dalla sonda, ottenute lontano dal perijovio, osservazioni IR di un telescopio professionale delle Hawaii, e fotografie carpite al pianeta da astrofili mattinieri, mentre Giove era ancora avvolto nei chiarori dell'alba. Ciascuna informazione è risultata essenziale, e complementare alle altre.

Lo schema si è ripetuto in occasione degli altri fenomeni notevoli che il pianeta ha esibito, come l'*SEB outbreak* e l'espansione verso nord della NEB, così come per seguire l'evoluzione della GRS, delle circolazioni cicloniche sud-temperate *Spectre* e *Ghost*, etc.



	date limite	lat. (8°)	L2(O)	DL2	u (m/s)	note
LRS SPR	Nov-Ago	-60.0/-58.8	31	-35/-6	+7/-1	oscillazione continua
AWOs SPR (3)	Nov-Ago	-60.5/-58.6		-38/+8	+7/-4	brusche variazioni del moto
d.s. SPR	Mar-Mag	-57.3	216	+14	-6	
d.s. SPR e.	Mag	-55.0	296	-10	+1	
AWO S3TZ	Nov-Ago	-51.2/-49.7	220	-58/+1	+16/-3	oscillazione continua
d.s. S3TZ	Mar-Apr	-49.1	329	+9	-6	
d.s. S3TB	Apr	-46.9	63	+4	-4	
w.s.s S3TBn jetstream (13)	Feb-Lug	-44.5/-43.6		-82/-100	-33/-26	
AWOs S3TB (9)	Nov-Ago	-40.9/-40.5		-38/-23	+11/+6	lievi variazioni del moto
w.s. S3TB lenta	Mag-Giu	-38.5	222	-21	+5	
d.s. S3TB	Dic-Feb	-38.3	80	-28	+8	
d.s.s S3TBn jetstream (11)	Feb-Ago	-35.6/-34.5		-98/-43	+36/+14	
ovale BA in STZ	Nov-Ago	-33.1	195	-12	+2	moto leggermente irregolare
d.s. f. BA	Nov-Ago	-31.2	203	-12	+2	
w.s. STZ	Dec-Apr	-33.2-->-34.4	243	-11-->-30	+1-->+9	
d.s. p. STB Ghost	Feb-Mar	-33.7/-33.2	249	-11/+3	+1/-5	oscillante
d.s. f. STB Spectre	Apr	-34.0/-33.2	93	-13/+15	+5/-9	oscillante
d.s.s lente f. STB Ghost (2)	Lug	-33.4/-32.7		+2/+5	-4/-5	
d.s. lenta p. STB Spectre	Giu	-32.7	300	+35	-18	
d.s.s lente f. BA (8)	Feb-Mag	-32.2/-31.4		+15/+37	-10/-19	
altre d.s.s STZ (5)	Feb-Mag	-34.0/-33.0		-18/-2	-2/+4	
d.s. f. STB Ghost	Mar-Apr	-31.2	274	-14	+3	
STB Ghost	Nov-Ago	-29.9	255	-16	+3	
STB Spectre	Nov-Set	-29.6	74	-16	+3	
d.s.s StropZ(S) (6)	Feb-Mar	-25.7/-25.2		-50/-57	+18/+22	
d.s.s StropZ (20)	Nov-Lug	-24.1/-22.1		-50/+41	+19/-22	
w.s. StropZ	Mar-Apr	-22.7	170	+4	-5	
GRS	Nov-Set	-22.4	268	+2	-4	
w.s. SEBs jetstream	Apr	-21.1	164	+94	-46	
d.s.s SEBs jetstream (2)	Apr-Lug	-21.7/-21.4	263	+54/+63	-28/-32	lente
w.s.s SEB (2)	Nov-Dic	-16.3/-16.6		+9/+12	-8/-9	una è precursore della sorgente dell'outbreak
SEB outbreak w. Source-1	Gen-Apr	-15.7-->-14.9	209	+0-->-14	-4-->+3	
SEB outbreak w. Source-2	Gen-Feb	-15.2	200	-30	+10	
SEB outbreak w. Source-3	Feb-Mar	-14.7	172	-16	+4	tendenza a scendere in latitudine
w.s. SEB p.GRS	Nov-Ago	-16.2-->-13.9	233	+5-->-5	-4-->-1	da aprile adiacente a sud a una barge rossiccia
barge rossicce SEB (4)	Nov-Ago	-16.9/-16.0		+11/-14	-9/+3	
Aree chiare SEB outbreak (8)	Feb-Lug	-11.6/-10.0		-94/-135	+41/+60	tendenza a scendere in latitudine
Colonne scure SEB outbreak (5)	Gen-Lug	-12.7/-11.3		-87/-100	+37/+43	tendenza a scendere in latitudine
Aree chiare SEB f. GRS (9)	Feb-Lug	-14.6/-13.2		-24/-65	+7/+27	tendenza a scendere in latitudine
			L1(O)	DL1		
proiez. scure SEBn lente (2)	Apr	-7.2		-45	+127	
proiez. scure SEBn veloci (2)	Apr	-7.4		-91	+149	
Grandi proiezioni/compleksi scuri NEBs (12)	Nov-Ago	~ +7		+1/+13	+105/+99	Dispersione nelle misure; moti variabili
			L2(O)	DL2		
w.s. NEB(S) effimera	Apr	+10.0	182	-166	+75	
w.s.s NEB effimere (2)	Apr	+11.7/+12.0		-102	+44	
w.s.s NEB (3)	Apr-Giu	+12.6/+14.0		-44/-78	+17/+33	accelerazione progressiva della deriva
d.s.s NEB(N) (6)	Feb-Ago	+14.7/+15.9		-16/+7	+4/-7	
WSZ	Dic-Ago	+19.0-->+18.6	114	-21-->-7	+6-->+0	decelerazione in maggio
altri AWOs NEBn (7)	Gen-Ago	+17.6/+19.4		+14/-52	-10/+20	
w.s. NTBs	Apr	+28.1	340	-58	+22	
p./f. e. strisce scure NTB (6)	Mar-Ago	+29.4/+31.4		+5/+28	-5/-15	
w.s.s NTB (2)	Apr-Ago	+28.0/+29.7		+6/+20	-6/-12	
d.s.s NTB (14)	Gen-Lug	+30.2/+32.0		+32/+12	-17/-8	
w.s. NTZ	Dic-Ago	+32.0/+32.9	149	+20/-27	-12/+8	ampie oscillazioni della deriva
d.s.s NNTBs jetstream (38)	Dic-Ago	+34.2/+36.3		+74/+108	+27/+40	alcune variazioni di moto
p./f. e. strisce scure NNTB (3)	Dic-Ago	+36.6/+37.1		+4/-5	-5/-1	
NNTZ LRS-1	Gen-Mag	+40.4	267	-1-->-6	-3-->-1	
altri AWOs NNTZ (3)	Nov-Lug	+40.1/+41.2		+10/-17	-7/+3	
d.s.s NNTZ (7)	Dic-Lug	+39.6/+41.3		+19/-31	-10/+9	moti variabili
d.s.s N3 domain (7)	Dic-Lug	+43.7/+45.8		-15/-21	~ +4	
w.s.s N3 domain (8)	Dic-Ago	+44.9/+45.7		-12/-28	~ +4	Alcuni moti variabili
d.s N4TBs jetstream	Mag	+46.5	285	-48	+14	
d.s. N4 domain	Mag	+51.2	229	+9	-5	
w.s.s N4 domain (10)	Dic-Ago	+49.0/+54.1		+11/-45	-6/+11	Alcuni moti variabili od oscillanti
w.s.N5 domain	Dic-Lug	+61.1/+62.0	122	+2/-25	-2/+4	oscillante

Tabella 3. Moto delle principali macchie atmosferiche



Figura 14. R. Mancini, Cerreto Guidi (FI), 17 agosto 2017, TU 18:39, 25 cm Nw., filtro IR, camera ASI 120 mm, CM1=180°, CM2=352° - A fine apparizione, grosso dettaglio scuro in STropZ, primo stadio della formazione di una STropD; SEB ancora attiva; marcati dettagli equatoriali; corto settore scuro di NNTB.

Fa piacere che in questa apparizione gli italiani abbiamo contribuito un certo numero di immagini nella banda di assorbimento del metano (889 nm), particolarmente utili in coincidenza con lo sviluppo di onde atmosferiche entro la NEB, visibili solo a questa lunghezza d'onda.

Bibliografia

- [1] Rogers J.H.: The giant planet Jupiter, Cambridge Univ. Press, 1995, pagg. 42-50
- [2] Porco C.C. et al.: Cassini Imaging of Jupiter's Atmosphere, Satellites and Rings, *Science*, 299, 1541-1547, 2003
- [3] Rogers J.H., Adamoli G., Mettig H.-J.: Jupiter's high-latitude storms: A Little Red Spot tracked through a jovian year, *Journal of the BAA*, 121, 1, 19-29, 2011
- [4] Rogers J. H., Adamoli G., Hahn G., Jacquesson M., Vedovato M., Mettig H.-J.: Long-term monitoring of Jupiter's South Temperate domain: Oval BA and the cyclic development of structured sectors, European Planetary Science Congress *Abstr.*, 8, EPSC2013-385, 2013
- [5] Adamoli G.: Giove: la macchia "Z" di Rogers, *Astronomia*, 1, 32-35, 2010
- [6] Adamoli G., Vedovato M., Giove 2013-2014: rapporto osservativo, *Astronomia*, 1, 18-27, 2015
- [7] Adamoli G., Vedovato M.: Giove 2014-2015: rapporto osservativo, *Astronomia*, 1, 16-28, 2016
- [8] Rogers J.H.: Jupiter and the Juno mission: the latest developments, *Journal of the BAA*, 126, 6, 333-334, 2016
- [9] Rogers J.H.: NASA's Juno provides spectacular views of Jupiter, *Journal of the BAA*, 127, 4, 193, 2017
- [10] Adamoli G., Vedovato M.: Giove 2015-2016: rapporto osservativo, *Astronomia*, 2, 22-33, 2018
- [11] Mettig H.-J.: JUPOS - Database for Object Positions on Jupiter (aggiornato al 4 febbraio 2018), <http://www.jupos.privat.t-online.de/index.htm>
- [12] Rogers J.H.: Jupiter in 2016-17 (aggiornato al 4 febbraio 2018), <http://www.britastro.org/node/8103>
- [13] Vedovato M.: Jupiter planisphere archive from CCD images (aggiornato al 4 febbraio 2018), http://pianeti.uai.it/index.php/Giove_Mappe
- [14] Adamoli G.: Giove: Correnti e jetstream (aggiornato al 4 febbraio 2018), http://pianeti.uai.it/index.php/Giove_Correnti_e_jetstream

Legenda alla tabella 3

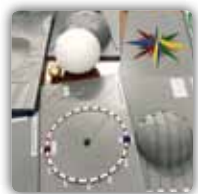
In parentesi il numero di macchie
 β " = latitudine zenografica
 L1,2(0) = longitudine ad opposizione (7.4.2017) nel sist. 1,2
 DL1,2 = deriva/30d in longitudine rispetto al sist. 1,2
 u = velocità lineare risp. al sist. 3 (in m/sec)

(sigle e riferimenti secondo J.H. Rogers)

d./w.s. = macchia scura/chiaro
 p./f.e. = bordo prec./seg.
 AWO = ovale chiaro anticiclonico
 domain = dominio dinamico (intervallo di lat.)
 barge = condensazione ciclonica
 GRS = Grande Macchia Rossa
 LRS = Piccola Macchia Rossa
 'Ghost' = formazione STZ a basso contrasto
 'Spectre' = formazione STZ a basso contrasto
 WSZ = macchia bianca Z (NEBn)
 BA = ovale rossiccio STZ
 source = macchia 'sorgente' (dell'outbreak)

L'Astronomia nelle mie mani

Un nuovo organico "sistema didattico" per traghettare ciechi e ipovedenti dall'esclusione all'inclusione



Eugenio Presti

eugenio@presti.it

Associazione Livornese Scienze
Astronomiche (A.L.S.A.)

Introduzione

C'erano due mondi fra loro tradizionalmente separati e lontani: la cecità e la conoscenza astronomica; c'era la convinzione comune che per un cieco fosse praticamente impossibile capire l'astronomia. Adesso è stato costruito un ponte che li mette in comunicazione, consentendo anche a ciechi e ipovedenti di comprendere i meccanismi astronomici che governano la nostra vita e l'universo che ci circonda.

ALSA ha ideato e realizzato una corposa serie di supporti tattili stampati in 3D appositamente concepiti per i ciechi che con le loro mani sono in grado di "vedere" ciò che i vedenti vedono in qualsiasi pagina di un libro; un nuovo strumento didattico. Con questo "ponte culturale" adesso l'esclusione viene sostituita dall'inclusione. Anche per gli studenti vedenti sono un ulteriore supporto allo studio, perché li aiuta a "vedere con gli occhi di chi non vede". Tutti gli strumenti realizzati rappresentano un patrimonio culturale permanente messo gratuitamente a disposizione degli astrofili e di tutta la comunità nazionale di ciechi e ipovedenti.

Si è svolto a Livorno, grazie all'associazione A.L.S.A. (Associazione Livornese Scienze Astronomiche), il primo corso di astronomia rivolto a persone cieche ed ipovedenti, e a tale scopo sono stati pensati, ideati e realizzati una serie di dispositivi tattili utili per far avvicinare ciechi e ipovedenti all'astronomia, materia dalla quale questi cittadini, di qualsiasi età, sono tradizionalmente esclusi. Il progetto ha visto la collaborazione della UICLI (Unione Italiana Ciechi della provincia di Livorno) e il contributo attivo della "Fondazione Livorno" che ha erogato un budget di 3000 euro per coprire le spese relative ai materiali prodotti. Per la sua completa realizzazione il progetto, grazie all'alternanza scuola lavoro, ha coinvolto anche due istituti scolastici della città.

Dopo 18 mesi di intenso e appassionato lavoro, sotto la supervisione del consigliere responsabile del progetto, sono stati presentati i risultati ottenuti dall'esperienza condotta. Il progetto ha di fatto avvicinato, in modo innovativo ed inedito, il mondo dei ciechi con quello dell'astronomia grazie alla realizzazione di una corposa serie di supporti tattili stampati in 3D appositamente concepiti per i ciechi che con le loro mani sono in grado

di "vedere" ciò che i vedenti vedono in qualsiasi pagina di un libro; un nuovo strumento didattico unico a livello nazionale.

Absolutamente inimmaginabili le possibilità che si aprono per l'accesso a questo tipo di cultura scientifica per gli studenti ciechi o ipovedenti. Grazie a questo "ponte culturale" viene azzerata l'esclusione che viene sostituita dall'inclusione, non solo sul piano teorico ma anche su quello pratico in quanto i supporti sono stati concepiti affinché le persone cieche potessero fruire in pieno delle spiegazioni degli astrofili e comprendere la materia. Anche per gli studenti vedenti e per gli insegnanti si aprono interessanti prospettive in quanto gli strumenti realizzati rappresentano un ulteriore supporto allo studio, perché li aiuta a "vedere con gli occhi di chi non vede".

Il primo corso ha coinvolto 8 persone non vedenti che hanno partecipato ad un ciclo di sei incontri di due ore a cadenza settimanale. I diretti interessati si sono mostrati interessati agli argomenti e affascinati da un mondo che fino ad ora hanno solo potuto soggettivamente immaginare senza mai poterne comprendere gli oggettivi meccanismi di funzionamento.



Entrando nel merito sono stati prodotti numerosi supporti didattici “tattili” utili per rendere visibili con le mani ai ciechi gli schemi ed i fenomeni meccanici e dinamici come i normodotati li vedono sullo schermo o sulla pagina di un libro. Questi supporti (figura 1), delle dimensioni 42 x 24 centimetri, consistono in 30 tavole stampate nel moderno formato in 3D che i ciechi vedono con i polpastrelli e il contenuto delle tavole è stato dettagliatamente spiegato nel corso delle presentazioni. Per la completa ultimazione delle tavole è stato coinvolto il Liceo Statale “Francesco Cecioni” di Livorno, i cui studenti ad indirizzo artistico hanno provveduto a colorare le parti più significative delle tavole alla presenza di astrofili dell’associazione ALSA che ne hanno contestualmente spiegato il significato astronomico. Questo materiale si rivelerà utilissimo in futuro anche per le altre attività divulgative che ALSA svolge sul territorio a beneficio della cittadinanza.

A causa della loro complessità alcuni altri supporti tattili sono stati realizzati in modo artigianale poiché prevedono elementi in movimento reciproco. Un esempio significativo di tale tipo di supporto è la Meridiana Analemmatica computerizzata, appositamente realizzata per consentire lo svolgimento delle impostazioni preliminari in totale autonomia da parte dei non vedenti. Per la sua realizzazione è stata richiesta ed ottenuta la collaborazione dell’Istituto Tecnico Industriale Galilei di Livorno (attraverso l’alternanza scuola-lavoro), i cui insegnanti hanno valutato interessante il progetto ed hanno aderito mettendo al lavoro alcuni studenti per la costruzione di un dispositivo munito di sensori unitamente alla scrittura di uno specifico software per la gestione dello strumento.

Durante la fase progettuale è stata sviluppata un’altra idea per la realizzazione, con lo stesso metodo di stampa 3D, degli stadi del missile SA-TURN V (di un’ altezza complessiva di 120 cm) e, in dimensione maggiore, delle parti utili per lo sbarco sulla Luna e per il ritorno e rientro a terra. Questo secondo gruppo di stampe 3D consente a ciechi e ipovedenti di rendersi concretamente conto delle tecniche e delle metodologie utilizzate per realizzare nel 1969 l’impresa tecnologica più importante del secolo scorso.

La qualità di tutto il progetto è stata personalmente verificata ed approvata dal Dott. Andrea Alimenti, esperto di tecniche tiflodidattiche, inviato come esperto della U.A.I. Grazie al progetto “Le Stelle per Tutti”, realizzato dall’U.A.I. nel 2017, in



Figura 1. Alcune delle tavolette in rilievo stampate in 3D grazie alle quali è stato possibile spiegare anche complessi fenomeni astronomici ai partecipanti del corso con disabilità visiva.

Italia sta nascendo una ricca rete di appassionati astrofili e associazioni sempre più sensibili al problema dell’inclusione sociale anche in ambito scientifico e in particolare astronomico. Si parla infatti di divulgazione inclusiva. I risultati ottenuti in questi anni e i progetti futuri sono presentati nel nuovo portale “Le Stelle per Tutti” accessibile dal sito U.A.I. Si sta lavorando per popolare di contenuti questo sito ma è già possibile trovare diverso materiale utile anche per altri astrofili che vogliono iniziare a dedicarsi a queste attività: da dove iniziare, cosa fare, come realizzare strumenti per ciechi o rendere i telescopi accessibili a disabili motori in carrozzina sono solo alcune delle domande a cui tale sito cerca di dar risposta.

La componente sociale del progetto, la trasversalità dello stesso, il coinvolgimento delle scuole e della cittadinanza alla partecipazione, e la diffusione dei risultati ottenuti sono i presupposti su cui A.L.S.A. si sta muovendo per dare seguito al progetto. I propositi e le volontà ci sono tutte per far sì che quanto già realizzato diventi il primo passo di un lungo e innovativo percorso rivolto ai portatori di handicap e non solo; nel prossimo futuro saranno infatti realizzati ulteriori supporti che si aggiungeranno a quelli già esistenti per poter ampliare l’offerta formativa e avvicinare alla materia astronomica un numero sempre maggiore di persone, e anche chi, per dei limiti fisici ma non cognitivi, non ha mai potuto approfondire l’argomento.

Figura 2. Momento introduttivo del corso. A destra, impegnato nella spiegazione, Eugenio Presti organizzatore del corso di astronomia per ciechi ed ipovedenti.



Spettro del transiente TCP

J18292290-1430460 (Nova Sct 2018)

Il transiente è stato scoperto da Yukio Sakurai il 29 giugno 2018 alle coordinate AR: 18 29 22.93, DEC: -14 30 44.2. (Fig.1) ed è poi stato classificato come Nova Sct 2018.

Le sere del 30 giugno e del 1 luglio 2018 Lorenzo Franco (sezione variabili UAI) ha osservato da Roma lo spettro della Nova con un telescopio da 20cm ed uno spettroscopio Alpy600.

Le novae sono degli oggetti molto peculiari ed il loro comportamento può considerarsi unico. La dinamica e la fenomenologia delle emissioni spettrali caratterizzano i processi fisici che avvengono su questi astri e ne rendono possibile lo studio.

Il primo spettro acquisito il 30 giugno (Fig. 2) è caratterizzato da un continuo crescente verso il rosso (arrossamento interstellare) in cui prevalgono le righe di assorbimento con qualche riga di emissione. La riga H α in particolare mostra un evidente profilo P

Cygni prodotto dal guscio che si sta espandendo dopo l'esplosione. Misurando la differenza in Angstrom tra la componente di assorbimento e quella di emissione della riga otteniamo una velocità di espansione di circa -850 km/s.

Il secondo spettro acquisito il 1 luglio mostra dei notevoli cambiamenti rispetto al giorno precedente. La riga H α mostra un evidente incremento di intensità ed un profilo P Cygni appena pronunciato. Incredibile come a distanza di un solo giorno la Nova abbia mostrato tutte queste variazioni che di solito si apprezzano a distanza di settimane.

Gli spettri acquisiti sono stati inviati al database ARAS a messi a disposizione dei professionisti per i loro studi. È importante continuare a monitorare la Nova con osservazioni fotometriche e spettroscopiche.

Lorenzo Franco

(lor_franco@libero.it)

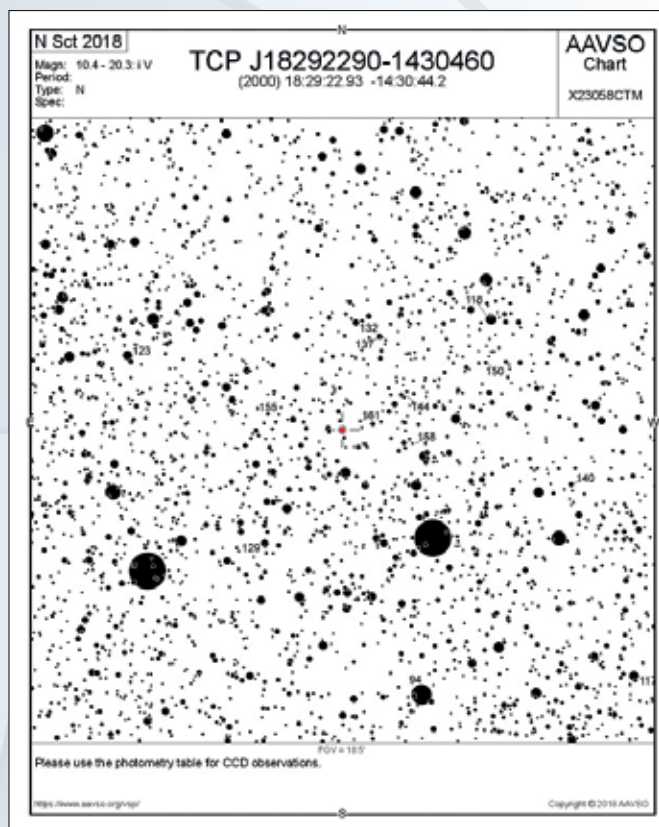


Figura 1. Cartina AAVSO del transiente TCP J18292290-1430460

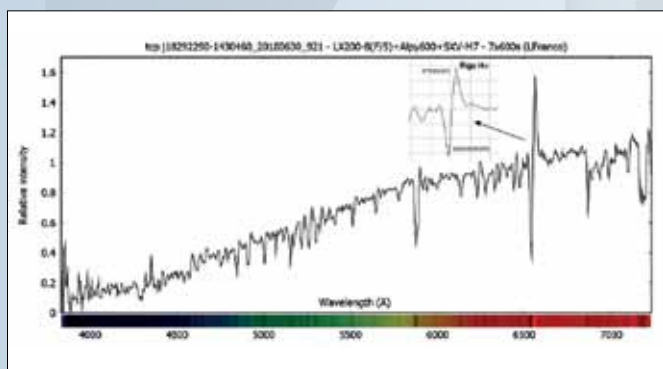


Figura 2. Spettro della Nova Sct 2018 acquisito il 30 giugno con 7 pose da 600 secondi

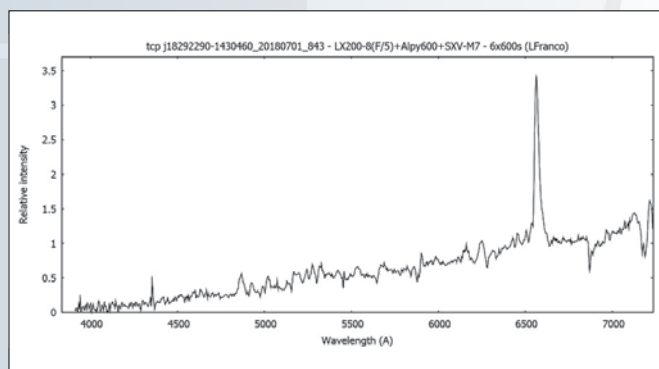


Figura 3. Spettro della Nova Sct 2018 acquisito l'1 luglio con 6 pose da 600 secondi

Le novae sono originate dalle Variabili Cataclismiche (sistemi binari interagenti molto stretti, composti da una nana bianca e da una nana di sequenza principale da cui fuoriesce l'idrogeno che cade sulla nana bianca).

L'idrogeno si deposita e si accumula sulla nana bianca e, in condizioni di pressione e temperatura adeguate, va soggetto all'innescio di forti esplosioni nucleari che producono il rapido aumento di luminosità del sistema.

Rientro del razzo vettore della Soyuz MS-08

25 marzo 2018

Alle 01h24m UTC del 25 marzo la stazione radio sita in Planetario a Venezia è riuscita a registrare il rientro in atmosfera di uno stadio (2018-026B) del razzo vettore partito dal Kazakistan quattro giorni prima per portare in orbita la navicella Soyuz MS-08 diretta, con a bordo alcuni astronauti, verso la Stazione Spaziale Internazionale (ISS).

Le previsioni del rientro del detrito spaziale erano date dal Joint Space Operations Center (JSpOC) per le 01h36m UTC \pm 1m (03h25m ora italiana) proprio in prossimità del nostro paese, nel mar Ligure poco a ovest della Corsica all'incirca a 41.9°N di latitudine e 8.1°E di longitudine.

Durante il rientro il grosso oggetto metallico, impattando con l'atmosfera, ha ionizzato fortemente gli strati atmosferici in quota, producendo per tutti i testimoni delle regioni circostanti un notevole spettacolo. Risulta comunque che l'evento sia stato seguito da quasi tutte le zone costiere del centro Mediterraneo. In Italia è stato bene osservato ovviamente dalla Sardegna, ma anche da tutti i territori tirrenici fino alle latitudini più meridionali (es: Lazio, Campania, Calabria e Sicilia). Molti i filmati e le

immagini fotografiche che hanno immortalato il passaggio del detrito spaziale. In [1] è uno dei filmati più significativi ripreso da Vallo di Diano in Campania (Fonte: www.ondanews.it).

Nella mappa è riportata la proiezione al suolo del percorso atmosferico da nord-ovest verso sud-est del detrito così come risultante dalle previsioni in base dagli ultimi elementi orbitali calcolati. A ovest della Corsica è pure indicato il punto previsto del rientro.

La stazione radio di Venezia sita in Planetario è orientata in direzione del radar Graves (Francia centrale) in modo da ricevere gli impulsi radio trasmessi da questo nel caso di eventi meteorici. Il segnale radio nel caso di meteore, ma anche di qualsiasi altro oggetto in movimento, viene riflesso verso il suolo dalle zone di atmosfera fintanto che queste permangono ionizzate, e di conseguenza gli impulsi trasmessi possono venire captati senza difficoltà.

Nonostante la considerevole distanza di Venezia dall'area del rientro (oltre 550 km), gli echi radio sono stati registrati in sequenza dall'apparecchio ricevitore della stazione radio del Planetario (uno Yaesu FT-713), e da questi tramite un demodulatore (USB) è stato istantaneamente generato un segnale audio con una frequenza più o meno shiftata in base all'effetto Doppler. L'audio dell'oggetto in rientro può essere ascoltato cliccando qui: http://www.astrovenezia.net/radio_meteore/2018/20180325_0124_soyuz_reentry_aav.mp4

Il relitto spaziale, ormai sotto ai 90 km di altezza, sorvolando il mar Ligure a una velocità probabilmente intorno agli 8 km/s,



Figura 1. Proiezione al suolo del percorso atmosferico previsto nella zona del rientro.

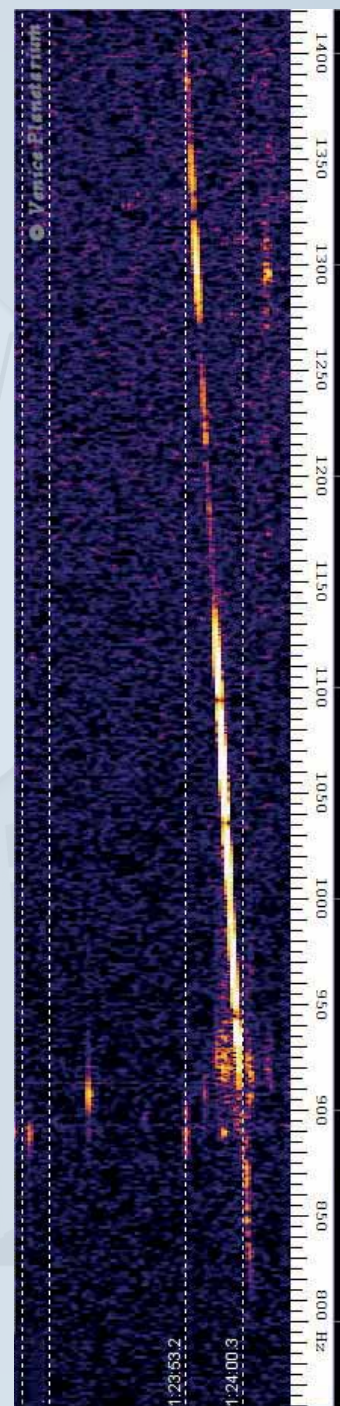


Figura 2. Spettrogramma dell'evento in funzione del tempo e della frequenza radio.

ha cominciato per l'alta temperatura e attrito a fondersi e a dissolversi.

La seconda immagine mostra lo spettrogramma dell'evento in funzione del tempo (ora di Greenwich) e della frequenza radio, come generato dal software di analisi Spectrum_Lab. L'intensità della riflessione è mostrata da falsi colori, dal blu (bassa intensità) al rosso-giallo (alta intensità).

Dalla ricezione risulta che la finestra in cui il segnale radio è stato percepito a Venezia va dalle 01h23m52.5s UTC nella frequenza 1431.363 Hz fino alle 01h24m02.0s

nella frequenza 805.487 Hz, e che pochi istanti prima delle 01h24m00s l'oggetto ha iniziato ad allontanarsi dalla stazione ricevente. Considerando le variazioni della frequenza dovute all'effetto Doppler registrate si deduce che l'oggetto in quegli ultimi frangenti stava drasticamente decelerando di circa 1.3 km/s.

Si può supporre pertanto che abbia proseguito la sua corsa oltre il punto previsto dal JSpOC a ovest della Corsica e che, se qualche detrito metallico sopravvissuto è caduto, ciò sia avvenuto nel mar Tirreno,

se non oltre. A comprova di ciò potrebbero essere le molteplici testimonianze visuali dalla Toscana in giù che l'oggetto si sarebbe diviso in numerose scie, simili a meteore, di varia persistenza.

Enrico Stomeo

IMG-UAI Sezione Meteore, Planetario di Venezia
stom@iol.it

RIFERIMENTI

- [1] <http://www.ondanews.it/strana-scia-luminosa-avvistata-nel-cielo-del-vallo-diano-si-pensa-alla-stazione-cinese-tingong-1/>

UAI-SSV&SPE: KPS-1b, un pianeta extrasolare scoperto con attrezzatura amatoriale

Le UAI SSV e SPE (Sezione Stelle Variabili e Sezione Pianeti Extrasolari) ci hanno ormai abituato a scoperte di nuove stelle variabili, studi di pianeti extrasolari e alla pubblicazione di importanti contributi con collaborazioni internazionali. Ma è sempre notevole poter notare come in tempi di telescopi spaziali sempre più potenti si riesca in qualcosa di così affascinante come scoprire "nuovi mondi" con una strumentazione amatoriale. In questo caso, un telescopio da 30 cm di diametro usato da un cielo cittadino.

Il nuovo pianeta extrasolare ha assunto la designazione ufficiale di KPS-1b, dal nome della collaborazione internazionale che lo ha scoperto e che ha visti coinvolti osservatori e astronomi in Belgio, USA, Russia, Regno Unito, Francia, Olanda, Portogallo, Turchia, Lituania, Canada e, appunto, l'Italia, grazie a Alessandro Marchini, membro della UAI SSV, che ha utilizzato il telescopio dell'Osservatorio Astronomico dell'Università di Siena, da lui diretto.

Il pianeta extrasolare scoperto è poco più grande di Giove (1.03 raggi gioviani), poco più massiccio (1.09 masse gioviane) e orbita vicinissimo a una nana arancione, una stella poco più piccola del nostro Sole (0.91 raggi solari), poco meno massiccia (0.89 masse solari), poco più fredda (5200 kelvin, di tipo

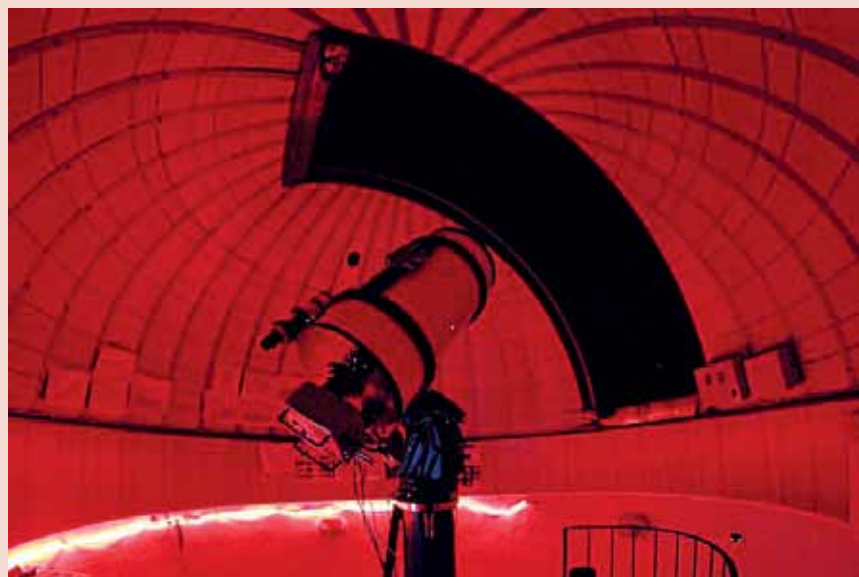


Figura 1. Il telescopio da 30 cm utilizzato da Marchini per la ricerca del pianeta extrasolare.

spettroale K1) e distante circa 684 anni luce da noi.

Le osservazioni effettuate a Siena, risalenti al 2015-2016, hanno contribuito a determinare i parametri ricavabili dall'analisi della luminosità della stella durante il transito del suo pianeta: la dimensione del pianeta, il suo periodo orbitale, di 1.7 giorni e la distanza del pianeta dalla stella madre, pari a 0.03 Unità Astronomiche (circa 4 mi-

lioni di km). Si tratta quindi di un pianeta gigantesco e incandescente il cui anno ha una durata di appena 41 ore.

Qui il link al preprint dell'articolo recentemente pubblicato sulla rivista Publications of the Astronomical Society of Pacific (PASP): <https://arxiv.org/abs/1804.05551>

Alessandro Marchini

Osservatorio Astronomico Università di Siena
Sezione Pianeti Extrasolari UAI

Hera Luce Illuminiamo il futuro della tua città rispettando la volta celeste

Fra i principali operatori nazionali nel settore della pubblica illuminazione, con 300.000 punti luce gestiti e 60 comuni serviti siamo il partner ideale per amministrazioni grandi e piccole. Presenti sul mercato da vent'anni, grazie all'esperienza maturata nell'illuminazione pubblica e artistica, negli impianti semaforici e in quelli per

la sicurezza, abbiamo ottenuto le più autorevoli certificazioni di qualità. Con un approccio capace di coniugare sicurezza e sostenibilità, attenti a ridurre l'impatto ambientale, assicuriamo ai clienti progetti personalizzati nel rispetto delle normative, per valorizzare il territorio e diffondere la cultura della luce.

Per informazioni:

Hera Luce S.r.l. via Due Martiri 2 - 47030 San Mauro Pascoli (FC)
tel. +39 0541.908911 fax +39 0541.931514
www.heraluce.it



ACCORDO UAI - IDA Italian Section - HERA Luce SULLA RIDUZIONE DEI COSTI DI GESTIONE E MANUTENZIONE, CONSUMI ENERGETICI E DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO NEI SISTEMI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA ITALIANI



Meeting Profondo Cielo UAI

8-9 aprile 2017, Biblioteca "P. Maffei", Foligno

SABATO 8 APRILE 2017

- 14:30 Apertura Segreteria
 15:00 Apertura dei lavori e saluto delle autorità presenti
 15:30-16:00 Introduzione al Meeting Profondo Cielo, Giorgio Bianciardi, Vice-Presidente UAI
16:00
SESSIONE RICERCA E OSSERVAZIONI DEL PROFONDO CIELO
Moderatore: Prof. Massimo Della Valle
(Temi: GSD, ricerca SN, osservazioni visuali)
16:00-16:45
Conferenza invitata di Massimo Della Valle
 Direttore Osservatorio Astronomico INAF di Capodimonte (NA)
 16:45-17:25 La ricerca di supernovae extragalattiche: l'esperienza del Montarrenti Observatory Supernovae Search.
Simone Leonini,
 Montarrenti Observatory Supernovae Search
 17:25-17:35 Coffee break
17:35-18:15
Conferenza invitata: "Il cielo extragalattico dopo otto anni di osservazioni di Fermi"
 Prof. **Gino Tosti**, Università di Perugia
 18:15-18:55 Costruzione di un Dobson
Marco Guidi
 18:55-19:25 **I telescopi remoti ASTRA e il telescopio remoto UAI, una risorsa per il "profondo cielo"**
Giorgio Bianciardi, Vice-Presidente UAI
 20:30 Cena di gruppo

DOMENICA 9 APRILE 2017

- 09:00 Apertura Segreteria
09:30
SESSIONE ASTROFOTOGRAFIA
Moderatore: Dr. Gianluca Li Causi
 (Temi: fotografia astronomica, strumenti e tecniche di ripresa e di elaborazione)
09:30-10:15
Conferenza invitata: "L'elaborazione della panoramica infrarossa del Piano Galattico del satellite Herschel"
 Dr. **Gianluca Li Causi**, Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali - INAF Roma
Da CCD a CMOS, evoluzione e futuro del mondo della ripresa astrofotografica.
Matteo Collina
Trasformare l'invisibile in meraviglia
Riccardo De Benedictis
 Coffee break
 10:15-10:45 Tecniche, potenzialità e prospettive della fotografia astronomica
Daniele Gasparri
 10:45-11:15 Tavola rotonda sulla costituenda Sezione Profondo Cielo UAI
 11:15-11:30 Conclusioni e chiusura dei lavori
 11:30-12:15
 12:15-13:00
 13:00



La ricerca di supernovae extragalattiche: l'esperienza del Montarrenti *Observatory* *Supernovae Search*

Simone Leonini • Unione Astrofili Senesi - Italian Supernovae Search Project • s.leonini@iol.it

L'osservatorio Astronomico di Montarrenti (codice IAU C88) sorge nell'omonimo borgo di origine medievale, di proprietà dell'Amministrazione Provinciale di Siena. Situato tra le colline della "Montagnola Senese", gode ancora di un buon cielo (Mag. Limite 6.3, rilevazione *Sky Quality Meter*) protetto dalle luci inquinanti dalla L.R. 35/2005.

Lo strumento principale in dotazione all'osservatorio è un telescopio *Ritchey-Chretien* da 0.53 m di diametro, *f/8.7*, dotato di montatura equatoriale a forcella ed equipaggiato di CCD retroilluminato *Apogee Alta U47*.

La struttura, gestita dai volontari dall'Unione Astrofili Senesi, si occupa di divulgazione per il pubblico, ausilio didattico per scuole di ogni ordine e grado oltre che dell'osservazione di eventi transienti con particolare riferimento alla ricerca di supernovae extragalattiche.

Il progetto del *Montarrenti Observatory Supernovae Search (MOSS)* nasce, quasi per caso, alla fine dell'estate 2008, al termine di una serata dedicata ad attività di manutenzione del CCD. Per verificarne il corretto funzionamento, era necessario riprendere in modo continuativo una serie di immagini e la scelta cadde su alcune galassie estratte da una lista utilizzata per la ricerca di supernovae.

Le attività di sorveglianza della volta celeste alla ricerca di nuovi eventi esplosivi ci appassionò a tal punto che presto divenne il progetto principale di ricerca dell'osservatorio. La possibilità di dare un piccolo contributo alla ricerca astronomica e la speranza di poter essere travolti dal fascino e dall'emozione che può suscitare la paternità di una nuova scoperta, sono stimoli che nonostante le quotidiane difficoltà ci consentono di proseguire ancor oggi l'avventura.

In passato, le riprese elettroniche venivano condotte direttamente dall'osservatorio.



Figura 1. Supernova SN 2010ko in NGC 1954

Ogni notte serena ci recavamo a Montarrenti per fotografare le "nostre" galassie candidate opportunamente selezionate per poi rientrare a casa nel cuore della notte, felici ma sfiniti, per un breve riposo prima degli impegni lavorativi dell'indomani.

Poi, fortunatamente, lo sviluppo in proprio di un programma di automazione che consentiva di gestire in autonomia i movimenti ed il puntamento del telescopio, l'inizio delle sessioni, la scelta dei target da riprendere e la raccolta delle immagini, cambiò radicalmente il modo di effettuare le osservazioni. Finalmente era possibile scandagliare il cielo dal tramonto all'alba, senza soluzione di continuità.

Un ulteriore passo in avanti in tal senso fu l'installazione della linea internet satellitare, grazie alla quale siamo stati in grado di remotizzare le operazioni di apertura/chiusura tetto, avvio dello script di automazione e condivisione delle immagini tramite *cloud* per l'immediata analisi.

Questa nuova opportunità però ci poneva di fronte a nuovi problemi. La quantità di galassie riprese era tale da non essere più in grado di controllare in tempo utile le immagini

alla ricerca di una "nuova" stella.

Era sempre più indispensabile riuscire ad avere un ausilio automatico per i controlli. Anche in questo caso, grazie agli sforzi dei membri del *team MOSS*, siamo riusciti a sviluppare una *routine* che consente di allineare e confrontare le sorgenti estratte dalle immagini della *survey* con quelle di riferimento selezionate dal nostro archivio. In caso di individuazione di un nuovo punto, viene segnalato all'operatore per una successiva approfondita analisi del candidato.

Adesso l'efficienza del sistema consente di concentrare gli sforzi dei controllori solo sulle segnalazioni positive, che rappresentano circa un 16% del totale dei *target* ripresi.

Sino ad oggi, siamo riusciti a scoprire 20 supernovae ufficiali oltre ad effettuare diverse, sfortunate, *pre-discovery*. Anche se in questo caso non viene riconosciuta la paternità della scoperta, alcune di queste precoci osservazioni sono ugualmente utili per gli astronomi e di sicura soddisfazione per il gruppo, tanto da consentirci di essere protagonisti di importanti pubblicazioni su prestigiose riviste professionali.

Come spesso si dice, l'ultima è sempre la scoperta più bella ma ci sono alcune senz'altro più significative di altre.

SN2010dy in PGC1174551 la supernova più lontana da noi scoperta, con i suoi 560 milioni di a.l. di distanza.

SN2010ko in NGC1954, classificata di tipo *la sublumina*, la cui peculiarità è stata studiata da Terra con diversi telescopi, a tutte le lunghezze d'onda e dallo spazio attraverso gli strumenti a bordo del satellite *Swift* della NASA.

SN 2010lq in ESO495-016, supernova individuata nella costellazione della *Pixys Nautica* ad oltre -24° di declinazione, rappresenta



Figura 2. Il Castello di Montarrenti (Siena) dove è installato il telescopio

tutt'ora la supernova più australe mai scoperta da un osservatorio posto nel continente europeo.

SN2011dn in UGC11501 classificata di tipo *la* della sottoclasse SN1991T. Anche in questo caso l'oggetto è stato scelto come *Target of Opportunity* per il satellite *Swift*. La particolarità della supernova è stata anche certificata dall'interessante tesi di laurea presentata nell'estate 2014 alla *San Diego State University* dal titolo "The curious case of SN2011dn: a very peculiar type *la* supernova?"

SN 2013he in NGC4774, supernova esplosa in una galassia con "anello" associato, classificata nel catalogo delle galassie peculiari di Halton Arp.

La supernova TCP J02454138-0812301 in NGC1082, una inusuale supernova di tipo *la*, della sottoclasse SN1991bg che identifica una rara tipologia di supernova sub-luminosa identificata solo nel 10% della popolazione di un evento esplosivo prodotto da una nana bianca.

SN2015ad in UGC2282, la prima supernova scoperta grazie al programma di *auto-deteccion*.

Tutti successi raggiunti grazie alla tenace collaborazione di un affiatato gruppo di amici composto oltre che dal sottoscritto da Massimo Conti, Paolo Rosi, Luz Marina Tinjaca Ramirez e Giacomo Guerrini, senza il cui contributo tutto questo non sarebbe stato mai possibile realizzare.

Il telescopio Dobson, la mia esperienza personale

Marco Guidi • macri93@tiscali.it

L'astronomia amatoriale ha sempre avuto a che fare con l'autocostruzione per i più svariati motivi, dal poter avere uno strumento proprio, nel senso letterale del termine, al risparmio che ne consegue, visto che da la possibilità di effettuare le proprie osservazioni o sessioni fotografiche con uno strumento dal diametro considerevole o, perché no, poter dire questo me lo sono fatto io!

Un giorno, nel 2008, lessi, su uno dei pochi libri in circolazione che trattano l'argomento delle riprese in alta risoluzione dei corpi del sistema solare (cosa che più mi appassiona), che il massimo diametro sfruttabile per tali scopi era un 250 mm, questo per il 99% delle sessioni di ripresa a causa della turbolenza atmosferica che abbattava ad un valore di 0.5" il potere risolutivo di ogni telescopio e al tempo possedevo un DK Zen da 12" che ho venduto non solo per ciò che avevo letto ma anche perché cercavo uno schema meno complicato da collimare e chi possiede o ha posseduto un Dall-Kirkham sa di cosa io stia parlando.

Così feci realizzare dallo stesso Zen un personalizzato SC da 10" f/20 ostruito al 20% quindi 5 m di focale nativa, per arrivare al cor-



Figura 1. L'autore davanti alla sua realizzazione

retto campionamento con il setup che utilizzavo allora e che mi diede enormi soddisfazioni (vedi le immagini marziane sul mio sito www.marcoguidihires.com) e che ricordo ancora con piacere, ma presto tale diametro cominciò a starmi stretto, non tanto per la risoluzione ma

per la quantità di luce raccolta che nel caso di Saturno, pianeta debole per natura data la sua magnitudine relativa, mi obbligava a tenere livelli di gain a palla con conseguente elevato livello di rumore così sono passato al noto e collaudatissimo Celestron C14, strumento utilizzato da numerosi astroimager planetari di tutto il mondo con il quale ho verificato che riprendere con diametri superiori ai 10" non solo era possibile ma, almeno dalla zona in cui abito io, si poteva superare quel limite risolutivo di 0.5" numerose volte all'anno.

Vi risparmio quello che ho fatto negli anni seguenti sino al 2012, in quell'anno però presi l'iniziativa di aumentare il diametro della mia strumentazione, iniziativa che mi portò alla realizzazione di un newton 16" f/4 (non potevo andare oltre con la focale perché dalla mia postazione sul tetto un tubo più lungo non ci sarebbe stato) appositamente studiato per riprendere i pianeti in alta risoluzione, la focale f/4 mi fu sconsigliata da più fronti ma sapendo che una lastra di vetro nella mani giuste poteva avere quella configurazione mandai avanti il progetto e lo affidai sempre a Romano Zen che realizzò un ottica che mi permise di ottenere il 12 dicembre 2012 a questa immagine di Giove

(Fig 2) il cui spettro (effettuato dal Prof. Mauro Da Lio, docente di ingegneria meccanica presso l'Università di Trento) evidenzia la risoluzione raggiunta pari a $0.28''$ che è il massimo potere risolutivo di un $16''$.

La domanda che mi sono posto ad obiettivo raggiunto è stata: "perché fermarsi e non andare oltre con il diametro tentando di raggiungere una risoluzione maggiore?", così dopo aver messo nero su bianco quello che serviva e aver fatto 2 conti, e per conti intendo a quale altezza avrei avuto il foceggiatore allo Zenit visto che la mia piattaforma è sul tetto e misura soli 2.2×2.6 m quindi immaginate come può essere arrampicarsi su una scaletta per guardare all'oculare, ma visto che avrei avuto bisogno di un banale gradino da 20 cm perché dovevo arrivare con l'occhio a soli 195 cm ho detto "ok, si può fare, si può fare un 20"!".

Ero cosciente delle numerose incognite a cui andavo incontro, progetto nuovo perché si trattava di un Dobson (il $16''$ era un Newton su montatura equatoriale, cosa impossibile per un $20''$, almeno per me), la cosa che più mi preoccupava era il tempo di acclimatamento di uno specchio così grande, comunque iniziai a cercare in rete informazioni sul come mettere in piedi un tale progetto e inaspettatamente trovai questo documento

<http://www.astrofilirozzano.it/Documenti/Articoli/Lez.Dobson.pdf>

che è la traduzione, riassunta, di "The dobsonian telescope" la bibbia dei costruttori di telescopi Dobson e guarda caso il progetto che riportavano come esempio era un $20''$ f/4 quindi mi son detto "ehi ma è esattamente quello che voglio fare io" e misure alla mano mi sono rivolto al falegname che, sempre guarda caso, è il mio vicino di casa e che si è messo a disposizione, quindi a fine del giugno 2013 ho dato il via a questa non semplice impresa ricca di incognite e difficoltà.

Restava da scegliere a chi affidare la realizzazione della parte ottica e a chi rivolgersi per la motorizzazione, nel primo caso come potevo non optare per Romano Zen viste tutte le soddisfazioni che mi avevano regalato i suoi specchi in tutti questi anni quindi gli telefonai e senza tanti preamboli gli dissi: "tu sai a cosa mi serve" questo valeva più di mille raccomandazioni.

La motorizzazione era per me il lato oscuro della faccenda, in questi anni mi ero studiato un

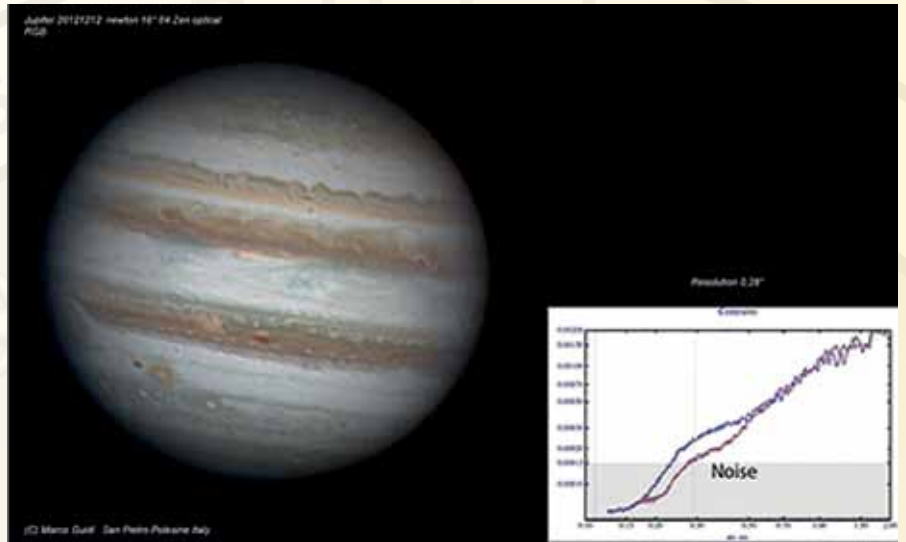


Figura 2. Giove al newton $16''/4$

po' tutto quello che c'era in commercio a livello di montature equatoriali, relative motorizzazioni e sistemi GO-TO ma la mia conoscenza di tali parti meccaniche relative ai telescopi dobsoniani era ahimè molto scarsa così mi misi alla ricerca di quello che il mercato, anche d'oltre oceano, potesse offrire a chi, come me, voleva renderli operativi per la fotografia planetaria. Vidi che le possibilità erano abbastanza vaste, dal DobDrive, sistema molto semplice che utilizza una sorta di autoistruzione dei motori che dopo alcune correzioni per alcuni minuti "capisce" come devono muoversi per inseguire l'oggetto che si sta osservando, ad altri che non sto qui ad elencare, ma la mia attenzione si soffermò sullo StellarCat potendo anch'egli essere utilizzato senza sistema go-to ma solo tramite i motori dotati di encoder interni che dopo aver puntato il Polo Nord celeste ed avendoglielo dato come riferimento permette di inseguire tutti gli oggetti della volta celeste a patto che si utilizzi la sola pulsantiera (con gli encoder esterni, che costano circa 100 \$, è possibile muoverlo anche a mano) era proprio ciò che faceva al caso mio anche perché l'assistenza, cosa che mi faceva un po' preoccupare, era da tutti data come molto affidabile quindi dopo svariate mail scambiate tra me e Gary (così si chiama il responsabile di Stellarcat) che mi informò anche dell'esistenza di una versione beta dei motori, versione che aveva una risoluzione 2.5 volte superiore rispetto ai pur eccellenti motori servo che avevano utilizzato sino a quel momento e sapendo quali fossero i miei scopi

confermai l'acquisto di questa nuova versione.

Non restava che dare inizio alle danze, quindi a fine giugno avendo la fortuna di poter usufruire della falegnameria attrezzata del mio vicino di casa semplificava la vita di un pazzo come me che aveva deciso di addentrarsi in una simile impresa, fatto sta che ordinato il legno multistrato di faggio (quello di betulla era più leggero ma a me non interessava il peso poiché lo strumento sarebbe stato posizionato stabilmente in postazione fissa) negli spessori di 21 e 40 mm, giorno dopo giorno il $20''$ prendeva forma, lavoravo tutte le mattine dalle 6 alle 7:30 e nel tardo pomeriggio nella bottega perché volevo avere lo strumento pronto prima dell'arrivo dell'autunno, momento in cui Giove avrebbe fatto le sue prime apparizioni nel cielo mattutino dell'opposizione 2013/2014, sapevo anche che una volta terminato, se tutto fosse filato liscio avrei dovuto mettere a punto più di qualche dettaglio.

Ritagliando parte dopo parte, levigando, avvitando e verificando che le misure fossero esatte il telescopio prendeva forma e per me quel vedere era fonte di enorme soddisfazione.

Una cosa a cui non trovavo soluzione era l'attacco dei tubi da 30 mm di diametro e 2 mm di spessore, quello che era descritto nel PDF che ho menzionato all'inizio di questo articolo non era di mio gradimento perché uno era di legno e l'altro mi sembrava poco stabile quindi cercando in rete trovai dei morsetti molto solidi ed anche molto gradevoli esteticamente (<http://shop.wildkart.it/index.php>), il tutto ad un costo



Figura 3. Secondary cage in fase di realizzazione

inferiore ai 10€ l'uno e per poterli utilizzare per il mio scopo ho dovuto apportare piccole modifiche che non sono state altro che 2 fori M5 per fissarli alle staffe angolari acquistate in un negozio per il "fai da te".

Mentre la costruzione proseguiva incessantemente ai primi di luglio mi sono recato nella sede delle Costruzioni Ottiche Zen per ritirare l'ottica che avrebbe completato la mia "creatura" ma anche per vedere direttamente al banco ottico l'effettivo livello della lavorazione delle superfici, cosa che per me era fondamentale per arrivare alla risoluzione limite di cui avevo discusso a lungo con lo stesso Romano del quale avevo cieca fiducia. La visione attraverso il reticolo di Ronchi diede esito molto più che positivo con linee perfettamente dritte fino al bordo ed era questa la particolarità di ciò che vidi, spesso il test di Ronchi, su specchi di qua-



Figura 5. Il Dobson da 50 cm f/4 terminato nella postazione fissa sul tetto di casa



Figura 4. Morsetti utilizzati per fissare i tubi

lità e dimensioni importanti, ha la caratteristica di avere linee perfettamente dritte, ma guardandoli attentamente si nota che in prossimità del bordo vi è un incurvamento che denota una ribattitura che in visuale, e in riprese in alta risoluzione ancor di più, si traduce in una perdita di contrasto che ai più può passare inosservato, in un pignolo come me un po' meno; effettuai anche un test con la stella artificiale, test forse più importante del Ronchi, e sfocando in intra ed extra focale l'immagine di diffrazione era praticamente identica con anelli secchi e ben definiti e totale assenza di aberrazione sferica ed astigmatismo

Il verdetto definitivo sarebbe arrivato un po' più avanti durante le dovute verifiche sul cielo ad ottica montata in cella, ma le premesse erano davvero incoraggianti!

Il 20" però attendeva di essere terminato così giorno dopo giorno assemblato il rocker-box, montata la cella del primario, assemblate le culle, montata la groundboard, montati i morsetti per il fissaggio della struttura truss, montato il supporto dello specchio secondario e montato il foceggiatore, un fantastico feather Touch motorizzato Orion tramite cinghia e puleggia (soluzione già collaudata e che mi avrebbe garantito la possibilità di una messa



Figura 6. Gli appoggi laterali dello specchio primario

a fuoco molto lenta e priva di vibrazione (cosa prioritaria in un f/4); il Dobson era finito!

Vorrei portare l'attenzione sul sistema di scivolamento dei 2 assi per i quali non ho utilizzato il classico metodo del teflon su formica, ma un sistema di cuscinetti di alta qualità su lastra in acciaio inox dello spessore di 1.5 mm (Fig.) per ridurre al minimo l'attrito tra le parti, soluzione che si è rivelata un successo con movimenti estremamente dolci e totalmente esenti da micro vibrazioni.

A metà luglio, cioè in un mese, lo strumento era terminato tranne il montaggio della motorizzazione il cui arrivo dall'America era previsto per la fine di luglio così nel frattempo ho potuto testarlo sul cielo nel giardino davanti casa insieme ad alcuni amici, test che ha confermato ciò che avevo visto al banco ottico, niente astigmatismo ne aberrazione sferica ed immagini intra ed extra focali con anelli secchi e ben definiti, li ho cominciato a pensare a quello che si sarebbe potuto fare in imaging hires con una simile ottica.

A fine luglio, con puntualità invidiabile arrivò il pacco da oltre oceano con la motorizzazione che montai in circa 4/5 giorni e qui accade in primo intoppo, la motorizzazione non inseguiva a dovere, anzi, non inseguiva per niente; iniziato uno scambio estenuante di mail con Gary della Stellarcat, che si è rivelato una persona di una professionalità e cortesia rara rispondendo ogni giorno e a qualunque ora alle mie richieste abbiamo scoperto dove risiedeva il problema, c'era un bug nel firmware del controller cosa di cui gli stessi produttori non si erano mai accorti, questo perché tutti gli utenti utilizzavano i nuovi motori ad alta risoluzione con il sistema goto Argonavis che monta encoder esterni mentre nel mio caso utilizzavo i soli encoder interni.

Va beh, cosa volete che sia, per risolvere la questione ci sono voluti 10 giorni e una cinquantina di mail ma tutto è bene quel che finisce bene, per adesso....

Dissi "Bene, posso portarlo su in osservatorio" e così è stato, operazione tutt'altro che banale visto il peso di 130 kg! ma una volta posizionato eseguendo il secondo test sul cielo (il primo era quello in giardino) si verificò il secondo intoppo, l'ottica che al primo test era risultata eccellente risultava essere fortemente astigmatica, perché???

Come è possibile che ad una prima visione

sia priva di ogni difetto e poco dopo si sia trasformata in un pezzo di vetro da usare per guardarsi in bagno mentre ci si lava i denti? Quindi ho iniziato a verificare se la causa risiedesse nel mio di astigmatismo (porto gli occhiali ed osservo senza) ma niente, mettendo gli occhiali il difetto rimaneva tale, allora ho ruotato lo specchio un paio di volte, prima di 45° poi di altri 45° ed ho notato che l'astigmatismo si presentava sempre sui 2 assi, azimut a altezza così iniziai a sospettare del sistema di raffreddamento, utilizzavo una ventola posteriore in aspirazione posizionata al centro del tappo che chiudeva il fondo e una serie di ventole sul tappo frontale al primario che soffiavano aria direttamente sulla parte alluminata. Iniziai con il togliere la ventola posta sul fondo con relativo tappo lasciando il tutto libero e feci funzionare le sole ventole superiori ottenendo una sensibile diminuzione del grado di astigmatismo che comunque era ancora presente. Continuando a pensare a quale potesse essere la causa mi venne il sospetto di un malfunzionamento degli appoggi laterali su rotella, infatti... la rotella poggiava 1 mm più in alto del punto prefissato e calcolato tramite il software *free cruxis* <http://www.cruxis.com/scope/mirroredgecalculator.htm> il quale prevedeva un punto d'appoggio posto a 27 mm dal fondo dello specchio spesso 58 mm nel mio caso, 1 mm sembra irrisorio ma lo stesso SW ci dice che un errore di 1 mm amplifica 10 volte l'astigmatismo.

L'astigmatismo però non è il peggiore dei mali tant'è che con lo specchio che lavorava in queste condizioni ha prodotto 4 immagini lunari che vedete e che ho confrontato con tutto quelle che si trovano in circolazione in rete risultando superiori in risoluzione alle migliori ottenute con 45 cm. Nel momento in cui scrivo Giove non si è ancora mostrato nelle migliori condizioni di seeing da poter sfruttare il pieno potere risolutivo del mezzo metro.

Un ultimo accenno al sistema di controllo della temperatura dell'ottica che ho ottimizzato tramite 2 sonde poste al centro del primario e all'esterno che permettono di conoscere le condizioni in tempo reale delle differenze termiche e ad oggi raramente la temperatura è stata la medesima e questo conferma quello che pensavo fin dall'inizio di questa impresa.

Successivamente ho più volte modificato questo 50 cm al fine di renderlo più leggero e

trasportabile passando dagli iniziali 130 kg ai 65 delle ultime modifiche.

Non contento mi sono messo all'opera per realizzare un 60 cm che utilizzo da 1 anno a questa parte e che potete vedere nella figura 7, ottime anche le fotografie deepsky che sono più che fattibili con i telescopi dobsoniani, cosa che pareva impossibile fino a poco tempo fa. Un ultimo appunto su ciò che è possibile immortalare con questi bestioni e che non sarebbe possibile (almeno con questa tecnica) con diametri da montatura equatoriale, amatoriale s'intende...

In questi ultimi mesi sto realizzando una mappatura della superficie del pianeta Venere in collaborazione con l'amico Daniele Gasparri (laureato in astronomia e scrittore con all'attivo decine di libri di divulgazione astronomica); a dire il vero si tratta della mappatura dell'emissione termica del pianeta in questione e precisamente alla lunghezza d'onda dei 1020 nm, lunghezza d'onda con la quale le nubi diventano semitrasparenti lasciando passare il calore emesso dal suolo del pianeta, le zone calde (pianure) risulteranno essere più chiare, le più fredde (montagne) risulteranno più scure.

Questo è quello che si può fare con un telescopio Dobson, e credo anche molto, molto altro!



Figura 7. Il Dobson da 60 cm F/3.5 di recente realizzazione dove si nota l'evoluzione nella costruzione della struttura

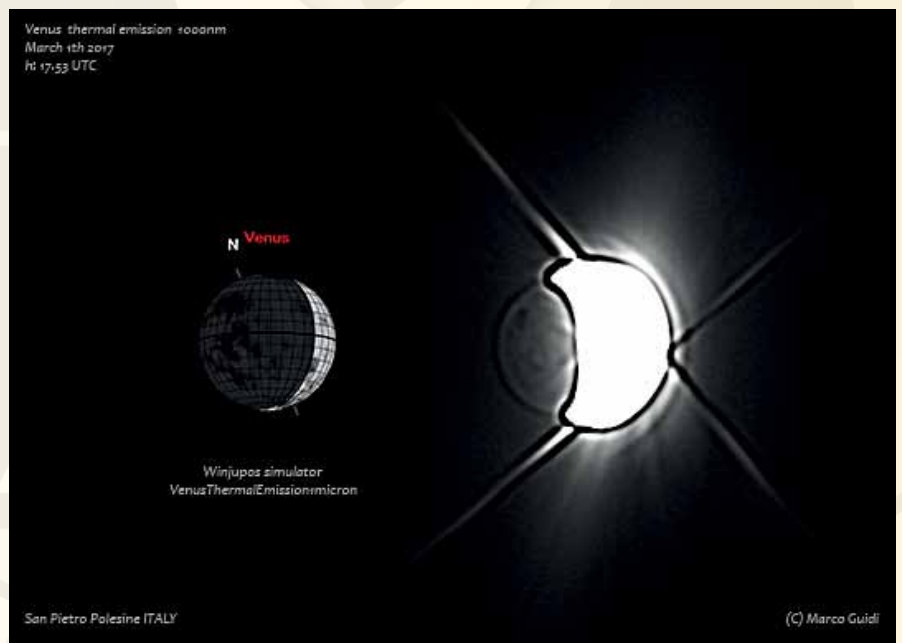


Figura 8. Ripresa del pianeta Venere nella banda dei 1000 nm dove è possibile evidenziare, come mostra la figura, la superficie solida. Camera ASI 174mm, filtro COMA (Adriano Lollì), 1000 nm

Da CCD a CMOS: evoluzione e futuro del mondo della ripresa astrofotografica

From CCD to CMOS: evolution and future in the astrophotography world

Antonio Forcina • Professore di statistica, Università di Perugia, retired. • forcina@stat.unipg.it

Matteo Collina • DIMEG, Università della Calabria • matteocollina@me.com

Abstract

Considering the evolution of the imaging sensors in the recent years, we show how to test a new method for noise reduction in astrophotography. We investigate the effect of temperature on *dark current*, noise and systematic distortion in modern imaging sensors. A procedure for obtaining *master dark frames* with lower noise is also described.

Considerando che molti interessanti dettagli degli oggetti del profondo cielo hanno spesso una luminosità che supera di poco quello dello sfondo, è importante tenere d'occhio gli sviluppi tecnologici nei sensori digitali volti a ridurre i disturbi, e, al tempo stesso, approfondire le tecniche di elaborazione per estrarre tutta l'informazione possibile dalle immagini raccolte. Tuttavia, mentre i sensori digitali dalla loro nascita hanno fatto passi da gigante nella loro evoluzione tecnologica, le tecniche applicate, almeno nell'ambito dell'astrofotografia amatoriale, sono rimaste attaccate a certi canoni tradizionali in parte superati.

Nel seguito chiameremo disturbi tutte quelle situazioni in cui il valore registrato da un *pixel* non coincide con il segnale ricevuto. Essi possono essere suddivisi in 2 categorie: quelli che definiremo difetti stabili, sono tutti quei disturbi che rimangono invariati in una sequenza di immagini e che si possono stimare mediando una opportuna sequenza ausiliaria di immagini, e quelli che definiremo rumore, cioè i difetti in cui l'errore rilevato su un singolo *pixel* durante una sequenza oscilla in più o in meno in modo imprevedibile, quindi *random*, e che possono solo essere attenuati mediante una opportuna media.

Si può dimostrare matematicamente che i disturbi hanno la fondamentale caratteristica di rispondere al teorema di Pitagora dove l'entità dei disturbi complessivi corrisponde all'ipotenusa e difetti stabili e rumore ai due cateti.

Prendendo in esame un *Dark Frame* e un *Bias Frame* e analizzandoli secondo le componenti dei disturbi che li compongono noteremo che questi differiscono solo per la corrente di buio, detta anche *dark current*, i *pixel* caldi, o *hot pixel*, e il rumore, superiore nei frame a lunga esposizione.

Nell'ambito di un progetto di tesi presso l'ISIA di Urbino, la nostra ricerca si interroga sulla possibilità di calibrare le immagini con *dark* di breve durata, nell'ordine dei pochi secondi, invece che con *dark* di lunga durata. Per la sperimentazione sono state utilizzate una QHY10L RGB, una SBIG ST8300 RGB e una Atik383+L Monocromatica.

Nella prima fase della nostra analisi abbiamo cercato di quantifi-

care la *Dark Current* per ogni camera, per comprendere quanto questa incidesse sull'immagine.

La *dark current* è un fenomeno che genera degli elettroni all'interno del sensore, aumentando all'aumentare della durata della posa, e limitando quindi la dinamica del sensore necessaria a registrare segnale. Per verificare se la *dark current* si è generata è sufficiente calcolare la mediana di un *Dark Frame* e un *Bias Frame* e confrontarle. Ove le due mediane fossero circa uguali, significherebbe che la *dark current* è trascurabile. È importante inoltre notare che si è utilizzata la mediana piuttosto che la media perché è uno strumento statistico che permette di non tener conto dei valori anomali, che ai nostri fini sono associabili agli *hot pixel* presenti nei *dark frame*.

Dal grafico (Fig.1) si evince come a temperature molto basse la corrente di buio è quasi totalmente assente, potendo quindi quasi non considerare questa componente come uno dei motivi per cui eseguire la calibrazione con *dark frame*.

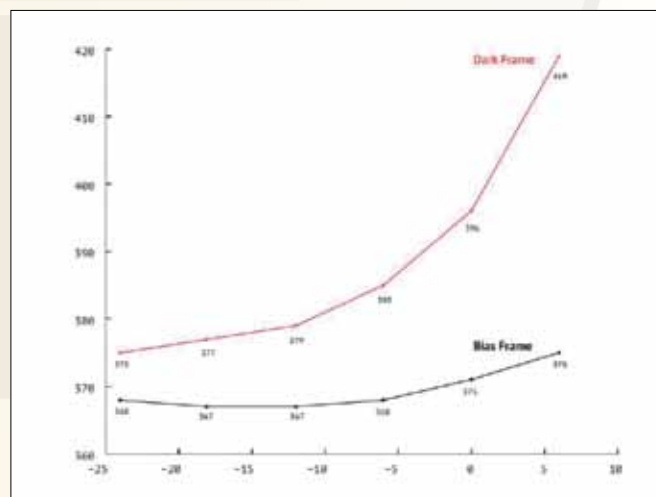


Figura 1. Come varia il background (valore mediano) sull'asse y e al varare della temperatura sull'asse x.

Nella seconda fase di analisi abbiamo verificato come i difetti stabili e il rumore variano al variare della temperatura.

Per quantificare l'entità complessiva del rumore presente nei bias o *dark frame* a parità di durata e temperatura servono almeno una coppia di immagini riprese nelle stesse condizioni. Quando calcoliamo la differenza delle due immagini, i difetti stabili, essendo identici, si annullano; invece, da una proprietà base della statistica segue che la deviazione standard della differenza di due immagini è, di nuovo, come l'ipotenusa di un triangolo rettangolo i cui cateti sono uguali. Calcoliamo quindi il sigma (indicato con Σ), cioè la media quadratica della differenza tra due immagini e dividendo per radice di due otterremo il valore del rumore secondo la formula:

$$R = \Sigma(D1-D2) / \sqrt{2}$$

dove:

R indica il Rumore

D indica un *Dark Frame*

I difetti stabili possono essere quantificati per differenza calcolando la deviazione standard complessiva di una data immagine (bias o *dark*). Variando leggermente tra immagine e immagine ne prendiamo una coppia e ne facciamo una media. Seguendo il teorema di Pitagora, sottraendo alla media dei sigma due immagini al quadrato il rumore al quadrato e ponendo il tutto sotto radice quadrata otterremo il valore dei difetti stabili. Si avrà quindi che:

$$DS = \sqrt{(\Sigma(D1) + \Sigma(D2)/2)^2 - (R)^2}$$

dove:

DS indica i Difetti Stabili

D1 e D2 indicano due *Dark Frame*

R indica il Rumore

Dai grafici (Figg. 2-3) si può notare che mentre il rumore varia lievemente con il variare della temperatura, nei difetti stabili la variazione è molto più apprezzabile. Questo sfata anche un mito secondo cui al diminuire di 5°C di temperatura il rumore si dimezza.

Rumore

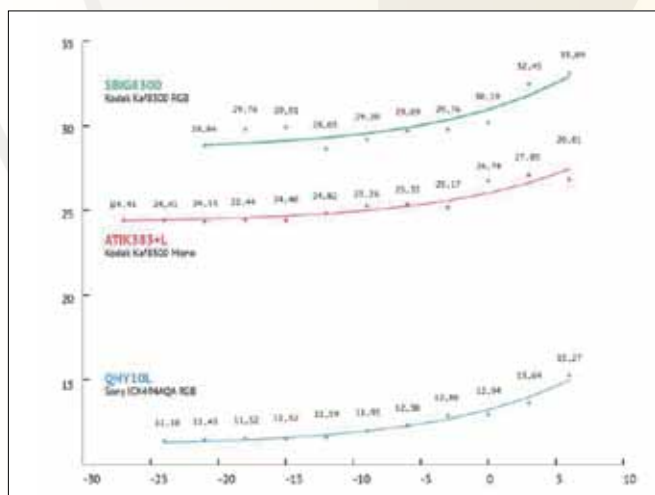


Figura 2. Andamento del rumore (y) in funzione della temperatura (x) per alcuni CCD

Difetti Stabili

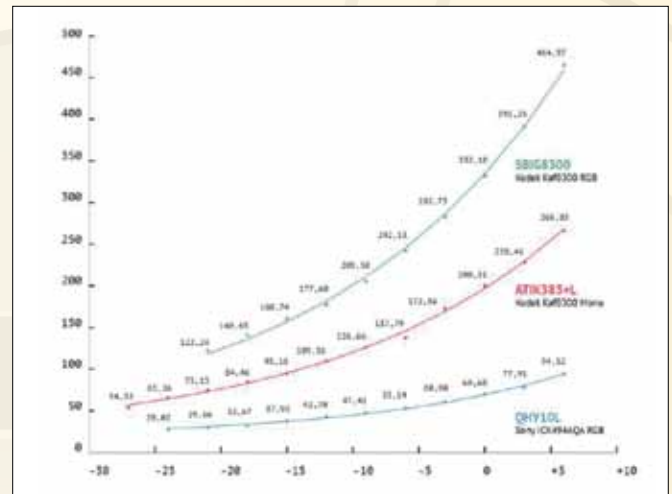


Figura 3. Ammontare dei difetti stabili (y) al variare della temperatura (x)

Infine, abbiamo condotto degli esperimenti allo scopo di verificare se un *dark* breve di 5 secondi potesse sostituire un *dark* della durata di 10 minuti per i ccd oggetto di sperimentazione.

L'ipotesi che si vorrebbe dimostrare è che, se ignoriamo gli *hot pixel* (che possono essere rimossi con altre tecniche) un *dark* breve ha la stessa struttura di difetti stabili di un *dark* lungo, ma, al tempo stesso, è affetto da un rumore molto minore. Per capire i vantaggi che deriverebbero ove questa congettura risultasse vera, ricordiamo che il rumore di un *master dark* diminuisce con la radice quadrata del numero di frame e che, il rumore di un frame dopo la calibrazione sottraendo un *master dark* è, di nuovo, come l'ipotenusa di un triangolo, quindi, in parole povere, calibrando si aumenta il rumore. Il primo vantaggio è che, a parità di numero di frame, il tempo necessario per ottenere un buon numero di *dark* brevi è irrisorio. In secondo luogo, un *master dark* breve ha un rumore enormemente minore di un *master dark* di lunga durata. Infine, invece che riprendere 3 o 5 *dark frame*, se ne possono facilmente ottenere 50 o più, arrivando ad un *master dark* quasi privo di rumore. Sfruttando il solito principio statistico, si può dimostrare che, ove la nostra ipotesi fosse vera, la deviazione standard della differenza fra un *dark* lungo ed uno breve è, di nuovo, l'ipotenusa di un triangolo i cui cateti sono il rumore dei due *dark*. Se, invece l'ipotesi fosse falsa, vi sarebbe un ulteriore "cateto" la cui dimensione sarebbe pari alla divergenza dei difetti stabili nelle due immagini. Chiamiamo $St = \Sigma$ Teorico quello che si avrebbe se la congettura fosse vera, per calcolarlo dobbiamo conoscere il rumore del *dark* lungo e di quello breve. Si avrà quindi che:

$$St = \sqrt{(R(Dl))^2 + R(Db)^2}$$

dove:

St indica il Sigma Teorico

Dl indica un *Dark* lungo

Db indica un *Dark* breve

Purtroppo, il problema è complicato dalla presenza di *hot pixel* che fanno parte dei difetti stabili, ma che, ovviamente, non sono presenti

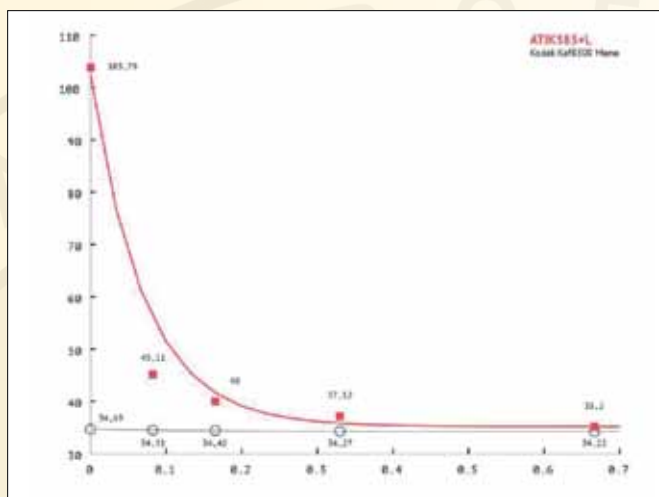


Figura 4. Il grafico mostra come all'aumentare del valore soglia (asse delle x) i due sigma (asse delle y), quello teorico e quello reale, tendono ad eguagliarsi.

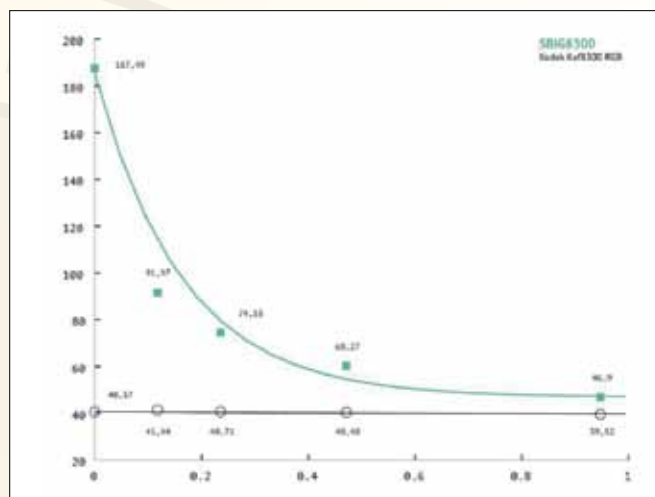


Figura 5. Il grafico mostra come all'aumentare del valore soglia (asse delle x) i due sigma (asse delle y), quello teorico e quello reale, tendono ad eguagliarsi.

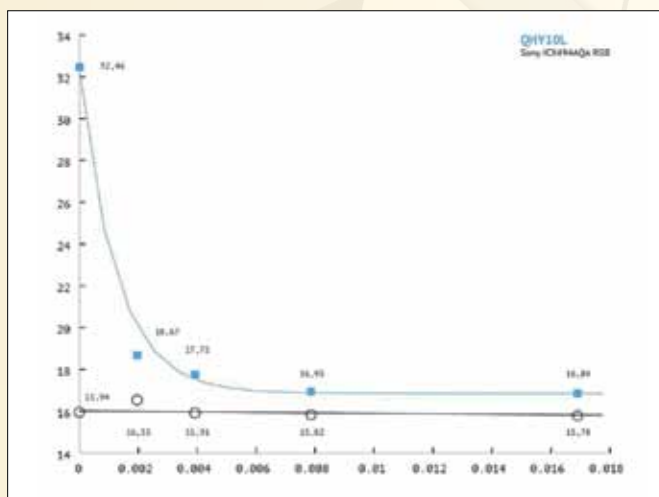


Figura 6. Il grafico mostra come all'aumentare del valore soglia (asse delle x) i due sigma (asse delle y), quello teorico e quello reale, tendono ad eguagliarsi.

nei *dark* brevi. Per questo motivo abbiamo applicato una maschera dei difetti ai *dark* lunghi prima del calcolo del sigma teorico e ne abbiamo fatto un grafico.

Dai grafici (Figg. 4-5-6) si evince come all'aumentare della soglia della maschera dei difetti il sigma teorico e quello effettivo tendono a coincidere. Questo indica come i difetti stabili siano effettivamente gli stessi, tolti gli *Hot Pixel*.

Da questo studio emerge quindi che è possibile evitare l'utilizzo di *dark* di lunga durata per la calibrazione delle immagini utilizzando quelli di breve durata, non preoccupandoci degli *hot pixel* che possono essere eliminati preventivamente utilizzando la tecnica del dithering in

fase di ripresa, abbinata ad un algoritmo di rigetto dei valori anomali in fase di *stacking*.

In seguito alle analisi e in relazione ai recenti sviluppi tecnologici nel campo dei sensori digitali di immagini, coloro che scrivono si sentono di ipotizzare come questa tendenza al non calibrare le immagini sarà sempre più pratica. Di fatto i recenti ritrovati tecnologici nell'ambito dei sensori CMOS hanno permesso di realizzare sensori con rumore di lettura bassissimo e sensibilità elevate, tali da rendere la calibrazione del tutto inutile se non dannosa, considerata anche la struttura fisica dei sensori in oggetti che differiscono in maniera sensibile dai sensori CCD. Se da un lato il sensore CCD ha caratteristiche come linearità e uniformità di campo che il sensore CMOS non è riuscito, per ora, ad eguagliare rendendolo ancora insostituibile per alcune applicazioni scientifiche, dall'altra quest'ultimo rappresenta la nuova frontiera nel campo dell'astroimaging per disturbi, velocità e flessibilità.

Bibliografia

- [1] Burry R, Burnell J, *The Handbook of Astronomical Image Processing* Willmann-Bell Inc., Second Edition, Richmond (USA), 2005
- [2] Forcina A, *Le anomalie dei sensori delle fotocamere digitali*. SiSmagazine, http://old.sis-statistica.org/magazine/spip.php?article215&var_recherche=forcina

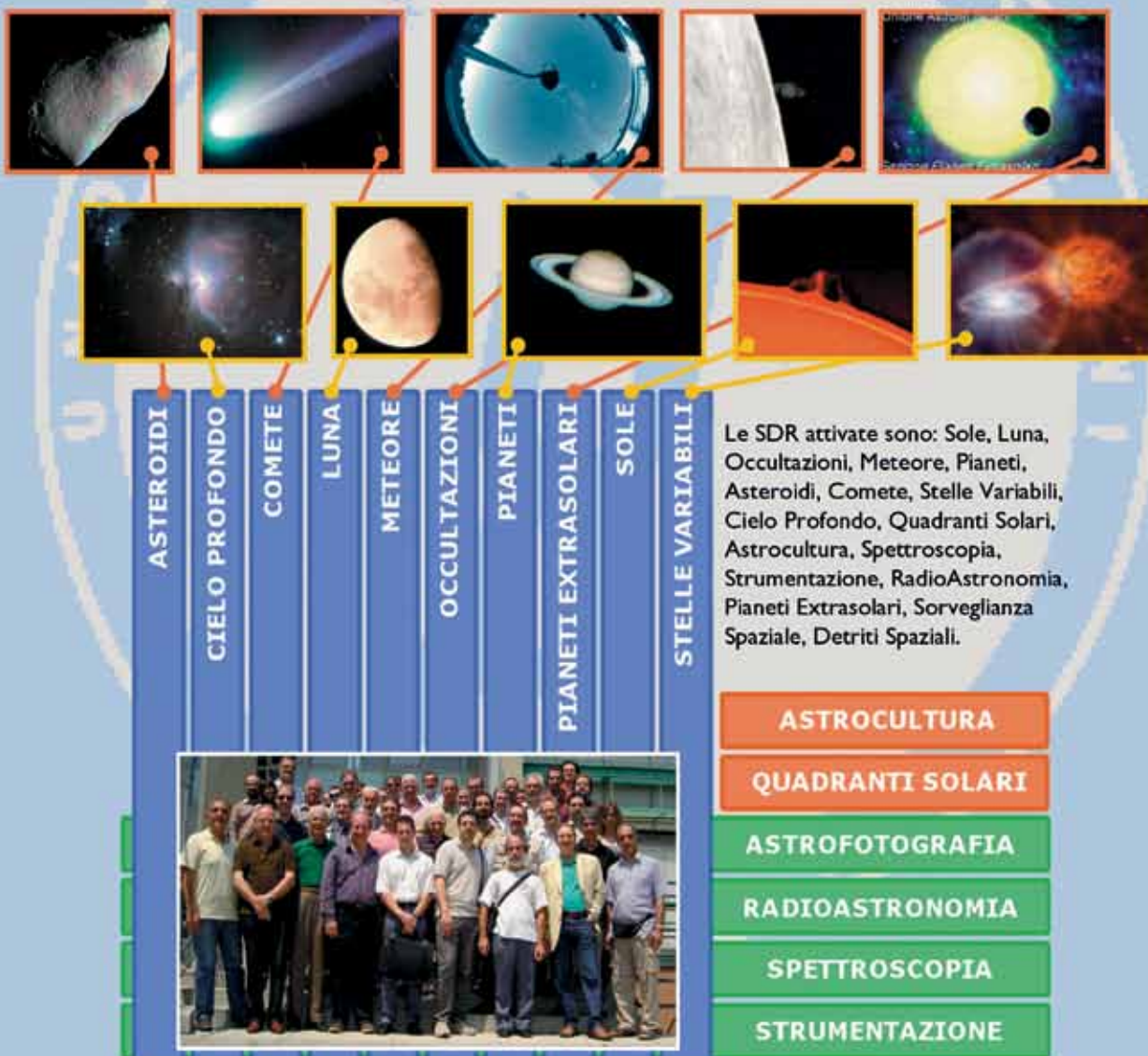


Le Sezioni di Ricerca

Le Sezioni di Ricerca UAI

coordinano a livello nazionale le osservazioni dei corpi celesti e dei fenomeni astronomici più interessanti. I Responsabili di Sezione sono in stretto contatto con gli analoghi organismi di altre importanti associazioni all'estero e con i più qualificati professionisti del settore. Le Sezioni di Ricerca oggi operanti possono essere suddivise in due categorie: *verticali* ed *orizzontali*.

Le prime sono sezioni di ricerca monotematiche, le seconde hanno una valenza multidisciplinare, le cui attività sono anche di supporto alle "sezioni verticali".



Sezioni di Ricerca "verticali"

Sezioni di Ricerca "orizzontali"

Se vuoi intraprendere un viaggio nell'affascinante mondo dell'astronomia diventa socio UAI e partecipa ai numerosi progetti attivati all'interno delle nostre Sezioni di Ricerca!

Visita il sito <http://ricerca.uai.it> oppure scrivi a ricerca@uai.it !

10 MICRON

astro•technology

by COMEC-TECHNOLOGY

NOVITA' 2018

AZ5000 DDS

Direct Drive System
Montatura altazimutale
a forcella professionale

Motori direct drive ad alte prestazioni
Fuoco Nasmyth opzionale
Derotatore a controllo integrato
Adatta per diametri sino a 650mm

Tutte le montature 10Micron
dispongono di un software di
controllo integrato ed
indipendente da PC esterni



AZ2000 HPS

High Precision and Speed
Nuova montatura altazimutale
con encoder assoluti

Disponibile anche in versione
dual optics per montaggio
di due strumenti
Disponibili a breve anche
le versioni AZ3000 e AZ4000



Rivenditori italiani:

NORD: 10Micron
CENTRO SUD: Unitronitalia
www.unitronitalia.com

www.10micron.it

10Micron by Comec snc - Via Archimede, 719 - Caronno Pertusella (VA)
Tel 0296457330 - email: info@10micron.it

